REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR-BATNA
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES ET AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister
Spécialité : Agronomie
Option : Gestion durable des écosystèmes forestiers

THEME

Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Nord-est du parc national de Belezma, Batna)

Présenté par

M^me^ Soumia BOUGUENNA

Devant le jury :

Président :
Mr. BENTOUATI A. Maître de conférences (Département d'Agronomie, Université de Batna)

Promoteur :
Mr. SI BACHIR A. Maître de conférences (Département de Biologie, Université de Batna)

Examinateurs :

Mme. FRAH N. Maître de conférences (Département d'Agronomie, Université de Batna)

Mr. BOUHRAOUA R. T. Professeur (Département de Biologie, Université de Tlemcen)

Invité :
Mr. ABDERRAHMANI S. Directeur du Parc National de Belezma, Batna

Année universitaire 2010 – 2011

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, je remercie avant tout DIEU, tout puissant, de m'avoir donné volonté, courage et patience pour terminer ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à **M. SI BACHIR Abdelkrim**, mon encadreur, pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin mon mémoire. Je lui suis très reconnaissante pour sa bienveillance, ses précieux conseils, sa patience et sa disponibilité. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes sincères remerciements à monsieur **BENTOUATI A.**, maître de conférences à l'université de Batna, qui ma fait l'honneur de présider mon jury, et c'est un honneur pour moi qu'il juge ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à monsieur, **BOUHRAOUA A. R.**, professeur à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier madame, **FRAH N.**, maître de conférences à l'université de Batna, d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à monsieur **ABDERRAHMANI S.**, directeur du parc national de Belezma, d'avoir accepté notre invitation et d'être membre de ce jury pour juger mon travail.

Je ne saurais oublier de remercier monsieur **OUDJEHIH B.** professeur à l'université de Batna pour leur aide dans l'identification des espèces végétales.

Je tiens à remercier tout particulièrement :

Mr. RIGHI Y., **Mr. CHENCHOUNI H., Mr. BENSACI O., Mr. BENSACI M.** et **Mr. ABDERRAHMANE** pour leurs aide, et conseils avisés.

Mes remerciements vont également à ma chère amie **SALIMA. Z.** ; les multiples souvenirs partagés lors des années de la réalisation de ce travail resteront toujours gravés dans ma mémoire.

Un grand merci à monsieur, **BOUSANTOUH K.**, Chef du secteur de Fesdis (PNB), et surtout à messieurs **LAMBARKIA S.** et **AOUACHRIA S.** pour leurs aides précieuses lors de la réalisation des sorties. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes remerciements.

Aucun mot ne saurait exprimer ce que je dois à ma famille ; chers **parents, sœurs** et **frères** pour leur dévouement et leurs soutiens durant toutes ces années.

Mes plus profonds remerciements vont à mon marie, mon soutien psychique, qui a vécu avec ardeur toutes les étapes de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Liste des figures……...1
Liste des tableaux……..…3
Liste des annexes……..….6
Introduction……..…7

Chapitre I : Recueil bibliographique sur la bio écologie du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.)

1. Systématique du genre *Pinus* ……9
2. Systématique et critères d'identification du Pin d'Alep ……11
3. Description de *Pinus halepensis* ……11
4. Exigences écologiques de l'espèce ……15
5. Valeur écologique et syntaxonomique du Pin d'Alep……....17
6. Phénologie de l'espèce……20
7. Régénération chez le Pin d'Alep……....21
8. Intérêt économique de l'espèce……...…22
9. Répartition géographique……..…..22
   9.1. Dans le monde……..……..22
   9.2. En Algérie……...……25
   9.3. Dans le parc national de Belezma ……..…...27
10. Situation et problèmes de dégradation de l'espèce en Algérie……..…….28

Chapitre II : Présentation générale de la région d'étude

1. Aspect général……..…….32
2. Limites géographiques……..33
3. Géologie…….…...33
4. Orographie…….33
5. Pédologie……...34
6. Hydrographie…….34
7. Climat…….……36
   7.1. Températures…….….36
   7.2. Pluviométrie……....39

7.3. Enneigement……..41
7.4. Gelées……42
7.5. Humidité relative de l'air……...42
7.6. Vents……..43
7.7. Synthèse climatique……....45
7.7.1. *Diagrammes ombrothermiques* ……...45
7.7.2. *Climagramme d'Emberger*…….....47
8. Occupation des sols……...…….....48
9. Considérations floristiques et faunistiques…….....51

Chapitre III : Matériel et méthodes d'étude

1. Choix et description des stations d'étude…….…..53
2. Objectifs et chronologie de l'étude…….…53
3. Caractérisation pédologique……...56
3.1. Méthodes de prélèvement du sol…….……56
3.2. Méthodes d'analyses…….…..56
3.2.1. Analyses physiques…….....57
3.2.2. Analyses chimiques…….....60
4. Caractérisation du couvert végétal…….....61
4.1. Inventaire floristique et confection d'herbier…….....61
4.2. Relevés phytosociologiques……....62
5. Suivi de la phénologie de l'espèce…….....62
6. Étude bioécologique de la faune…….....63
6.1. Invertébrés…….....63
6.1.1. Matériel et méthodes de collecte et d'échantillonnage des invertébrés …...63
6.1.1.1. Méthode qualitative (chasse à vue)……...63
6.1.1.2. Echantillonnage sur et dans le sol.……64
6.1.1.3. Echantillonnage de la strate herbacée……...65
6.1.1.4. Echantillonnage de la strate arborée…….…67
6.1.1.5. Méthodes de tri et d'identification……67
6.2. Vertébrés……68
6.2.1. Reptiles……68
6.2.2. Oiseaux……..68
6.2.3. Mammifères……..69

7. Exploitation des résultats par des indices écologiques……..69
7.1. Qualité de l'échantillonnage……..69
7.2. Application d'indices de structure et d'organisation…….....69
7.2.1. Fréquence en nombre……69
7.2.2. Constance ou indice d'occurrence…….70
7..3. Analyse de similitude (Indice de *SORENSON*)…….....70
7.3. Application d'indices de diversité des peuplements……71
7.3.1. Richesse spécifique totale…….71
7.3.2. Richesse spécifique moyenne……71
7.3.3. Indice de diversité de *SHANNON*……71
7.3.4. Indice de diversité fonctionnelle……...72
7.4. Indice d'Équirépartition des populations (Équitabilité) ……72
8. Exploitation des résultats par des analyses statistiques……....72
8.1. Test de corrélation……...…72
8.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)……....73

Chapitre IV : Résultats

1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques……..74
2. Flore, structure et physionomie du couvert végétal…….77
2.1. Inventaire taxonomique de la flore……...77
2.2. Structure et physionomie de la végétation……...79
2.3. Sociabilité de la végétation……..83
2.4. Cycle biologique de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma..……..84
3. Bioécologie des invertébrées inféodés aux Pineraies……..86
3.1. Inventaire taxonomique des espèces recensées……86
3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés…….92
3.2.1. Qualité d'échantillonnage…….92
3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés……93
3.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements …….94
3.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements ……...…96
3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle……...…97

3.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements……..…101
3.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (diversité fonctionnelle)……..102
3.5. Evolution spatio-temporelle du peuplement de Coccidies ……..…103
4. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Pineraies……103
4.1. Liste systématique et statut écologique du peuplement herpétologique……...…103
4.2. Liste systématique, statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux…..105
4.2.1. Liste systématique……...105
4.2.2. Statuts bioécologiques…….106
4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux…….109
4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale……109
4.2.3.2. Similitude des peuplements…….110
4.2.3.3. Diversité et équirépartition……..110
4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux pineraies……...……110

Chapitre V : Discussions

1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques……112
2. Flore, structure et physionomie du couvert végétal……...114
2.1. Inventaire taxonomique de la flore……..…114
2.2. Structure et physionomie de la végétation……..…115
2.3. Sociabilité de la végétation…….116
2.4. Cycle biologique de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma……...117
3. Bioécologie des invertébrées inféodés aux Pineraies……118
3.1. Inventaire taxonomiques des espèces recensées……....118
3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés…….….120
3.2.1. Qualité d'échantillonnage…..…….…….....120
3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés…….....121
3.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés…….. .122
3.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements……...123
3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle……..…124
3.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements…….....…127

3.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle)…….....129

3.5. Evolution spatio-temporelle du peuplement de Coccidies (*Diaspididae*)……...…131

4. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Pineraies……...131

4.1. Statut écologique du peuplement herpétologique……....131

4.2. Statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux……....133

4.2.1. Liste systématique…….....133

4.2.2. Statuts bioécologiques…….....134

4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux…….137

4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale……..137

4.2.3.2. Similitude, diversité et équirépartition des peuplements……..137

4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux pineraies…….138

Conclusion générale……140

Références Bibliographiques……..144

Liste des Figures

Figure 01-Pin d'Alep : (a) jeune sujet, (b) vieux sujet et (c) écorce.....12

Figure 02- Pin d'Alep : (a) Cône et aiguilles, (b) Cônes mâles et (c) Cônes femelles ……...13

Figure 03- (a) Graine ailée de Pin d'Alep, (b) Cônes mûrs…….....14

Figure 04- Aires de projection des exigences bioclimatiques du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) et du Pin brutia (*Pinus brutia* Ten.) sur le climagramme d'Emberger……..19

Figure 05- Aire de répartition du pin d'Alep en région méditerranéenne……24

Figure 06- Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie…….27

Figure 07- Carte de situation du barrage vert……30

Figure 08– Situation géographique du parc national de Belezma…….35

Figure 09- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1913-1937)…….46

Figure 10- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1974-2008)…… 46

Figure 11- Classification américaine des textures pédologiques……..57

Figure 12–Disposition des pièges trappes et des pièges colorés dans la station (a) et Méthode de collecte des invertébrés capturés dans les pots Barber (b)……..66

Figure 13- Variation spatio-temporelle du pH du sol des pineraies de Djerma……75

Figure 14- Variation spatio-temporelle de la capacité d'échange cationique (CEC) en meq/100g du sol des pineraies de Djerma……...75

Figure 15- Variation spatio-temporelle du calcaire total Caco3 (%) du sol des pineraies de Djerma……..76

Figure 16- Evolution saisonnière de la matière organique (MO %) et de l'azote total (N %) du sol des pineraies de Djerma……..76

Figure 17- Stratification horizontale de la végétation dans une pineraie de Djerma (Station 1)……...80

Figure 18- Stratification horizontale de la végétation dans une pineraie de Djerma (Station 2)……...81

Figure 19- Stratification verticale de la végétation dans les pineraies de Djerma……...82

Figure 20- Variation de l'abondance relative (Fc en %) des différents ordres d'invertébrés recensés dans les deux stations d'étude……94

Figure 21- Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 1……95

Figure 22- Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 2……96

Figure 23- Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des insectes suivant les types de piège utilisés…….99

Figure 24- Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des insectes suivant les différentes strates de la pineraie de Djerma….....100

Figure 25- Pourcentages des différentes catégories phénologiques des oiseaux recensés dans la pineraie de Djerma……..108

Figure 26- Pourcentages des différentes catégories trophiques des oiseaux recensés dans la pineraie de Djerma……..108

Figure 27- Richesse totale (*S*), indice de Shannon (*H'*) et indice d'équitabilité (*E*) du peuplement invertébré recensé selon le statut trophique…….130

Figure 28- Pourcentage des catégories trophiques des différentes espèces herpétologiques recensées dans la pineraie de Djerma……..132

Liste des Tableaux

Tableau 01- Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens……24

Tableau 02- Situation écologique du pin d'Alep dans le parc national de Belezma…….28

Tableau 03- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées sur les périodes 1913-1937 et 1974-2008……..37

Tableau 04- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation sur la période 1974-2008……...37

Tableau 05- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009…….38

Tableau 06- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation pour la période allant de août 2008 à juillet 2009……38

Tableau 07- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur les périodes 1913-1937 et 1974-2008……..40

Tableau 08- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à Juillet 2009……40

Tableau 09-Répartition saisonnière des pluviométries (mm)……...40

Tableau 10- Nombre des jours de neige de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004……..41

Tableau 11- Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009…….42

Tableau 12- Nombre des jours de gel de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004……..42

Tableau 13- Nombre des jours de gel de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009……..42

Tableau 14- Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période 1974-2008……..43

Tableau 15- Humidité relative de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009……..43

Tableau 16- Vitesse moyenne et maximale du vent en (m/s) de la région d'étude avec la direction dominante pour la période 1974-2008……...44

Tableau 17- Vitesse du vent moyen et maximal en (m/s) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009……..44

Tableau 18- Evaluation du quotient pluviométrique Q_2 sur trois périodes……...48

Tableau 19- Occupation des sols dans le parc national de Belezma…….49

Tableau 20- Principales unités écologiques décrites dans le parc national de Belezma……...49

Tableau 21 –Caractérisation générale des deux stations d'étude……..53

Tableau 22 - Chronologie des sorties de terrain et type d'étude menée……54

Tableau 23-Texture du sol dans les pineraies de Djerma…….74

Tableau 24- Variation saisonnière des caractéristiques physicochimiques des sols dans les pineraies de Djerma……..74

Tableau 25- Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans la pineraie de *Pinus halepensis* de la région de Djerma ……...74

Tableau 26- Liste des champignons collectés dans les deux stations d'étude……..79

Tableau 27 : Taux de recouvrement et sociabilité des espèces caractéristiques des Pineraies de Djerma……...83

Tableau 28- Stades phénologiques de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma……..84

Tableau 29- Liste systématique globale des espèces d'invertébrées inventoriées dans les pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma……..87

Tableau 30- Qualité d'échantillonnage des invertébrés……92

Tableau 31- Fréquences d'abondance (Fc), d'occurrence (Occu.) et échelle de constance des différents ordres d'invertébrés recensés dans les deux stations……93

Tableau 32- Valeurs de l'indice de similitude de Sorensen (*Qs*) pour les espèces d'invertébrés inventoriées suivant les saisons d'étude prises deux à deux…….97

Tableau 33- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 1……..97

Tableau 34- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 2……..98

Tableau 35- Richesse totale (*S*), Richesse moyenne (S_m), Indice de diversité de Shannon (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'invertébrés recensés dans les deux stations d'étude…….101

Tableau 36- Richesse totale (*S*), Richesse moyenne (S_m), Indice de diversité de Shannon (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'invertébrés selon les quatre saisons……..101

Tableau 37- Diversité et équitabilité selon le statut trophique des invertébrés recensés …...102

Tableau 38- Fréquence d'abondance (Fc) du peuplement de Coccidies recensé dans les deux stations durant les quatre saisons……103

Tableau 39- Fréquence d'abondance (Fc) du peuplement de Coccidies recensé dans les deux stations suivant leur disposition sur l'arbre……103

Tableau 40 – Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans la région de Djerma avec leur catégorie trophique (CT)……104

Tableau 41- Liste systématique des espèces aviaires recensées dans les pineraies de Djerma……..…105

Tableau 42- Liste systématique des espèces d'oiseaux recensées dans la pineraie de Djerma classées selon leurs statuts bioécologiques……..…106

Tableau 43- Signification des abréviations utilisées dans le tableau 42……..…107

Tableau 44- Indice kilométrique d'abondance (I.K.A.) et fréquence d'abondance du peuplement aviaire recensé dans les pineraies de Djerma……..109

Tableau 45- Richesse totale (*S*), Indice de diversité de Shannon (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'oiseaux dans les deux stations d'étude……...110

Tableau 46– Liste systématique et répartition des mammifères inventoriées dans la région de Djerma par catégories fauniques (CF) et trophiques (CT)……..111

Tableau 47 – Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la forêt de *Pinus halepensis* de Djerma avec ceux recensés en Algérie et au parc national de Belezma……..133

Tableau 48 – Nombre d'espèces aviaires et pourcentage des différentes catégories bioécologiques……134

Tableau 49- Répartition de l'avifaune recensée par catégorie trophique en fonction du statut phénologique……...136

Introduction

Les forêts algériennes sont soumises à des conditions climatiques sévères, irrégulières et subites, avec notamment des phases de sécheresse prolongée influant négativement sur la croissance des arbres et la régénération naturelle. Conjugués à une forte pression et négligences humaines (surpâturage, coupes de bois, incendies), ces aléas conduisent parfois à une mise en danger réel de certaines espèces telle le Cèdre de l'Atlas dans le parc national de Belezma.

Face à cette situation écologique préoccupante, la réhabilitation et la conservation du patrimoine naturel nécessite des stratégies rigoureuses et planifiées dont l'objectif primordial est de protéger le plus grand nombre d'échantillons représentatifs d'écosystèmes menacés de dégradation, notamment en classant de vastes territoires en aires protégées.

Le parc national de Belezma, aire protégée dominée par la surface forestière, comprend plusieurs unités écologiques, découpées ainsi en types d'écosystèmes à des fins de gestion. Parmi ces unités, les différentes formations forestières occupent la majeure partie. Malheureusement, et à l'instar de tout le pays, peu de travaux scientifiques sont réalisés pour décrire la composition biocénotique de ces écosystèmes complexes et mettre en valeur leurs principales ressources et statuer sur les facteurs de menace et de dégradation. Ces éléments de connaissance sont des outils indispensables pour la mise en place de toute démarche de gestion et d'aménagement (SAHLI, 2003).

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) qui représente l'une des unités écologiques considérées dans le PNB constitue un capital forestier majeur sur le pourtour méditerranéen. Ses exigences écologiques modestes ont incité les forestiers à l'introduire à grande échelle dans les reboisements. Ces formations forestières, comme toutes les forêts des Aurès, connaissent des problèmes de dégradation (régression de la couverture végétale et disparition progressive des couches humifères des sols) d'origine anthropique et climatique (sécheresse prolongée) qui ont caractérisé cette région ces dernières années. Sur le plan écologique et phytoécologique, de nombreux travaux ont été consacrés aux pineraies algériennes (BENAOUDA et *al*., 1999 ; KADIK, 1985 ; KERRIS et *al*., 1989 ; MESSAOUDENE et *al*., 1993). Aussi, nous remarquons que la plupart des études effectuées en Algérie ont porté sur la croissance et la productivité de *P. halepensis* (KADIK, 1986 ; BENTOUATI, 2006). Nous notons également que dans une forêt de Pin, la chenille processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa* est le principal ravageur défoliateur. Des études sur l'écologie et les étapes de développement de ce ravageur

ont été réalisées (KHEMICI et *al.*, 1988 ; KERRIS et *al.*, 1987). La biologie et les moyens de lutte de la chenille processionnaire du Pin ont été étudiés par KADIK et HAMOUDI (1976) ; ZAMOUM (1998) ; GUENDOUZ (2000) ; ZAMOUM et DEMOLIN (2004) ; ZAMOUM et al. (2005), ainsi que la lutte biologique contre *T. pityocampa* par BAHAKEMI et SAADI (1985), FEKROUN et CHABIRA (2003).

L'absence de travaux consacrés à l'étude de la pineraie en tant qu'écosystème naturel dans son ensemble nous a incités à faire un diagnostic écologique sur ce type de forêt dans la région de Djerma (zone nord-est du parc national de Belezma). Dans ce diagnostic, nous nous sommes intéressés aux aspects écologiques au sens le plus large en nous efforçons à donner une vue aussi précise que possible des particularités écologiques de l'écosystème forestier étudié.

Dans ce travail, nous prétendons caractériser la structure et le fonctionnement de l'unité écologique des pineraies de *P. halepensis* de Djerma afin d'évaluer la richesse floristique et faunistique, de mettre à jour les inventaires réalisés dans le parc et statuer sur la situation écologique des espèces qui y vivent.

Aux inventaires réguliers contribuant à l'enrichissement des connaissances sur la biodiversité, un protocole de suivi, sur un cycle annuel, de quelques modèles biologiques (flore, faune invertébrés et vertébrés), permettra de mettre en évidence le fonctionnement et l'état écologique de la biocénose. Ces investigations sont réalisées en relation avec la variation de divers paramètres écologiques tant abiotiques (climat, sol) que biotiques (flore, faune, action humaine). Les résultats sont analysés à l'aide du calcul de paramètres et d'indices écologiques et des analyses statistiques permettant en définitif de dégager des orientations et des suggestions de gestion et d'aménagement de ce type d'écosystème.

L'intégration de ces données avec d'autres éléments caractérisant le milieu aboutirait à l'élaboration d'un véritable diagnostic écologique du site permettant de dégager des objectifs et des opérations concrètes en vue de la protection du patrimoine naturel du parc national de Belezma.

Chapitre II

Présentation générale de la région d’étude

Chapitre I : Recueil bibliographique sur la bio écologie du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.)

11. Systématique du genre *Pinus*

Le genre *Pinus* de la famille des Pinacées (Abiétacées) est divisé en 3 sous genres et les sous genres en sections (GAUSSEN, 1960 in NAHAL, 1962).

Le sous genre *Pinus*, caractérisé par un nombre de feuilles variables, un cône ligneux à écailles dures est divisé en 5 sections. C'est la section des Halepensoïdes dans laquelle se trouve le Pin d'Alep qui nous intéresse. Dans cette section, les trachéides des rayons ont une paroi sinueuse à dents peu nettes. Les ponctuations sont de 1 à 4 chez *Pinus halepensis.*

La section des Halepensoïdes est divisée en 3 groupes :

Le groupe *halepensis* qui renferme le Pin d'Alep et le Pin brutia est caractérisé par des Pins à deux aiguilles et à cônes caduques ou sérotineux et renferme 5 espèces :

- ***Pinus stankewiezii*** SUKACZEW vit en Crimée méridionale, au Cap Aya (Sud de l'Ukranie) et près de Soukak (Maroc). Il fût décrit pour la première fois en 1906 comme une variété de *Pinus pithyusa* STEV.
- ***Pinus eldarica*** MEDW. C'est un Pin endémique de la Transcaucasie centrale, il occupe une aire naturelle très restreinte, il est considéré comme une espèce en voie d'extinction, cependant, il est largement utilisé dans les reboisements.
- ***Pinus pithyusa*** STEV. Décrit par STEVENSON (1838) près de Pitsunda sur la côte orientale de la mer noire, il existe aussi en Turquie (Ile Prinkipo), en Grèce (Thrace) et en Syrie.
- ***Pinus brutia*** TEN. Décrit en 1811 par l'italien TENORE. De nombreux auteurs le considèrent comme une variété du Pin d'Alep (LINDBERG 1946, FITSCHEN et CHARMAN 1954, GOMBAULT 1954,… in NAHAL, 1962 ; BOUDY, 1950). Par contre NAHAL (1962), le considère comme une espèce distincte.
- ***Pinus halepensis*** MILL. À la suite de DUHAMEL (1755) in NAHAL (1962), qui lui donne le nom de *Pinus hierosolimitana*, MILLER le redécrit en 1768 sous le nom de *Pinus halepensis* (KADIK, 1987).

Les pins du groupe *Halepensis* sont des pins à deux feuilles qui habitent la Région Méditerranéenne et sont souvent connus sous le nom de pins méditerranéens du groupe *Halepensis*. Ils appartiennent à la famille des *Pinacées (Abiétacées)*, au genre *Pinus, au sous-*

genre Pinus (*Eupinus)* à la section *Halepensis* et au sous-groupe *halepensis* qui renferme *Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.

Ces Pins sont les suivants :

Pinus halepensis Mill

Pinus brutia Ten.

Pinus eldarica Medw.

Pinus stankewiezii Sukaczew.

Pinus pithyusa Stevenson.

Certains botanistes ont vu dans ces pins des espèces distinctes, alors que d'autres ont abaissé certains d'entre eux au rang de variétés. Au sein de la famille des Pinaceae, *Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten. occupent une situation qui a souvent été discutée.

Une révision taxonomique de ces pins a été effectuée (NAHAL, 1962) en invoquant, en plus des critères morphologiques et anatomiques classiques, ceux tirés de la biochimie (composition de l'essence de térébenthine), de la biogéographie, de l'écologie et de la palynologie.

À partir des études biochimiques, palynologiques, anatomiques, phytogéographiques et morphologiques des Pins méditerranéens du groupe "*halepensis*", NAHAL (1986) fait ressortir les conclusions suivantes :

- *Pinus brutia Ten.* est une espèce bien définie et nettement distincte de *P. halepensis* Mill.
- *Pinus halepensis* Mill. également n'est pas une espèce homogène dans toute son aire géographique. II se présente sous des formes se distinguant par le port, le caractère des cônes et la morphologie des pollens. Les formes suivantes ont été distinguées :
- forme orientale (Liban)
- forme occidentale (France)
- forme nord-africaine (Algérie)

Il renferme également des races et des écotypes dont il faudra tenir compte pour le reboisement, en particulier les écotypes résistants à la sécheresse et au froid.

2. Systématique et critères d'identification du Pin d'Alep

La classification complète de Pinus halepensis est donnée comme suit (Site Web 2) :

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Gymnospermes

Classe : *Pinopsida*

Ordre : *Coniferales*

Famille : *Pinaceae*

Sous-famille : *Pinoideae*

Genre : *Pinus*

Espèce : *Halepensis Miller, 1768 subsp. Halepensis*

L'identification de l'espèce se base sur les critères suivants (NAHAL, 1986) :

- Cône largement pédonculé et réfléchi vers la base du rameau.
- Feuilles très fines, inférieures à l mm, molles, très finement serrulées sur les bords, 5 à 10 cm de long ; réunies par deux, rarement par trois dans une gaine ; groupées en pinceaux à l'extrémité des rameaux ; couleur vert jaunâtre.
- Cônes isolés ou par paires, rarement verticillés ; écusson de l'écaille portant au centre un ombilic relevé et muni d'un petit mucron saillant ; graine à aile allongée et droite des deux côtés.
- Encore adulte formée d'écailles minces et aplaties et non fissurée.

3. Description de *Pinus halepensis*

C'est un pin très commun dans les régions méditerranéennes où il peut former des forêts. Il se reconnaît de loin dans le paysage à son feuillage d'un vert clair. C'est un arbre souvent tortueux qui, quand il est âgé, prend le port du pin parasol avec lequel il ne faut pas le confondre (Site Web 1).

C'est un arbre toujours vert, vivace, de 5 à 20 mètres de haut, à écorce lisse, grise argentée au début puis épaisse et crevassée tournant au rouge-brun avec les années, à bourgeons non visqueux, au feuillage vert clair léger et aéré.

L'écorce et le bois contiennent des canaux contenant une substance visqueuse et collante: la résine (Site Web 1).

(a) (b) (c)

Figure 01- Pin d'Alep : **(a)** jeune sujet, **(b)** vieux sujet (Photos personnelles) et **(c)** écorce (Site Web 1)

Les feuilles ou aiguilles de 6-10 cm de long pour 1 mm de large, sont fines, molles, lisses et aiguës, groupées par 2 en pinceaux à l'extrémité des rameaux.

Le Pin d'Alep est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïque) situées sur le même individu ; elles sont groupées en épis. Les cônes violets de fleurs femelles apparaissent à l'extrémité des pousses de l'année (Fig.2). Les Chatons mâles sont oblongs, jaunes roussâtres, 6-7 mm de long, de fleurs à étamines sont situés à la base des pousses de l'année. Secoués par le vent, les chatons d'étamines libèrent les grains de pollen très légers, munis de ballonnets pleins d'air qui sont entraînés sur de longues distances par le vent (anémogamie)(SiteWeb1).

Le pollen pénètre entre les écailles d'un cône femelle, mûr à la fin de sa deuxième année, et féconde les 2 ovules nus non protégés par un ovaire (le Pin est une Gymnosperme) qui se trouvent à la face interne de chaque écaille constituant le cône (Site Web 2).

Les fruits sont des cônes allongés, oblongs-coniques aigus de 8 à 12 cm de long ; rouge-brun luisant, portés par un pédoncule très épais et recourbé de 1 à 2 cm ; pendants et persistants plusieurs années sur les rameaux (Fig. 3); écailles à écusson presque plan, faiblement caréné en travers, muni au centre d'un ombilic généralement obtus ; graines d'environ 7 mm, mates, à aile 4 fois plus longue qu'elles (Fig. 3), cette aile persistante permet une dissémination rapide, éloignée et efficace et la colonisation de nombreux milieux (anémochorie) (Site Web 2).

(a)

(b)

(c)

Figure 02- Pin d'Alep : **(a)** Cône et aiguilles, **(b)** Cônes mâles et **(c)** Cônes femelles (Photos personnelles).

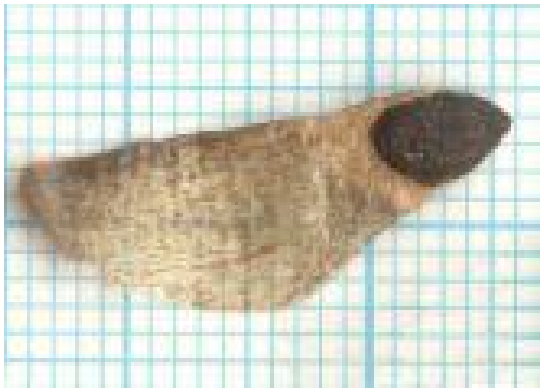
(a)  (b)

Figure 03- (a) Graine ailée de Pin d'Alep (Site Web 2), **(b)** Cônes mûrs (Photo personnelle)

Les arbres jeunes ont une forme assez régulière. Les plus âgés, dégarnis à la base, ont un houppier plus dispersé, une cime irrégulière et peu dense.

Les fleurs mâles et femelles, encore appelées strobiles, ne sont pas réparties aléatoirement dans l'arbre. Il existe un gradient de sexualité au sein de la couronne, des branches et le long des rameaux (BONNET-MASIMBERT, 1991 in PHILIPPE et *al.*, 2006). D'une manière générale, les fleurs femelles sont portées par des pousses vigoureuses, dressées ou horizontales. Elles apparaissent sur les verticilles supérieurs de la cime, dans la partie distale des branches et donc sur des rameaux ayant un ordre de ramification peu élevé. À l'inverse, les strobiles mâles se trouvent le plus souvent sur des pousses peu vigoureuses, horizontales ou pendantes. Ils se rencontrent de préférence dans le bas du houppier, dans la partie proximale des branches, sur des rameaux ayant un nombre de ramification élevé, (DEBAZAC, 1963 ;

BARADAT, 1967 ; LEE, 1979 ; GREENWOOD, 1980 ; OWENS, 1991 ; CLARKE et MALOOLM, 1998 in PHILIPPE et *al.*, 2006). Quand des fleurs des deux sexes sont initiées sur une même pousse, les mâles occupent une position proximale tandis que les femelles se trouvent en position distale (OWENS et BLAKE, 1986 in PHILIPPE et *al.*, 2006).

Le Pin d'Alep de la région circum-méditerranéenne est souvent un arbre de taille moyenne ne dépassant pas 30 m de hauteur, à tronc généralement sinueux, à écorce d'abord écailleuse d'un gris argenté ou rougeâtre puis à rhytidome crevassé. Les aiguilles sont fasciculées par deux, fines de 1 mm environ d'épaisseur, souples, de 6 à 15 cm de longueur et de couleur vert clair ou foncé.

Les pousses vigoureuses sont polycycliques donnant à l'arbre une cime diffuse. Les cônes sont pédonculés, isolés ou par petits groupes, ovoïdes-coniques à écusson peu proéminant et toujours longuement persistants.
L'anatomie du bois est caractérisée par des parois minces et dépourvues d'ornementation et des trachéïdes horizontales (KADIK, 1987).

4. Exigences écologiques de l'espèce

Le Pin d'Alep est une essence méditerranéenne qui possède l'amplitude écologique la plus vaste (NAHAL, 1962). Il pousse dans des zones où les précipitations annuelles sont comprises entre 200 et 1500 mm. La pluviométrie ne semble pas être un facteur déterminant de la répartition de l'espèce, même si c'est entre 350 et 700 mm de précipitations annuelles qu'elle présente son développement optimal (QUEZEL, 1986 a).

Un des facteurs climatiques majeurs limitant l'expansion du pin d'Alep est la température. On le rencontre dans des gammes de températures moyennes annuelles allant de 11 à 19 °C, ce qui correspond à peu près à des moyennes des minima du mois le plus froid comprises entre -2 et 6 °C. Le pin d'Alep peut supporter des froids accidentels de -15 à -18 °C, à condition qu'ils restent exceptionnels et de courte durée (NAHAL, 1962).

Le Pin d'Alep pousse sur des substrats tels que la marne, le calcaire les schistes ou les micaschistes ; on ne le trouve par contre pas sur les granites ou les gneiss. En fait, le Pin d'Alep semble indifférent à la nature de la roche-mère, mais semble s'installer préférentiellement sur les substrats meubles ou friables (LOISEL, 1976). On le trouve également sur des sols très variés qui vont de lithosols (recolonisation d'éboulis par exemple) aux sols évolués profonds (recolonisation de terrasses par exemple). Si la profondeur du sol est directement corrélée au

niveau de production des peuplements, il n'existe par contre pas de relation entre cette profondeur et la présence ou l'absence de pin d'Alep (ABBAS et *al*., 1985 a,b). Les arbres qui se développent sur sol pauvre sont tout de même généralement chétifs et clairsemés (NAHAL, 1962). Le Pin d'Alep supporte beaucoup mieux que la plupart des autres essences provençales un taux élevé de calcaire actif (LOISEL, 1976). Il tolère très mal les sols sablonneux, sans doute en raison de l'assèchement trop intense qu'ils subissent durant l'été. Il ne tolère pas non plus la présence de nappes aquifères permanentes qui provoquent l'asphyxie de son système racinaire (QUEZEL, 1986 b).

Le Pin d'Alep s'observe, sur toute l'étendue de son aire, essentiellement sur les calcaires marneux et les marnes, qui lui est le plus favorable. Malgré cette préférence, le Pin d'Alep colonise largement les substrats calcaires compacts fissurés au Maroc et en Algérie. Même s'il laisse généralement la place à *Pinus pinaster* sur les substrats siliceux, le Pin d'Alep peut localement constituer des formations de belle venue sur sols acides en Provence et en Sardaigne, surtout en position sub-littorale (MOLINIER, 1954 in QUEZEL et MEDAIL, 2003). En Algérie, il est également présent sur grès, notamment dans l'Atlas saharien. En revanche, certains milieux l'excluent de façon absolue, notamment les substrats sablonneux, halo-gypseux ou limoneux. C'est ainsi qu'en Afrique du Nord steppique, il colonise largement les steppes rocailleuses à *Stipa tenacissima*, alors qu'il est exclu des steppes limoneuses à *Artemisia* (LE HOUEROU, 1995 in QUEZEL et MEDAIL, 2003). Il est également absent des zones présentant des nappes aquifères superficielles, au moins pendant une partie de l'année.

C'est une essence de lumière (espèce héliophile) qui supporte de forts éclairements et de longues périodes de sécheresse (espèce xérophile), mais ne supporte pas les gelées rigoureuses et des températures en dessous de -5°C plusieurs jours. Rusticité limité, tolère jusqu'à -10°C.

Les forêts de pin d'Alep peuvent se développer sur tous les substrats et presque tous les bioclimats de la région méditerranéenne. Il peut être trouvé aux altitudes de 0–600 m dans le nord méditerranéen et 0–1400 m dans le sud méditerranéen (thermo et méso niveaux méditerranéens). Il peut atteindre plus hautes altitudes, par exemple 2.600 m dans l'Atlas le plus haut du Maroc.

Le développement optimal des forêts de *Pinus halepensis* se produit à des précipitations annuelles de 350–700 millimètres et à des températures minimales absolues entre –2 et +10°C (bioclimats semi-aride et sub-humide) (BRUNO et *al.*, 2003).

On le rencontre sur les sols argilo-calcaires, chauds et ensoleillés (espèce thermophile) des massifs littoraux, les éboulis ou même encore dans les fentes de rochers en bordure de mer. Il s'adapte très bien sur sols pauvres, superficiels, ou caillouteux. Indifférent à la nature du sol (calcaire ou acide). Réserve utile minimale : 50 mm d'eau/mètre.

Sur le littoral, les pins d'Alep subissent des déformations ou anémomorphoses sous l'effet des vents chargés d'embruns; les rameaux exposés qui subissent des pertes d'eau importantes et les effets néfastes de substances toxiques écumées par les vents sur la surface de la mer, se nécrosent et meurent alors que les parties abritées persistent. Comme tous les résineux, il est très sensible au feu mais sa dissémination est favorisée par le feu, les cônes éclatent et sont projetés à plusieurs mètres de l'arbre lors des incendies (espèce pyrophile). Il constitue des bois ou pinèdes dans le midi méditerranéen considérés comme des forêts de substitution à la forêt mixte de chêne vert et de chêne liège (Site Web 2).

5. Valeur écologique et syntaxonomique du Pin d'Alep

Dans la partie méridionale du bassin méditerranéen, le Pin d'Alep contribue largement à la reforestation des zones dégradées. Dans cette partie, il constitue de véritables forêts climaciques. Il possède aussi une grande affinité avec le Pin brutia avec lequel il peut s'hybrider.

C'est une espèce largement répandue dans le bassin méditerranéen et actuellement en pleine expansion en France. Cette essence résiste bien à la sécheresse et aux perturbations tout en étant d'une plasticité écologique remarquable (RATHGEBER, 2002).

Le rôle des pins dans la dynamique de la végétation méditerranéenne a longtemps été débattu. En se fondant sur des observations réalisées surtout au nord-ouest du bassin, divers auteurs (notamment BRAUN-BLANQUET, 1936 ; MOLINIER, 1937 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) ont refusé à ces espèces toute valeur dans l'organisation de la végétation potentielle ou climacique, les considérant comme constituant de simples stades plus ou moins bloqués de végétation (paraclimax), évoluant normalement vers la constitution de véritables climax à base de chênes, le plus souvent sclérophylles. En fait, le développement des recherches notamment au sud et à l'est de la Méditerranée (NAHAL, 1962 ; ACHHAL et *al.*,

1980 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) a confirmé que ces arbres, dans un certain nombre de situations écologiques, étaient parfaitement capables de constituer de véritables structures de végétation potentielle.

En bioclimats sub-humide et humide et aux étages méso- et localement supra-méditerranéen, très généralement pour *Pinus halepensis* et beaucoup moins pour *Pinus brutia*, ils constituent en effet des stades transitoires de végétation, s'inscrivant dans les séries dynamiques de végétation bien connues sur le pourtour méditerranéen (QUEZEL et BARBERO, 1992). Pour *Pinus halepensis,* cette succession est devenue encore plus évidente depuis quelques décennies, à la suite des phénomènes de déprise agricole généralisée, survenus dans les pays du nord de la méditerranée (ACHERAR et *al.*, 1984 ; BARBERO et *al*., 1990 in QUEZEL et MEDAIL, 2003), où la stratégie expansionniste de ce pin l'a conduit à occuper de vastes territoires, aux dépends des cultures abandonnées, mais aussi des matorrals et des anciennes zones de pâturage. Le passage progressif de ces pinèdes à des forêts dominées par les chênes sclérophylles (*Quercus ilex*), mais aussi par les essences caducifoliées sur sols profonds (*Quercus pubescens*) ou dans les secteurs à bioclimat humide –cas de la progression de l'*Ostrya carpinifolia* et du *Fraxinus ornus* en Ligurie et en Croatie- est en train de se produire actuellement (QUEZEL et MEDAIL, 2003). Au contraire, *Pinus brutia* dans les mêmes situations bioclimatiques que le Pin d'Alep, accuse d'une façon évidente une forte tendance à constituer des peuplements stables et qu'il est bien difficile de ne pas considérer comme potentiels notamment en Anatolie (AKMAN et *al.*, 1978 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) et au Proche-Orient (ABI-SALEH et *al.*, 1976 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) (Fig. 4). Dans les autres situations bioclimatiques, la signification dynamique de ces pinèdes est variable.

À l'étage thermo-méditerranéen humide et sub-humide, les schémas sont théoriquement identiques à ceux évoqués ci-dessus. Toutefois, la faible représentation à ce niveau des espèces du genre *Quercus* permet l'individualisation de groupements climaciques à pins, comme LOISEL (1976) l'a montré en particulier en Provence, situation qui se retrouve assez couramment au Maghreb pour *Pinus halepensis*.

En bioclimat semi-aride, et à plus forte raison aride, aux étages thermo- et surtout méso-méditerranéens, le Pin d'Alep est susceptible de constituer de vastes peuplements de type préforestier, voire présteppique. Ici encore, en l'absence quasi-totale de toute autre essence forestière majeure, sauf de *Tetraclinis articulata* au Maroc et localement de *Juniperus*

turbinata en position pré-saharienne (QUEZEL et BARBERO, 1990). C'est le cas notamment sur les Hauts-Plateaux et sur la dorsale tunisienne, où il forme des structures climaciques dans ces types de situation écologique.

En Algérie, KADIK (1983) et en Tunisie centro-méridionale, LONG (1954) et LE HOUÉROU (1969), *Pinus halepensis* constitue de véritables structures de végétation potentielle. C'est le cas en particulier à l'étage thermo-méditerranéen sur substrats marneux ou calcaro-marneux, essentiellement dans la majeure partie du semi-aride, voire de l'aride. Sur l'Atlas saharien, les Aurès et la dorsale tunisienne, ses peuplements s'enrichissent notamment de diverses légumineuses : *Hedysarum pallidum, H. naudinianum, Genista microcephala, G. cinerea subsp. Speciosa, Erinacea anthyllis subsp. Shoenenbergeri*, etc. Il peut végéter en mélange avec le Thuya de Berbérie, en particulier dans l'Algérois (BAUMGARTNER, 1965 in QUEZEL et MEDAIL, 2003).

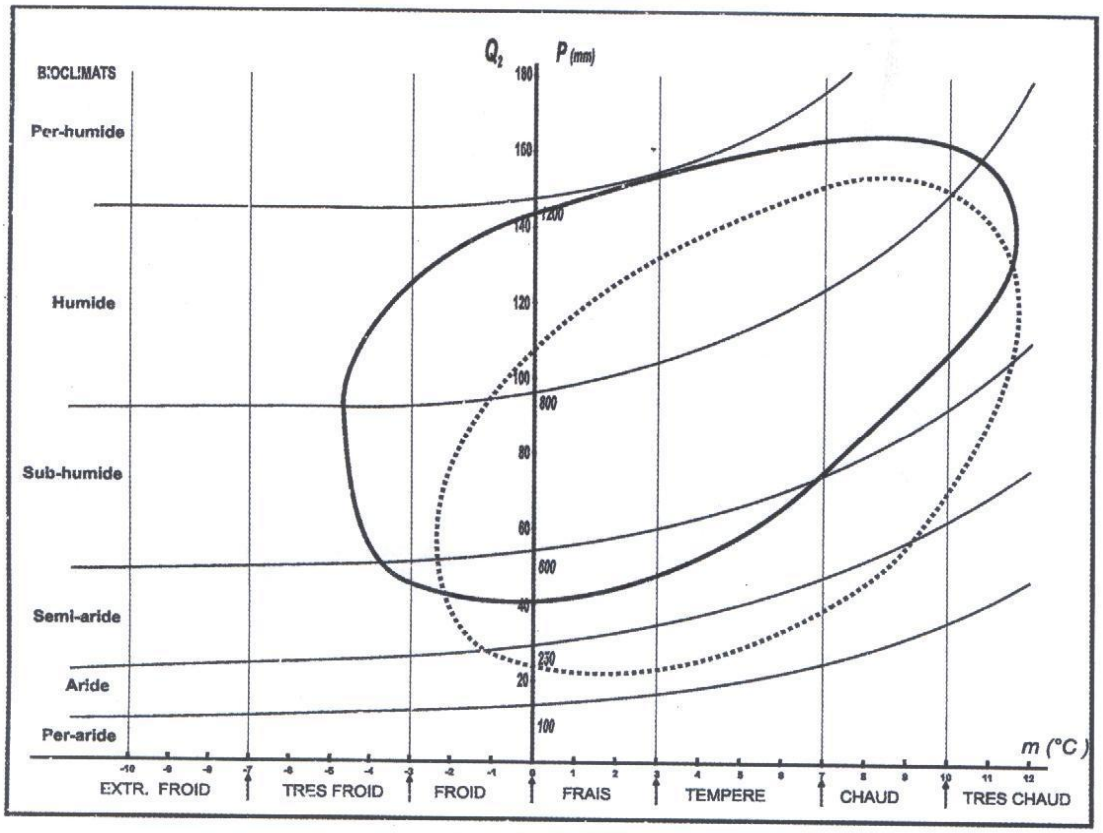


Figure 04- Aires de projection des exigences bioclimatiques du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) (Ligne pleine) et du Pin brutia (*Pinus brutia* Ten.) (Pointillés) sur le climagramme

d'Emberger ; en ordonnées : coefficient pluviothermique Q_2 ou précipitations moyennes annuelles P ; en abscisses : moyenne des minima du mois le plus froid de l'année, *m*. (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

Sur le plan phytosociologique, les forêts de Pin d'Alep relèvent de la classe des *Querceta illicis* (MAIRE, 1926 ; BRAUN BLANQUET, 1936 ; RIVAS-MARTINEZ, 1975 et DJEBAILI, 1979 in KAABACHE, 1995). Cette classe représentée sur le plan physionomique par une végétation ligneuse xérique, traduit le plus fidèlement les conditions climatiques de la région méditerranéenne. Ce type de végétation est dominé par des formations à feuilles persistantes qui constituent la végétation climax d'une grande partie du cercle de groupements méditerranéens. Malheureusement, le manteau forestier primitif presque disparu sauf dans quelques contrées montagnardes, reculées et éloignées des centres d'habitation.

La syntaxonomie des groupements à Pin d'Alep est la suivante (BENTOUATI, 2006) :

Classe : *Querceta illicis*. (BRAUN BLANQUET, 1936)
Ordre : *Quercetalia illicis* (BRAUN BLANQUET, 1936 et RIVAS MARTINEZ, 1975)
Alliance : *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* (DJEBAILI, 1979)
Association : *Pinetum halepensis* (MAIRE, 1926)
Cette association est répartie sur les sommets et hauts versants de l'Atlas saharien ainsi que sur les versants des Aurès.

6. Phénologie de l'espèce

Les observations phénologiques constituent la méthode la plus importante de l'étude de la relation entre le rythme de développement d'une espèce et les variations écologiques du milieu ambiant. L'étude phénologique du Pin d'Alep entreprise par plusieurs auteurs permet de déceler les observations phénologiques suivantes :

• La reprise de la végétation chez le pin d'Alep est relativement tardive et se situe entre février et mars (SERRE 1976 a et b ; NICAULT et *al.*, 2001).

• Les mois de mai et juin correspondent à la période de croissance (radiale et apicale) maximale (SERRE 1976 a et b ; NICAULT et *al.*, 2001).

• La période de croissance est stoppée par la sécheresse vers le mois de juillet (SERRE 1976 a et b ; NICAULT et *al.*, 2001).

• En automne, les rameaux ne semblent s'allonger que très peu (SERRE, 1976 b), la croissance radiale par contre reprend de façon significative (NICAULT et *al.*, 2001).

• Le Pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (SERRE, 1973).

• Les cônes mûrissent au cour de la deuxième année et laisse le plus souvent échapper leurs graines au cours de la troisième année (NAHAL, 1962 ; FRANCELET, 1970).

• La dissémination naturelle des graines a lieu entre la fin du mois d'août et la fin du mois d'octobre. Le cône doit avoir subi de fortes chaleurs, qui détruisent les joints de résine entre les écailles, pour pouvoir s'ouvrir (FRANCELET, 1970).

• La germination peut avoir lieu, soit à la fin de l'automne, soit au début du printemps (CALAMASSI et *al.*, 1984).

• Le Pin d'Alep fructifie dès l'âge de 10 à 12 ans, mais les graines qu'il produit ne sont aptes à germer que lorsqu'il a atteint l'âge de 18 à 20 ans (NAHAL, 1962).

• D'après NAHAL (1962), 100 kg de cônes produisent à peu près 50 kg de graines ailées, 1 kg de graines comptant environ 50.000 graines. De plus, les graines conservent leur pouvoir germinatif pendant au moins deux ans.

7. Régénération chez le Pin d'Alep

La colonisation par le Pin d'Alep est limitée par la distance assez faible de dissémination des graines : seulement 3 % des graines tombent à plus de 24 m du semencier (ACHERAR et *al.*, 1984).

Les graines germent rapidement et en masse, à la lumière, pendant la saison humide. La mortalité est forte chez les jeunes semis, notamment au cours des deux premières années, mais la grande production de semences et leur taux de germination élevé permettent de compenser ces pertes (NAHAL 1962 ; ACHERAR et *al.*, 1984).

Les semis ont besoin de lumière, mais un léger couvert leur est plutôt favorable (ACHERAR et *al.*, 1984). Ils sont capables de s'installer sur la plupart des types de sol, mais un recouvrement important des herbacées leur est très défavorable. TRABAUD (1976) in QUEZEL et MEDAIL (2003), rapporte que la régénération sous pinèdes, même dense, ne pose aucun problème car l'éclairement reste suffisant. Ce point de vue n'est pas partagé par

ACHERAR (1981) qui affirme que le Pin d'Alep ne se régénère que difficilement sous son propre couvert où il est le plus souvent remplacé par *Quercus ilex pubescens.*

Le Pin d'Alep possède une banque de graines aériennes constituée par certains cônes sérotineux qui ne s'ouvrent que lorsqu'ils sont soumis à de très fortes températures (ACHERAR, 1981). Le feu provoque l'éclatement de ces cônes et favorise la dispersion des graines grâce au déplacement turbulent de masses d'air chaud qui peuvent transporter les graines sur des distances importantes. Les graines de pin d'Alep peuvent supporter des températures comprises entre 130 et 150 °C (ACHERAR, 1981). Le feu ouvre le couvert végétal, supprimant ainsi pour un temps la compétition avec le reste de la végétation (ACHERAR, 1981).

Le Pin d'Alep n'atteint pourtant sa pleine maturité que vers 20 ans, et ses graines sont, de surcroît, assez peu mobiles. Si, sur une zone donnée, la fréquence des incendies devient supérieure à 20 ans, le Pin d'Alep ne sera pas capable ni de s'y maintenir, ni de la recoloniser et en sera donc exclu (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

8. Intérêt économique de l'espèce

Le bois du Pin d'Alep est recherché tant pour les usages industriels (pâte à papier) que comme bois d'œuvre, pour l'ameublement, les parquets et lambris, bois de mine et poteaux télégraphiques, etc. Son bois souple et dur fut utilisé pour l'étayage des mines, la construction navale et la charpenterie (Site Web 1).

Le Pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine (la gemme) par arbre et par an (PARAJOANNOU, 1954 in KADIK, 1987). La gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80 % de cellophane. Son essence est plus appréciée que celle du Pin maritime et des autres Pins d'Amérique ou d'Europe. Cette gemme a aussi des usages médicinaux (KADIK, 1987).

Les bourgeons de pin, très résineux, ont aussi une utilisation médicinale, comme balsamiques et diurétiques, transformés notamment en sirops et pastilles. Du bois, on extrait aussi par distillation le goudron de Norvège, à propriétés balsamiques et antiseptiques. C'est une essence de reboisement, utilisée aussi pour l'ornement (Site Web 1).

Les pignons de pins sont comestibles et utilisés en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangés cru en cassant leur coque (Site Web 1).

9. Répartition géographique

9.1. Dans le monde

La répartition du Pin d'Alep, dont les peuplements atteignent environ 3,5 millions d'hectares, est actuellement de type essentiellement méditerranéen-occidental, mais il est localement présent dans les portions méridionales du bassin oriental (NAHAL, 1962 ; QUEZEL, 1980). Le choix discutable de son épithète spécifique a amené divers auteurs à contester son indigénat, en méditerranée nord-occidentale en particulier, jusqu'à ce que l'accumulation des données historiques vienne infirmer ces allégations (PONS, 1992 in QUEZEL et MEDAIL, 2003).

II est intéressant de signaler que ce Pin n'existe pas à l'état naturel dans la région d'Alep, au nord de la Syrie. Le pin qu'on trouve à l'état spontané dans cette région est un pin voisin, le Pin brutia, avec lequel il a été confondu (NAHAL, 1986).

C'est incontestablement au Maghreb qu'il offre son développement maximal (Fig. 5), puisqu'il peut être présent pratiquement partout, des bords de mer jusque sur les massifs pré-sahariens. Toutefois, pour des raisons écologiques, il fait défaut au Maroc atlantique et sur le littoral humide de Kabylie et de Khroumirie (Tunisie) (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

En Espagne, le Pin d'Alep est cantonné sur la côte méditerranéenne où il forme des peuplements assez importants, notamment dans les chaines littorales de Catalogne, de la région de Valence et de Murcie ; il est moins fréquent en Andalousie. Vers l'intérieur, il se trouve en colonie disjointe dans la haute vallée du Tage et sur le pourtour de la vallée de l'Ebre. Aux îles Baléares, il monte jusqu'à 1.200 m d'altitude (KADIK, 1987).

En France, il est fréquent en Provence et assez peu répandu et épars à l'Ouest du Rhône qu'il remonte jusqu'aux environs de Montélimar. En Corse, sa spontanéité est douteuse (région de Saint Florent) (KADIK, 1987).

En Italie, le Pin d'Alep est peu abondant ; il se rencontre sous forme de massifs dans la province de Tarente. Il occupe quelques localités en Sardaigne et en Sicile.

Dans les Balkans, il est présent sur le littoral adriatique surtout au sud de Split et réapparait abondamment dans certaines zones de la péninsule héllénique notamment en Péloponèse nord occidental, en Attique, en Eubée et en Chalcidique occidentale (KADIK, 1987).

Au proche orient, en Turquie, il n'a été signalé avec certitude qu'au nord- est d'Adana (QUEZEL et PAMUCKCUOGLU, 1973). En Syrie, quelques peuplements existent sur le revers Ouest de la chaine des Alaouites (BARBERO et *al.*, 1976).

Sur le littoral libanais, il se trouve ça et là (ABISALEH et *al.*, 1976). En Palestine et en Jordanie, il forme quelques massifs importants.

En Lybie, il existe quelques localités en Cyrénaïque littoral.

Au Maroc, le Pin d'Alep est rare ; (EMBERGER 1939, BOUDY, 1954 in KADIK, 1987), son aire est disjointe, il constitue néanmoins quelques peuplements généralement isolés sur le pourtour des grands massifs montagneux et en particulier du Rif où il est relativement fréquent sur le versant méditerranéen du Moyen Atlas (région d'Azrou, Ahermoumou des hautes Chaines orientales) et aussi du Haut Atlas où il est assez répandu dans les vallées internes du versant septentrional jusqu'au sud ouest de Marrakech. Il existe aussi quelques colonies sur les versants subsahariens de la chaine, enfin le Pin d'Alep forme quelques peuplements dans le Maroc oriental et en particulier sur les monts de Debdou.

EMBERGER (1939) in (KADIK, 1987), pense que le Pin d'Alep est une espèce relique au Maroc où, à une époque plus ou moins lointaine, il avait une aire beaucoup plus étendue.

En Tunisie, le Pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux, il est concentré notamment sur la Dorsale tunisienne et l'Oued Mellègue (KADIK, 1987).

L'importance des surfaces occupées par *Pinus halepensis* dans quelques pays méditérranéens est mentionnée dans le Tableau 01 (BENTOUATI, 2006) :

Tableau 01- Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens

Pays	**Superficie (ha)**	**Source**
Algérie	852.000	MEZALI (2003)
Maroc	65.000	BAKHIYI (2000)
Tunisie	170.000 à 370. 000	CHAKROUN (1986), AMMARI et *al.* (2001)
France	202.000	COUHERT et DUPLAT (1993)
Espagne	1.046.978	MONTÉRO et *al.* (2001)
Italie	20.000	SEIGUE (1985)
Grèce	330.000	SEIGUE (1985)

Figure 05- Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne (FADY et *al.*, 2003)

9.2. En Algérie

En l'Algérie, l'aire de répartition de *Pinus halepensis* qui couvre 850.000 ha s'étend essentiellement dans la partie septentrionale du pays, exception faite de la région Nord orientale. C'est ainsi qu'il occupe de vastes peuplements en Oranie (Sidi-Bel-Abbes, Saida, Tlemcen, Tiaret, Ouarsenis) sur le Tell algérois (Médéa, Bibans), sur l'Atlas saharien (Monts des Ouleds Nails). Dans le Constantinois, il est surtout localisé dans les Aurès et les Monts de Tébessa où il rejoint la Tunisie par la dorsale (KADIK, 1987).

Nous énumérons ci-dessous les principales régions de répartition de l'espèce en Algérie (KADIK, 1987) : (Fig. 6)

- Les forêts littorales

Le Pin d'Alep sur le littoral algérois et le littoral oranais occupe une faible étendue. Le sahel d'Alger fait la transition avec la zone de chêne liège proprement dite et les zones forestières à Pin d'Alep, Thuya et Chêne vert.

-Les forêts du Tell

Les espèces forestières les plus répandues sont le Pin d'Alep, le Chêne vert, le Thuya et le Genévrier de Phénicie. Les forêts de Pin d'Alep sont constituées par trois blocs :

(ï) Les forêts des Monts de Tlemcen : Le Pin d'Alep occupe surtout le Tell méridional et les Monts de Slissen.

(ïï) Les forêts des Monts de Daïa : C'est une région fortement boisée, domaine par excellence du Pin d'Alep qui constitue un ensemble allant jusqu'aux portes de Sidi-Bel-Abbes. Les principaux massifs sont ceux de Tenira, Zegla, Touazizine, Guetarnia.

(ïïï) Les forêts de Saida comprennent des futaies bien venantes, notamment celles de Fenouane, Djaâfra, Doui-Tabet, Tafrent.

Les forêts de Tiaret sont des mélanges à base de Pin d'Alep et de Chêne vert, notamment les massifs de Tagdempt et des Sdamas.

-Le Tell algérois

L'Atlas tellien part de l'Ouarsenis aux Bibans, il est dominé par les formations à Pin d'Alep et Chêne vert.

Les massifs de l'Ouarsenis sont recouverts en grande partie par des futaies de Pin d'Alep et des taillis de chêne vert, le Thuya et le Genévrier oxycèdre accompagnent ces deux espèces principales. A Ouarsenis, se rattachent les forêts de Médéa, Berrouaghia et de Ain-Boucif qui en sont le prolongement.

Les forêts des Bibans comprennent principalement des peuplements des Ouled Okhriss et des Ksenna qui sont constitués de futaies renfermant 9/10 de Pin d'Alep.

-Le Tell constantinois ne comporte pas de massifs étendus de Pin d'Alep, il est en mélange au Chêne vert.

-Les Pinèdes de l'Atlas saharien

Les forêts de Pin d'Alep sont surtout localisées sur les montagnes jurassiques et crétacées des Monts des Ouled Nails. Les plus beaux peuplements sont situés sur les montagnes de Djelfa (Ain-Gotaia, Sénalba, Sahary). Près de Bou-Saada se trouve le peuplement forestier de Messaad. Les autres massifs sont ceux des Djellal, de Medjedel, Zemra et le Bou-Denzir.

-Les forêts des Aurès Nememcha

Les massifs du Hodna sont constitués de forêts mélangées à Pin d'Alep et Chêne vert.

Les forêts des Aurès sont dominées par le Pin d'Alep sur les versants Sud, ailleurs, cette essence est en mélange avec d'autres espèces (Chêne vert, Genévrier de Phénicie,…). Les plus beaux peuplements de Pin d'Alep sont situés entre 1000 et 1400 mm d'altitude dans les massifs des Beni-Melloul, Beni-Oudjana et des Ouled yagoub. Alors que le massif des Ouled Fedhala est dominé par le chêne vert. À Tébessa, les pineraies sont assez clairiérées, notamment celles des Ouled Sidi-Abid et de Brarcha Allaouna. Le massif de Ouled Sidi-Yahia Ben-Taleb est relativement bien venant.

KADIK (1987), après une étude de l'écologie, la dendrométrie et la morphologie du Pin d'Alep en Algérie a conclus que cette essence apparait avec une fréquence et une vitalité très inégale suivant les régions. L'aire optimale du Pin d'Alep en Algérie est déterminée à la fois par les facteurs climatiques et les facteurs humains. Ces derniers paraissent néanmoins prépondérants et semblent à l'origine d'une translation de l'aire du Pin d'Alep du sud vers le nord.

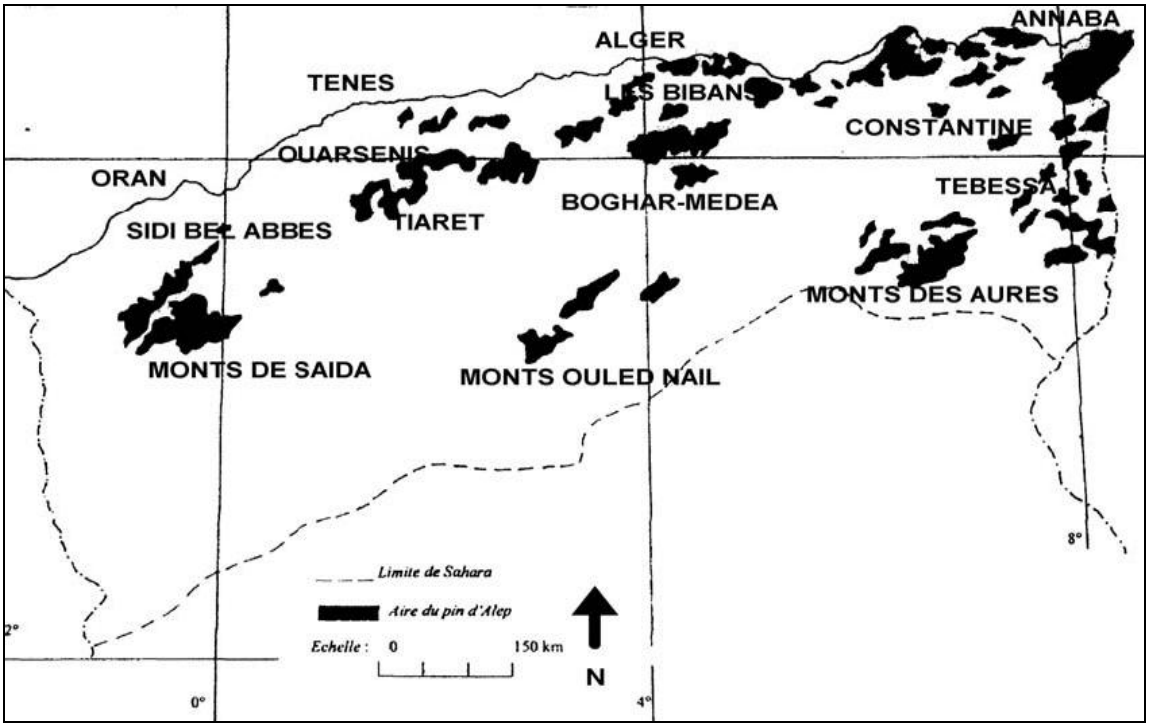


Figure 06- Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie (KADIK, 1987)

9.3. Dans le Parc National de Belezma

Contrairement aux autres régions de l'Aurès, les forêts de Pin d'Alep sont faiblement représentées sur le massif du BELZEMA. Elles se localisent sur la partie orientale du Parc et notamment sur le bas de versant du Dj. Kasserou ou sur le Dj. Sarif. Elles se développent sur terrains calcaires gréseux ou marno-calcaires du Jurassique ou calcaire dolomitique du Lias. La tranche altitudinale occupée sur cette montagne varie de 1.000 à 1.400 m (SAHLI, 2003).

L'influence de l'exposition joue un rôle essentiel. Quand on passe d'un versant ombragé à un versant ensoleillé on remarque une substitution de certaines espèces, notamment *Ampelodesma mauritanica* (Diss) ou *Juniperus oxycedrus* au profit de *Stipa tenacissima* (Alfa)

et *Juniperus phoenicea*. C'est ce qui permet de subdiviser cette formation en deux faciès secondaires (SAHLI, 2003).

Un faciès de Pin d'Alep à chêne vert sur versant Nord du Dj. Kasserou à proximité de l'Oued Dechra sur substrat marno-calcaire. La strate arborée dominée par *Pinus halepensis* a un taux de recouvrement faible de 40 %. Le sous-bois est constitué de *Quercus ilex* en cépées, *Genista cinerea, Genista microcephala, Phyllerea angustifolia, Ampelodesma mauritanica, Globularia alypum*. Ce faciès traduit une ambiance bioclimatique du semi-aride supérieur avec 400 mm/an (SAHLI, 2003).

Un faciès de Pin Alep, à genévrier rouge sur versant sud du Dj. Kasserou. Le Pin d'Alep, de forme arbustive, se caractérise par un bon recouvrement (70%) et un sous-bois dominé par le genévrier rouge. Vers 1.200 m d'altitude, apparait *Stipa tenacissima* et *Genista microcéphala*. Cette composition floristique reflète des conditions bioclimatiques du semi-aride frais à doux. Les précipitations varient de 320 à 400 mm/an sur ce versant (SAHLI, 2003).

Aujourd'hui, le Pin d'Alep est présent par des peuplements naturels (Djerma et une partie de Bouilef) et artificiels issus des reboisements de 1963 pour Hamla et Djerma, et une partie de la forêt récréative de Bouilef en 1974. L'état des peuplements est bienvenant, on note cependant quelques attaques de chenille processionnaire mais sans trop de dégâts. Les peuplements naturels de Bouilef et de Djerma sont des futaies irrégulières où tous les stades de développements sont observés. Afin de leur permettre un bon développement et de les préserver des incendies, ces peuplements doivent faire l'objet de travaux sylvicoles notamment par des dépressages, éclaircies, élagage et bandes sécuritaires. Les bandes sécuritaires concerneront les massifs traversés par des routes et pistes cas de Djerma (ANONYME, 2010).

Tableau 02- Situation écologique du pin d'Alep dans le parc national de Belezma (ANONYME, 2010).

Unité Ecologique	**Sous unité écologique**	**Nature du couvert végétal**	**Caractéristique**	**Superficie**
Pinède	1-Pineraie à romarin	Pin d'Alep avec un sous bois dense composé de : *Rosmarinus officinalis, Calycotum spinosa Globularia alypum* et *cistus*	Formation xérophile reposant sur une roche mère calcaire	184,70 ha

	2-Pineraie artificielle	Reboisement du pin d'Alep en mélange avec *Cupressus*	Datant de 1963 et 1974 il est assez dense	431 ha

10. Situation et problèmes de dégradation de l'espèce en Algérie

Les facteurs climatiques et à un moindre degré les facteurs édaphiques déterminent la vie des espèces et leur évolution. L'extension du Pin d'Alep dans les zones subsahariennes est limitée au sud et au nord non seulement par les facteurs climatiques défavorables (influences steppiques et sahariennes) mais aussi par un sol peu épais (à faible réserve hydrique) caractérisé par l'existence à faible profondeur d'un encroutement le plus souvent imperméable (hydromorphie temporaire) et fréquemment formant obstacle à la pénétration du système racinaire (KADIK, 1987).

La régénération notamment dans les pineraies marginales (où la pluviométrie est inférieure à 300 mm) est soumise à des considérations d'ordre écologique, cultural et humain résultant en particulier de la durée et de l'intensité de la saison sèche, de la fréquence des incendies, du pâturage non contrôlé, de l'absence d'une sylviculture appropriée (KADIK, 1987).

Afin de lutter contre la désertification, vers les années 70, fut lancé en Algérie le programme du barrage vert qui consiste en une bande boisée de 1200 kilomètres de long sur 20 kilomètres de large, le reboisement en essences forestières est constitué essentiellement de Pin d'Alep qui occupe la plus grande place avec 106.000 hectares, soit 86 % du total, suivi par l'amélioration pastorale avec près de 13 000 ha, soit 12% et, enfin, par la plantation fruitière (2.300 ha) et la fixation des dunes (1.900 ha), soit environ 0,5 % pour chaque type. L'examen du bilan de vingt années d'efforts montre que l'on est en deçà des espoirs puisque, sur les 160 000 hectares de plantations prévus, seuls 120 000 hectares ont été réalisés, le taux de réussite n'étant que de 42 %. Les aspects techniques et les données socio-économiques de la zone expliquent ces résultats. La monoculture du Pin d'Alep a entrainé une prolifération de la chenille processionnaire qui a détruit une grande partie des reboisements. Les arbres qui arrivent à survivre sont chétifs, leur croissance est ralentie et ils sont exposés à d'autres ravageurs notamment la tordeuse du Pin qui affecte le bourgeon terminal et compromet définitivement la croissance du plant.

La diversification des essences eut été un gage de pérennité du barrage car elle était largement possible. De plus, le mélange améliore la qualité du sol. Le choix n'a été rectifié que bien plus tard (en 1982) par l'introduction de diverses espèces. En 1982, l'arrivée de jeunes appelés universitaires (forestiers, pastoralistes, etc.) donna une impulsion nouvelle aux travaux de reboisement. Malheureusement, quelques années plus tard, au moment où la conception du projet prenait une nouvelle orientation, l'armée se retira, laissant derrière elle des plantations fragiles qu'il fallait impérativement protéger du pâturage, des coupes et des incendies. La loi de 1983 relative à l'accession à la propriété foncière en zones semi-aride ne facilitait pas la tache. De même qu'il est urgent de faire un bilan scientifique de toute l'œuvre pour ne pas commettre les mêmes erreurs que par le passé et, surtout, afin de résorber le chômage, le Conseil des ministres du mois d'octobre 1994 a décidé la reprise des travaux du barrage vert (BENSAID, 1995).

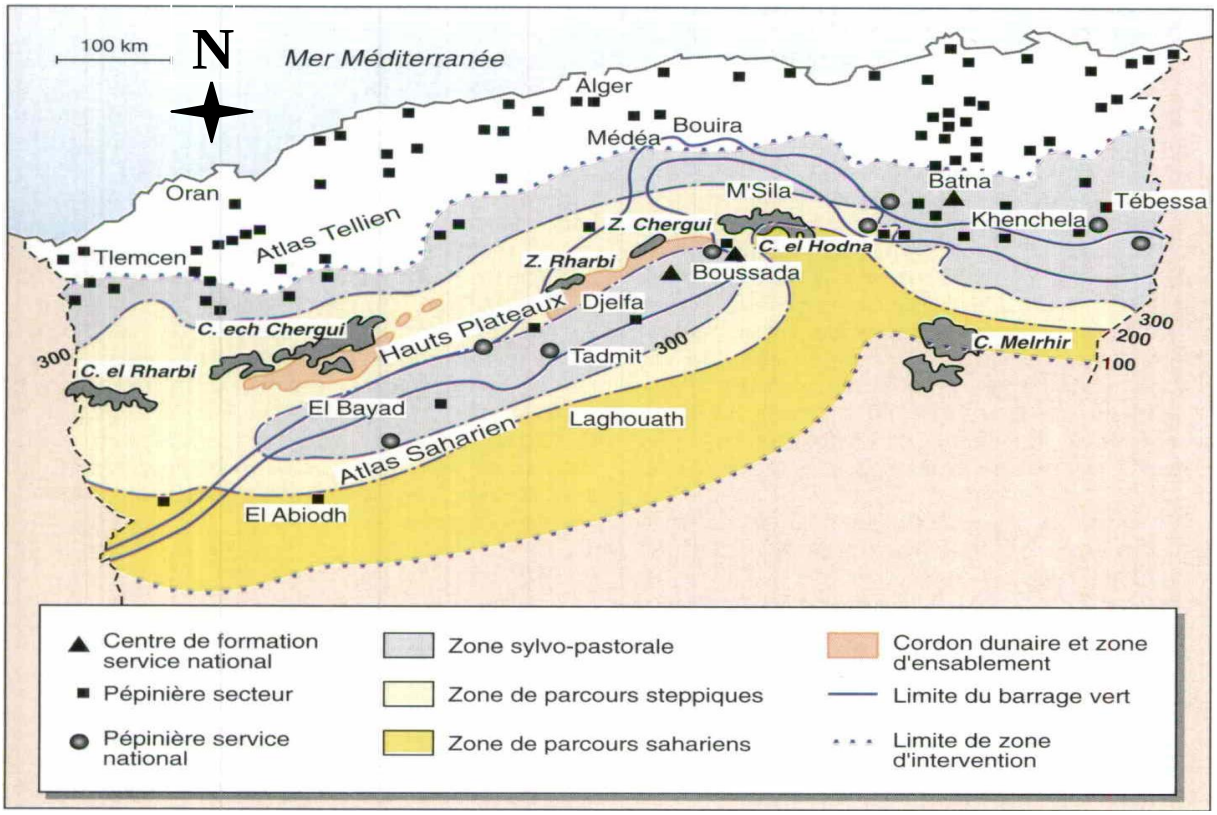


Figure 07- Carte de situation du barrage vert (BENSAID, 1995)

Le Pin d'Alep qui s'étend du littoral aux montagnes de l'Atlas Saharien présente une formation végétale menacée par la mauvaise gestion des forêts. Il est de plus en plus manifeste que le déboisement résulte d'un complexe processus d'extension territoriale (Voir Annexes).

L'exploitation des forêts élargissent souvent l'accès aux zones forestières et exposent celles-ci à un risque accru d'incendie. Les forêts de Pin d'Alep représentent, à elles seules, 1/3 de l'ensemble des surfaces brûlées dans la région méditerranéenne. Fort heureusement, ces essences sont caractérisées par des mécanismes physiologiques qui associent au feu l'ensemencement naturel, c'est-à-dire l'ouverture des cônes de pin exposés à une chaleur intense (VELEZ, 1994). Les cônes résistent aux feux les plus violents, leurs écailles peuvent être calcinées à l'extérieur sans que les graines soient touchées (ANONYME, 2003). Toutefois, ces réactions adaptatives n'assurent pas une protection permanente. En effet, une trop grande fréquence peut venir contrarier gravement toute régénération et entraîner même la disparition de ces espèces dites pyrophytes ; c'est ainsi que dans une pineraie de Pin d'Alep, cette fréquence ne doit pas dépasser un incendie tous les 15 ans (PEYRE, 2001). Après des incendies répétés, les arbres sont remplacés par un couvert arbustif ligneux qui n'est pas simplement résistant au feu, mais qui est typiquement pyrophytique, comme dans le cas de la déhiscence des Cistes *(Cistus spp.)* ou d'autres espèces qui produisent des graines isolées par un tégument épais, des rhizomes ou des racines traçantes (VELEZ, 1994 ; DIMITRAKOPOULOS et MITSOPOULOS, 2006).

Chapitre III

Matériel et méthodes d’étude

Chapitre II : Présentation générale de la région d'étude

1. Aspect général

Le Parc National créé par le décret n° 84-326 du 03 novembre 1984, est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du développement rural, et de la direction générale des forêts. Sa création a été motivée par la présence de grandes étendues de Cèdre de l'Atlas dans une zone de grandes influences sahariennes et méditerranéennes, la présence d'un patrimoine archéologique et historique et une mosaïque de zones humides au Nord-Nord-Est.

La Chronologie historique du parc national de Belezma de 1953-2008 est résumée ainsi :

- **1953 :** P. Boudy a préconisé une mise en défend pendant 50 ans pour le massif de Belezma.
- **1971 :** Idée d'aménagement d'une partie de la forêt domaniale de Belezma en parc National. (Idée émanant des services des forêts)
- **1973 :** La forêt des Cèdres est aménagée par la F.A.O "projet Algérie 15" pour l'exploitation du bois. Cette dernière n'a jamais eu lieu pour le problème de la régénération naturelle et / ou artificielle du Cèdre.
- **1977 :** La zone boisée en Cèdre a fait l'objet d'une étude d'aménagement pour l'ériger en Parc National (BNEDER).
- **1984 :** Création du Parc National de Belezma par le décret N°84-326 du 03 novembre 1984.
- **1985 :** Aménagement d'une partie de la forêt domaniale du Belezma par le BNEF en Parc National (26.250 ha sur les 61.000 ha).
- **1986 :** Le Parc National de Belezma devient opérationnel.
- **1987 :** Première mise en place des autorisations de programmes.
- **1998 :** Elaboration du premier plan de gestion (1998-2002).
- **2006 :** Elaboration du deuxième plan de gestion (2006-2010).
- **2002-2008 :** Apparition du dépérissement du cèdre ; missions de l'INRF ; étude en dendrochrénologie établie par l'institut d'Arizona (USA 2006-2008).

Les limites du parc national de Belezma s'étendent sur plusieurs communes appartenant à quatre daïra de la wilaya de Batna :

- Daïra de Batna : Communes de Fesdis, Batna et Oued Chaâba.

- Daïra de Merouana : Communes de Merouana, Oued El-Ma et Hidoussa.
- Daïra de Seriana : Commune de Seriana.
- Daïra d'El-Madher : Commune de Djerma.

Le Parc National est divisé en trois (03) unités foncières de statuts différents: Le statut domanial, le statut communal et le statut privé (ANONYME, 2010).

2. Limites géographiques

Le parc national de Belezma se situe dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, à l'extrémité Nord-Est de l'Atlas Saharien dans le massif montagneux de Belezma qui se trouve à l'extrémité Ouest du mont Aurès. Il se localise à une centaine de kilomètres au Nord de Biskra et au Sud de Constantine. À environ 7 Km au Nord-Ouest de la ville de Batna. Il s'étend sur une superficie de 26.250 ha et représente des massifs montagneux de configuration allongée d'orientation Sud - Ouest / Nord-Est (Fig. 8).

Le parc national de Belezma correspond à un chaînon montagneux très accidenté marquant le début du massif des Aurès. Il s'étend sur les zones montagneuses de hautes et moyennes altitudes : Djebel Tichaou 2.136 m, Djebel Touggour 2.090 m, Djebel Kasserou 1.641m et Djebel Maâguel 1.500 m. Les monts de Belezma se caractérisent par un relief très tourmenté, avec des vallées très étroites et des pics culminants jusqu'à 2.136 m d'altitude (Djebel Tichaou) et 2.178 m (Djebel Rafâa).

3. Géologie

Les monts de Belezma constitués dans leur totalité de sédiments du crétacé supérieur, se présentent sous forme de calcaires provenant du crétacé inférieur.

Les principales structures géologiques décrites dans la région du Parc National de Belezma sont ceux cités par ABDESSEMED (1981) en se renvoyant au travail de LAFFITE (1939), qui reste le seul document relatif à la géologie de l'Aurès :

(i) Des marnes dans sa partie inférieure et des grés dans sa partie supérieure. Cette structure se trouve dans la région de Boumerzoug.

(ii) Des marnes dans la partie inférieure, des grés dolomitiques dans sa partie centrale et du grès au sommet du Djebel Touggour (2.010 m d'altitude).

(iii) Des grès dans la partie inférieure, du calcaire dolomitique dans la partie centrale et du grès au sommet qui domine la région de Bordjem et Chellaâlaâ.

4. Orographie

La topographie du parc est globalement orientée Nord/ Sud avec un relief très accidenté et des pentes supérieures à 75%. Ce sont des barres rocheuses, des falaises sur les deux versants, des pics culminants jusqu'à 2136 m d'altitude (Djebel Tichaou) et des vallées étroites. Formés de deux (02) lignes de crête de 60 Km de longueur, ces chaînons de montagne sont en altitude décroissante en allant du Sud au Nord en tout point du territoire du parc.

L'altitude dépasse les 1.000 mètres et 11,4 % de la superficie du parc se trouve à une altitude supérieure à 1.400 mètres. 83 % de la superficie du parc est caractérisée par des pentes fortes supérieures à 25 %. L'exposition dominante des versants est Nord et reconnaissable à l'état satisfaisant de la couverture végétale, en revanche sur les versants Sud la densité du reboisement est plus faible et dégradée (signe d'érosion apparent) (ANONYME, 2010).

5. Pédologie

Les travaux de SCHOENBERGER, 1970 in (ABDESSEMED, 1981) montrent que les sols du territoire du parc national sont caractérisés par leur jeunesse relative, leur épaisseur ainsi que leur faible degré d'érosion.

Les sols se trouvent dans le stade de développement de rendzines ou proche du sol brun calcaire ou de la terra rosa (calcaire tendre, marne).

Les sols bruns peu calcaires se localisent dans la Cédraie de Bordjem et Theniet- El-Gontas. Ils reposent sur du grès et se situent entre 1.400 et 1.800 m d'altitude sur le versant Nord.

Les rendzines décalcarisées en surface se rencontrent sur le Djebel Tichaou et Tuggurt à une altitude de 1800 m où la pente est supérieure à 75 % par endroit. Il est à signaler qu'aucune étude pédologique proprement dite n'a été faite au niveau du parc national de Belezma.

6. Hydrographie

L'hydrographie qui est le résultat de la configuration du relief, détermine deux systèmes d'organisation du réseau, selon les deux lignes de crêtes des Monts de Belezma deux principales lignes de partage des eaux se matérialisent.

- Le réseau hydrographique Nord : est constitué de Oued Ketami, Oued H'Rakta, Oued Enadjerime, Oued El Ma et Oued Châabet Islan.

- Le réseau hydrographique Sud : constitué d'oueds et de ravins dont les principaux sont: Oued Bouilef, Oued Nafla, Oued -Châaba, Oued Hamla, Oued Skène.

Les seuls cours d'eau permanents à débit faible sont : Oued-Châaba et Oued Bouilef.

La majeure partie des oueds du parc national drainent leurs eaux en dehors du territoire du parc, ce sont principalement des cours d'eau temporaires à régime saisonnier (hivernal) et torrentiel. L'évacuation des eaux du versant Sud cause souvent des inondations à l'évitement Nord- ouest de la ville de Batna.

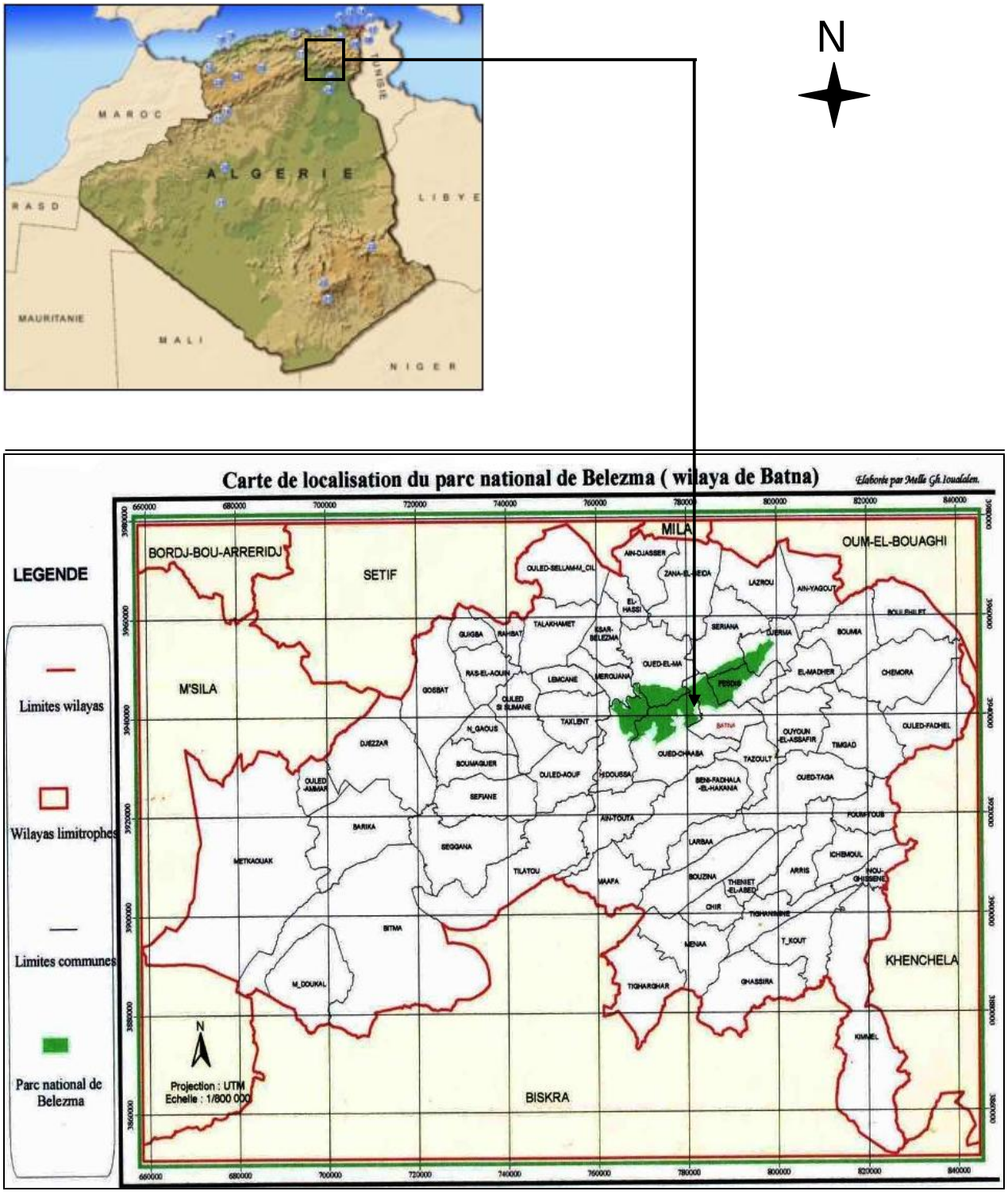


Figure 08– Situation géographique du parc national de Belezma (DGF, 2006).

7. Climat

Le climat est la composante directe déterminante de la distribution des organismes vivants et le facteur primordial influant l'activité des biocénoses. Selon LACOSTE et SALANON (2001), le climat est l'une des composantes fondamentales d'un écosystème terrestre.

Avec ses principaux paramètres, le climat reste l'élément le plus important dans la caractérisation des écosystèmes forestiers. Cependant, ses caractéristiques difficiles à mesurer régulièrement d'une année à l'autre, constituent un problème majeur compte tenu des conséquences d'interprétation qui peuvent en découler. Ces difficultés sont liées principalement à l'insuffisance de postes météorologiques installés en régions forestières et à l'homogénéité des mesures climatiques par rapport à leur situation topographique très différentes.

L'absence d'une station météorologique au niveau de la région d'étude (Djerma) nous a contraints à utiliser pour ce travail des mesures issues de la station référence d'Aïn Skhouna (Batna), dont la localisation est indiquée par les coordonnées géographiques (35°44'20''N, 06°21'95''E) pour une altitude de 825 m. et les extrapoler suivant la situation topographique de notre région d'étude où nous avons choisi deux stations sur versant Sud ; à exposition Nord-Est pour une altitude de 1.165 m pour la première station, et à exposition Nord pour une altitude de 1.120 m pour la deuxième station.

7.1. Températures

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. Chaque espèce présente un seuil minima ou maxima qui lui permet de se maintenir en vie. Au-delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromise.

D'après BARBAULT (2000), la température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net, les espèces animales et végétales se distribuent selon des aires de répartition souvent définissables à partir des isothermes.

Les données thermométriques caractérisant la région d'étude durant les périodes 1974-2008 et août 2008- juillet 2009 sont reportées avant et après extrapolation dans les Tableaux 03, 04, 05 et 06.

Ces extrapolations de valeurs sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 m de dénivelé, calculé sur la base de – 0,7°C pour le maxima (M) et de – 0,45 °C pour le minima (m) (SELTZER, 1946).

Tableau 03 - Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées sur les périodes 1913-1937 et 1974-2008 **(*M*** : moyennes des températures maximales ; ***m*** : moyennes des températures minimales ; **(*m* + *M*) /2** : moyennes mensuelles**).**

Années	**1913-1937**			**1974-2008**		
Mois	***m***	***M***	***(m+M)/2***	***m***	***M***	***(m+M)/2***
Jan.	**0,3**	9,5	**4,9**	**-0,34**	11,66	**5,33**
Fév.	0,6	11,5	6,05	0,86	12,56	6,58
Mars	2,7	14,3	8,5	3,04	16,48	9,68
Avr.	5	18,9	11,95	6,28	20,62	13,51
Mai	8,3	23,6	15,95	10,4	26,34	18,53
Juin	13	28,9	20,95	15,02	31,8	23,61
Juil.	16,1	**33,3**	**24,7**	17,48	**35,74**	**26,87**
Août	15,7	32,3	24	15,2	34,48	24,87
Sept	13	27,7	20,35	13,44	27,98	20,52
Oct.	8,5	21,2	14,85	9,88	23,52	16,54
Nov.	4,2	15	9,6	4,96	16,42	10,53
Déc.	1,1	10,7	5,9	1,16	11,44	6,09

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna –Batna-)

Tableau 04- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation sur la période 1974-2008 **(*M*** : moyennes des températures maximales ; ***m*** : moyennes des températures minimales**).**

	Station 1 (Altitude : 1165 m)			**Station 2 (Altitude : 1120 m)**		
Années	**1974-2008**			**1974-2008**		
Mois	***m***	***M***	***(m+M)/2***	***m***	***M***	***(m+M)/2***

Jan.	**-1,87**	9,28	**3,7**	**-1,66**	9,6	**3,97**
Fév.	-0,59	10,18	4,79	-0,46	10,5	5,02
Mars	1,51	14,1	7,8	1,72	14,42	8,07
Avr.	4,75	18,24	11,49	4,96	18,56	11,76
Mai	8,87	23,96	16,41	9,08	24,28	16,68
Juin	13,49	29,42	21,45	13,7	29,74	21,72
Juil.	**15,95**	**33,36**	**24,65**	16,16	**33,68**	**24,92**
Août	13,67	22,1	17,88	13,88	32,42	23,15
Sept	11,91	30,6	21,25	12,12	30,92	21,52
Oct.	8,35	21,14	14,74	8,56	21,46	15,01
Nov.	3,43	13,86	8,64	3,64	14,18	8,91
Déc.	-0,37	9,06	4,34	-0,16	9,38	4,61

Mois	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juill.**
m	17,6	13,5	10,5	3,7	0,7	1,6	0,4	1,7	4,6	8,5	12,3	18,3
M	35,7	26,2	22,3	15,1	11,4	11,2	12,2	16,7	17,0	25,8	33,0	38,2
(m+M)/2	26,65	19,85	16,4	9,4	**6,05**	6,4	6,3	9,2	10,8	17,15	22,65	**28,7**

Tableau 05- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (***M*** : moyennes des températures maximales ; ***m*** : moyennes des températures minimales ; **(*m* + *M*) /2** : moyennes mensuelles**).**

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

Tableau 06- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (***M*** : moyennes des températures maximales ; ***m*** : moyennes des températures minimales ; **(*m* + *M*) /2** : moyennes mensuelles**).**

	Année 2008/2009					
	Station 1 (Altitude : 1165 m)			**Station 2 (Altitude : 1120 m)**		
Mois	***m***	***M***	***(m+M)/2***	***m***	***M***	***(m+M)/2***
Août	16,07	33,32	24,69	16,28	33,64	24,96
Sept.	11,97	23,82	17,89	12,18	24,14	18,16

Oct.	8,97	19,92	14,44	9,18	20,24	14,71
Nov.	2,17	12,72	7,44	2,38	13,04	7,71
Déc.	-0,83	9,02	**4,09**	-0,62	9,34	**4,36**
Jan.	0,07	8,82	4,44	0,28	9,14	4,71
Fév.	**-1,13**	9,92	4,39	**-0,92**	10,14	4,61
Mars	0,17	14,32	7,24	0,38	14,64	7,51
Avril	3,07	14,62	8,84	3,28	14,94	9,11
Mai	6,97	23,42	15,19	7,18	23,74	15,46
Juin	10,77	30,62	20,69	10,98	30,94	20,96
Juillet	16,77	**35,82**	**26,29**	16,98	**36,14**	**26,56**

En analysant les données sur de longues périodes (1913-1937 et 1974-2008), nous constatons que janvier est le mois le plus froid avec des températures moyennes respectivement de 4,9 et 5,33 °C alors que juillet est le mois le plus chaud avec des moyennes respectivement de 24,7 et 26,87 °C. Pour l'année d'étude 2008/2009 le mois de décembre était le mois le plus froid avec des températures moyennes respectivement pour les stations 1 et 2 de 4,09 et 4,36 °C. Les moyennes maximales dépassent 30 °C pour le mois de juillet. Pour une période de 34 ans, ces valeurs thermiques maximales sont comprises entre 9 °C et 33 °C enregistrées de décembre à juillet.

En comparant entre les deux périodes (1913-1937 et 1974-2008), il ressort immédiatement que la température a augmenté de 1,91 °C pour juillet, le mois le plus chaud et a augmenté de 0,76 °C pour janvier, le mois le plus froid dans une période de 7 décennies. Ceci montre une véritable tendance à une augmentation des températures de la région.

L'amplitude thermique qui marque le degré de continentalité est beaucoup plus accentuée au niveau de cette région. Cette continentalité du climat se traduit par de fortes

chaleurs alternant avec des froids rigoureux. Dans ce type de climat, les aspects continentaux et montagnards se manifestent par de brusques variations saisonnières de températures.

L'hiver de la région d'étude est rigoureux comme en témoignent les moyennes mensuelles de températures. La première station est légèrement plus froide que la deuxième station (Tableaux 04 et 06).

7.2. Pluviométrie

La répartition spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal.

Les données pluviométriques de la région d'étude durant les périodes 1913-1937, 1974-2008 et août 2008-juillet 2009 sont mentionnées avant et après extrapolation au niveau des deux stations considérées, dans les Tableaux 07 et 08.

Pour la pluie, SELTZER (1946) a pris comme point de départ de l'année le premier septembre et non le premier Janvier, et la période de 25 ans s'étend de septembre 1913 à août 1937.

En ce qui concerne l'extrapolation, le gradient pluviométrique croît de 20 mm tous les 100 mètres d'altitude sur versant Sud et de 40 mm sur versant Nord (SELTZER ,1946) et comme les stations choisies sont toutes les deux situées sur versant Sud, nous avons pris le gradient pluviométrique de 20 mm par an pour 100 m de dénivelée.

Tableau 07- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur les périodes 1913-1937 et 1974-2008 (P : moyennes mensuelles des pluviométries).

Mois	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juil.**	**Août**	**Sep.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Total**	**Total extrapolé**	
														S 1	**S 2**
P (mm) 1913-1937	40	30	**43**	28	39	23	**7**	20	21	29	36	30	**346**	/	/
P (mm) 1974-2008	25,7	28,5	28,8	36,8	**51,6**	13,5	**7,2**	14,2	41,3	22,6	19,2	30,2	**319,6**	**387,6**	**378,6**

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 08- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à Juillet 2009 (P : moyenne mensuelle des pluviométries).

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

Tableau 09-Répartition saisonnière des pluviométries (mm)

Années / **Saisons**	**1913-1937**	**1974-2008**	**Août 2008-Juillet 2009**
Hiver (Déc, Jan, Fév)	100	84,28	104,9
Printemps (Mars, Avr, Mai)	**110**	**117,28**	**156,3**
Eté (Jui, Juil, Août)	50	34,92	17,8

Mois	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juill.**	**Total**	**Total extrapolé**	
														S 1	**S 2**
P (mm)	10,5	47,1	36,4	15,3	15,6	67,9	21,4	27,9	**75,1**	53,3	**0,0**	7,3	**377,8**	**445,8**	**436,8**

Automne (Sep, Oct, Nov)	86	83,06	98,8

La comparaison des données de pluviométrie montre qu'elles ne sont pas réparties d'une manière homogène sur les différents mois et sur les deux périodes prises en considération.

Pendant la période de 25 ans, mars était le mois le plus pluvieuse, avec 43 mm, alors que pour la période 1974-2008 on note un maximum de pluies durant le mois de mai, avec 51,6 mm. Par ailleurs, juillet reste le mois qui reçoit le minimum de pluies pour les deux périodes.

La remarque la plus importante dans cette comparaison c'est la différence dans le total des pluviométries des deux périodes. La période 1913-1937 est plus arrosée avec une différence de 26,46 mm. Ce qui dénote d'une baisse de pluies au cours des dernières décennies.

D'une manière générale, La zone d'étude se caractérise par un climat continental montagnard qui tire son originalité d'une part de l'altitude responsable des conditions climatiques contrastées et d'autre part de l'exposition qui peut influencer le régime des pluies. La zone est soumise à des influences sahariennes.

En ce qui concerne le régime saisonnier des pluies**,** il est connu que dans un climat continental le déficit hydrique est un élément décisif pour le maintient de la végétation. La moyenne des pluies reste une notion aléatoire et purement indicative car la répartition

saisonnière de la pluviométrie est plus intéressante à considérer que la quantité d'eau qui tombe annuellement

Mois	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Total

Si on considère la répartition des pluies par saison, le Tableau 09 précisant le régime saisonnier moyen indique que les pluies sont assez conséquentes au printemps. Le maximum de pluviométrie tombe durant cette saison, suivi par une saison estivale sèche caractérisée par des pluies souvent brèves à caractère orageux.

En Automne, il y a reprise progressive des pluies avec un maximum au mois de novembre pour la période de 1913-1937 et au mois de septembre pour les périodes 1974-2008, et août 2008-juillet 2009.

7.3. Enneigement

En moyenne, la région reçoit moins de 30 jours de neige par an répartis en hiver et au printemps. Le manteau neigeux ne subsiste pas longtemps. Il est beaucoup plus précaire dans la pinède. Par contre, en pleine montagne au niveau de la cédraie, le manteau neigeux plus épais en raison de l'altitude et du relief du massif peut subsister assez longtemps et dans certains endroits plus frais, il se maintient jusqu'à la fin du printemps (Tableaux 10 et 11).

Mois / Années	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1974-2004	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	**12**

Tableau 10- Nombre des jours de neige de la région d'étude calculé sur la période1974-2004.

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 11- Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009.

Nombre de jours	0	0	0	0	1	3	1	1	2	0	0	0	**8**

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

7.4. Gelées

Sur une période de 31 ans (1974-2004), la moyenne annuelle des gelées est de 46 jours. Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids de l'année d'étude, coïncidant avec le plus grand nombre de jours avec gelée.

Tableau 12- Nombre des jours de gel de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004.

Mois / Années	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1974-2004	**12**	8	4	3	1	0	0	0	0	1	6	11	**46**

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 13- Nombre des jours de gel de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009.

Mois	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dec.**	**Jan.**	**Fev.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juill.**	**Total**
Nombre des jours	0	0	0	1	**12**	**11**	**11**	10	0	0	0	0	**45**

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

7.5. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou mois proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air (SELTZER, 1946).

Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région d'étude au cours des périodes allant de 1974 à 2008 et août 2008 à juillet 2009 sont reportées sur les Tableaux 14 et 15.

Tableau 14- Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période 1974-2008 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %).

Mois	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juil.**	**Août**	**Sep.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
HR% 1974-2008	**72,8**	68,4	62,8	60	56,8	45,4	**39,2**	44,6	57,2	62,8	67	**74,8**

(Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 15- Humidité relative de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %).

Mois	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juill.**
HR%	49	55	72	67	**73**	**77**	65	65	67	62	43	**36**

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

Nous signalons une humidité relative haute durant les mois de décembre et de janvier avec respectivement 74,8 % et 72,8 % et une humidité relative basse durant le mois le plus chaud, juillet, avec 39,2 % pour la période 1974-2008. La même observation est constatée pour l'année d'étude.

Les températures moyennes de la région d'étude, ainsi que le gradient thermique correspondent aux bioclimats humides notamment pour les basses altitudes. Une confirmation de cette caractéristique est fournie par les données de l'humidité relative qui dépasse 60 % pendant 8 mois.

7.6. Vents

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Les vents les plus dominants dans la région d'étude sont de direction ouest et sud-ouest avec des vitesses moyennes variant entre 3 et 3,96 m/s et des vitesses maximales variant entre 20 et 29,6 m/s pour la période 1974-2008 (Tableau 16).

Tableau 16- Vitesse moyenne et maximale du vent en (m/s) de la région d'étude avec la direction dominante pour la période 1974-2008 (W : ouest ; SW : sud-ouest ; S : sud ; N : nord)

Années	**1974-2008**				
Mois	**Vent Moyen (m/s)**	**Vent Maximal (m/s)**	**Direction du Vent**	**Vents violents (jours)**	**Sirocco (jours)**
Jan.	**3,0**	22,8	SW	6	0
Fév.	3,54	20,8	SW	7	0
Mars	3,92	25,4	W	6	2
Avr.	3,88	24,4	S	7	2
Mai	3,74	23,2	SW	5	2
Juin	**3,96**	**29,6**	W	4	3
Juil.	3,9	28,4	SW	6	5
Août	3,92	27,8	W	5	2
Sept	3,48	22,8	S	3	2
Oct.	3,32	**20,0**	W	3	1
Nov.	3,34	25,2	SW	5	0
Déc.	3,28	**20,0**	SW	6	0

(Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 17- Vitesse du vent moyen et maximal en (m/s) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009.

Mois	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Jan.**	**Fév.**	**Mars**	**Avr.**	**Mai**	**Juin**	**Juill.**
Vent Moyen (m/s)	3,9	4,0	**3,4**	4,5	4,1	4,1	**5,1**	5,0	4,9	3,5	3,7	4,4
Vent Maximal (m/s)	**36**	20	19	23	**18**	20	20	30	21	20	19	27

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009)

La période la plus ventée durant l'année d'étude est celle des mois de février, mars et avril (Tableau 17). La région d'étude est caractérisée par des vents relativement de la même direction (Tableau 16).

L'évaporation est proportionnelle à la chaleur et à la vitesse du vent ; ainsi, elle est intense quand il s'agit de vent chaud (Sirocco). Selon HALITIM (1988), ce vent très desséchant fait abaisser le degré hygroscopique de 20 à 60 % (moyenne annuelle).

BOUDY (1950), considère que le vent du Sud (Sirocco) est le facteur le plus dangereux pour la régénération de la majorité des espèces végétales. Ce type de vent joue un rôle néfaste par son action desséchante, il se fait sentir surtout en été et peut souffler pendant 20 jours surtout durant le mois de juillet. Cependant, les vents nord-ouest pluvieux et relativement froids sont très bénéfiques pour la régénération et le développement des différentes espèces végétales.

Les vents du sud-ouest (Sirocco) secs et chauds provoquent une chute brutale de l'humidité et une augmentation notable de la température, généralement supérieure à 30 °C (SELTZER, 1946). Le maximum de sa fréquence a lieu généralement entre juin et juillet.

7.7. Synthèse climatique

7.7.1. Diagramme ombrothermique de GUASSEN

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (DAJOZ, 2003).

D'après FRONTIER et *al.* (2004), les diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire.

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région de Djerma, nous avons tracé deux diagrammes ombrothermiques pour les périodes allant de 1913-1937 et 1974-2008 en utilisant les données thermométriques et pluviométriques recueilles (Fig. 09 et 10).

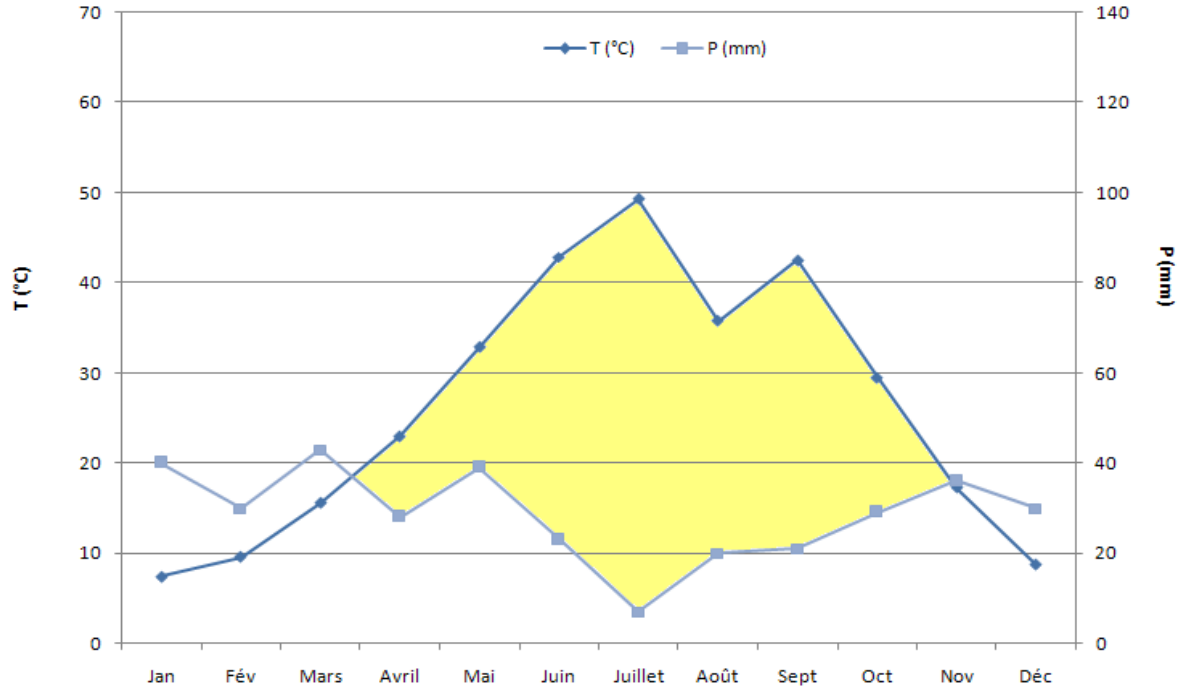


Figure 09- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1913-1937)

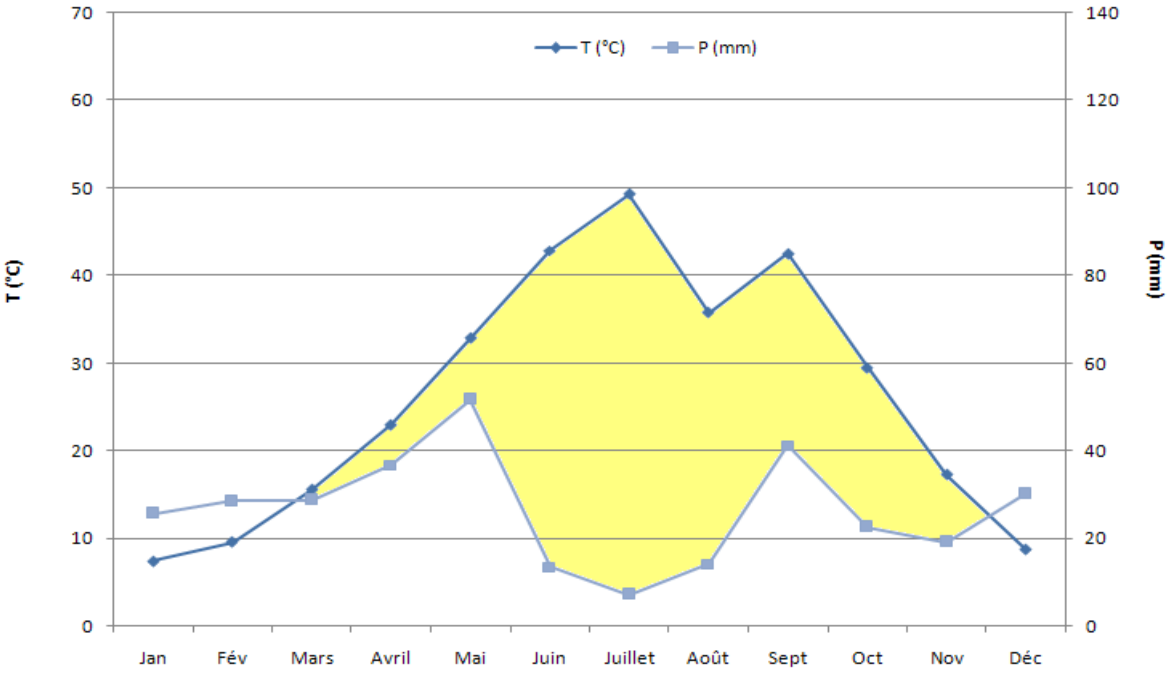


Figure 10- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1974-2008)

Période humide Période sèche

- À partir de ces diagrammes nous pouvons faire les observations suivantes :

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude pour la période allant de 1913 à 1937 fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude, et l'autre humide et froide. La période sèche s'étale sur 7 mois allant d'avril jusqu'à octobre, alors que la période humide et froide est courte, elle débute de novembre jusqu'à mars (Fig. 09).

Concernant la période récente, allant de 1974 à 2008, nous observons également les mêmes périodes, l'une sèche et chaude et l'autre humide et froide. La période sèche et chaude est relativement plus longue, allant d'avril jusqu'à novembre, alors que la période humide est très courte, allant de décembre jusqu'à mars (Fig. 10).

7.7.2. Climagramme d'Emberger

Le système d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens (DAJOZ, 1985-2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique $\boldsymbol{Q_2}$ en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (STEWART, 1969) :

$$\boldsymbol{Q_2} = \mathbf{3{,}43}\ \frac{P}{M-m}$$

P : pluviométrie annuelle en mm.

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en °C.

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (DAJOZ, 1985). FAURIE et *al.* (1998-2003), avancent que cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- humides pour $\boldsymbol{Q_2} > 100$;
- tempérées pour $100 > \boldsymbol{Q_2} > 50$;
- semi-arides pour $50 > \boldsymbol{Q_2} > 25$;
- arides pour $25 > \boldsymbol{Q_2} > 10$;

- désertiques pour $Q_2 < 10$.

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région d'étude et la situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique Q_2 avec des données climatiques calculées sur trois périodes, de 25 ans (1913-1937), de 34 ans (1974-2008) et de l'année d'étude (août 2008-juillet 2009), les données que nous avons utilisé pour ces deux dernières périodes sont ceux extrapolées.

Tableau 18- Evaluation du quotient pluviométrique Q_2 sur trois périodes

		m	M	P	Q_2	Étage
1913-1937		0,3	33,3	346	35,96	semi-aride à hiver frais
1974-2008	**S1**	-1,87	33,36	387,6	37,74	semi-aride à hiver froid
	S2	-1,66	33,68	378,6	36,75	semi-aride à hiver froid
Août 2008-juillet 2009	**S1**	-1,13	35,82	445,8	41,38	semi-aride à hiver froid
	S2	-0,92	36,14	436,8	40,43	semi-aride à hiver froid

Ces données montrent que la région d'étude est toujours classée dans l'étage bioclimatique semi-aride. Cependant, sur la période de 25 ans (1913-1937) le climat était semi-aride à hiver frais puis devenu semi-aride à hiver froid pour la période allant de 1974 à 2008 et celle de l'année en cours (août 2008-juillet 2009).

Sur la base du gradient pluviométrique, nous avons donc évalué les quotients pluviométriques Q_2 de la période (1974-2008) et la période (août 2008-juillet 2009) pour deux altitudes 1165 m et 1120 m et déterminé ainsi les limites bioclimatiques de la pinède.
Ce ci montre en effet, que la pinède se situe dans l'étage semi-aride à hiver froid et rejoigne les observations faites par QUEZEL (1986 b) qui précise que le groupe *halepensis* se développe dans les étages thermo et méso méditerranéen à des altitudes qui varient de 0 à 1.400 m.

En conclusion, nous pouvons dire que, le climat de la région d'étude est de type semi-aride à hiver froid pour les deux stations ce qui correspond aux exigences bioclimatiques du pin d'Alep.

8. Occupation des sols

L'usage du territoire du Parc est surtout dominé par l'occupation du domaine forestier. Sur les terrains non occupés, la forêt laisse la place aux pelouses en altitude. Au piémont des montagnes, c'est l'agriculture qui s'installe dans les meilleurs terrains. Le reste c'est le domaine des terrains improductifs (Tableau 19).

Tableau 19- Occupation des sols dans le parc national de Belezma

Type d'occupation	**Superficie (hectares)**	**Taux (%)**
➢ domaine forestier dont :	23149,50	88,18
• Forêt	14436,60	55,00
• Maquis	7405,90	28,20
• Garrigues	1307,00	4,98
➢ domaine agricole	914,40	3,48
➢ pelouse	1112,90	4,25
➢ terrains improductifs	1073,20	4,09
Total	26.250,00	100 %

(ANONYME, 2010)

La répartition globale des terres du parc national de Belezma révèle plusieurs unités écologiques. Ce sont des entités du milieu naturel plus au moins homogènes quant à leurs principaux caractères physiques (nature du substrat, forme de relief, altitude…) et biologiques (couvert végétal, faune, …etc.)

Au Belezma, dix unités écologiques ont été déterminées en fonction de leurs caractéristiques physiques et biologiques. Celles-ci sont représentées et décrites dans le Tableau 20.

Tableau 20- Principales unités écologiques décrites dans le parc national de Belezma

Unité écologique	**Sous unité écologique**	**Nature du couvert végétal**	**Caractéristiques**	**Superficie**
	1.1-Cédraie pure	Cèdre à *Ilex aquifolium* et *Lonicera etrusca* et *Ranunclus* des espèces indique une station fraîche et humide d'autre endémique telles : *Rosa canina ssp. Belzmensis*.	Cédraie de haute altitude Située sur le versant nord à plus de 1800 m d'altitude.	227,50 ha

1- Cédraie	1.2-Cédraie sur dalle	Cèdre dépourvu de sous bois.	C'est une cédraie typique, particulière et unique dans toute la région. Sujette à quelques coupes sanitaires.	30,80 ha
	1.3-Cédraie à Chêne vert	Cèdre avec chêne vert et Cotonaestre, *Crataegus monogyna*, *Acer montpelliensis* et *Fraxinus* sont des alliances du cèdre.	Cédraie de basse altitude, clairsemée, située sur le versant sud. Sujette aux coupes sanitaires.	5391 ha
	1.4-Cédraie artificielle	Reboisement du cèdre 1948.	Espèces pionnières du cèdre îlots de berbéris et l'aubépine.	30 ha
2-Pelouses d'altitude	Pelouses Pseudo alpines	Flore d'origine montagnarde et méditerranéenne telles que: *Rumex acetosella* et des orchidées comme : *Orchis mascula* et *Epipactis helliborine*	Occupant les altitudes (1.100 à 2.100 m), elles présentent un caractère asylavatique.	1112,90 ha
3-Falaises (escarpements rocheux)	Falaises	Abrite des espèces spécifiques telle : *Pistacia terrebinthus*, *Ruta*, *Bupleurum*, *Gnidium* et *Dianthus* .	Rochers d'altitude (1600 à 2100m) où la végétation est pauvre et spécifique. Elles constituent l'aire de nidification des rapaces.	525 ha
4- Pinède	4.1-Pineraie à romarin	Pin d'Alep avec un sous bois dense composé de : *Rosmarinus officinalis*, *Calycotum spinosa*, *Globularia alypum* et *Cistus* .	Formation xyrophile reposant sur une roche mère calcaire.	184,70 ha
	4.2-Pineaie artificielle	Reboisement du pin d'Alep en mélange avec *Cupressus*.	Datant de 1963 et 1974, il est assez dense.	431 ha
5- Chênaie	5.1-Maquis de Chêne vert	Peuplement de Chêne vert bienvenant avec *Fraxinus*, *Ampelodesma*, *Lonicera implexa*		5957,8 ha
	5.2- Garigue de chêne vert	Rejet de chêne vert avec des espèces de la régression de la chênaie telles que : *Calycotum spinosa*, *Astragalus armatus*		8936,7 ha
6-Juniperaie	Genévrier de phoenicae	-Peuplement pur par endroit à sous bois très pauvre à *Asparagus alba*, *Ruta* et *Olea europea*.		1950 ha
7-Zone humide	7.1-Cours d'eau permanents	Abritent des ripisylves sur leurs rives à *Salix*, *Populis*, Clématite, *Rosa canina*, *Nerium oleander*.	Résultant de la configuration du relief, ils se divisent en 2 systèmes selon les lignes de partage des eaux.	-
	7.2-Cours d'eau temporaires	Idem		-
8-Grottes et mines	8.1-Grottes	Flore hygrophile à Ribes et bryophytes.		-
	8.2-Mines	Idem	Anciennes mines désaffectées.	-
9- Cultures	-Maraîchage -Arboriculture -Céréaliculture	Milieux anthropisés dont les principales spéculations sont l'arboriculture, le maraîchage et la céréaliculture.	Occupant les piémonts des montagnes.	914,40 ha
10-Terrain nu		Milieux constitués de rocailles avec quelques espèces telles que : *Cytisus purgans*, *Ruta montana*,	Situés surtout sur les versants Sud.	558,20 ha

		Asphodellus sphearocarpa.		
Total				26,250 ha

(ANONYME, 2010)

Les terrains de culture sont généralement situés aux piémonts du massif de Belezma. Ce sont les terrains inclinés, pauvres ne dépassant pas les dizaines d'hectares. Les principales cultures sont le Blé dur, l'Orge et la Vesce avoine. L'arboriculture se résume à la plantation d'une espèce rustique tel que le noyer dont l'écotype est typique de la région de Hidoussa.

9. Considérations floristiques et faunistiques

Avec les 590 espèces recensées (y compris les champignons), la flore du Belezma représente 18,85 % de la flore algérienne qui en compte 3.129 espèces (ANONYME, 2010).

- **09** espèces sont endémiques
- **11** espèces sont protégées soit **4,34 %** des espèces protégées en Algérie.
- **14** espèces rarissimes
- **18** espèces rares
- **20** espèces assez rares
- **52** espèces de champignons recensées dont **24** associés au cèdre de l'Atlas.
- **05** espèces de lichens : *Xantoria parietina*, *Xanthoria candelaria*, *Romanila farinacea*, *Cladonia sp* et *Pseudovernia furfuracea*.
- **02** espèces de mousses
- **140** espèces médicinales recensées.

De nombreuses espèces présentes dans le Parc National sont en fait en limite de leur aire habituelle de répartition et confèrent à ce titre un caractère original à la flore locale, tels que le houx (*Ilex aquifolium*), une orchidée rarissime (*Epipactus helleborine*) et le Chèvrefeuille étrusque (*Lonicera etrusca*). Certaines de ces espèces sont caractéristiques des habitats spécifiques au Belezma, qu'il faudrait protéger.

Les habitats des cédraies du parc national du Belezma sont particuliers et uniques par rapport aux autres cédraies algériennes elles sont toutes situées dans la classe 1et 2 (schéma directeur d'aménagement BNEF 1984). Cette particularité tire son essence de la nature des peuplements et du substrat sur lequel ils ont pu s'installer. A ce titre on peut citer la cédraie pure, la cédraie sur dalle, la cédraie en mélange avec le chêne vert et la cédraie artificielle.

Ces cédraies qui présentent de joyaux monuments naturels de la région des Aurès sont dans un état de dégradation très avancé dû essentiellement à un phénomène naturel qui est le dépérissement. Le taux de dépérissement diffère d'un canton à un autre allant de 30% jusqu'à 90%.

Quant à la pinède, elle représente comme les autres habitats un refuge de choix pour les mammifères, les insectes, etc. C'est un site de nidification pour les passereaux et les rapaces. Le Pin d'Alep est considéré comme une majeure espèce protectrice par excellence contre l'érosion.

Avec un taux d'occupation de 7,43 %, les peuplements de genévriers oxycèdre et de Phénicie sont à l'avant-garde de la protection des sols contre les différentes érosions. Généralement situés sur des sols pauvres et squelettiques, ils sont de véritables remparts ou de pare-chocs contre les influences négatives continentales.

Les pelouses, qui accueillent un cortège floristique d'origine montagnarde et méditerranéenne, sont riches en orchidées dont les plus intéressantes sont : *Epipactus helliborine, Orchis elata, Orchis mascula*. Elles abritent une multitude de plantes médicinales telles que : *Plantago coropus, Salvia verbinaca, Geum sylvaticum*. Ces zones constituent des habitats d'intérêt communautaire des plus haut intérêts en tant que tels, aussi en tant qu'habitats indispensables à la survie d'espèces d'intérêts communautaires telles que : les rapaces, la Rubiette de Moussier, le Pipit rousseline, le Bruant fou, les traquets, …etc.

Ce sont également des terrains de gagnage aussi bien pour la faune domestique que pour la faune sauvage. Ils sont des sites indispensables et vitaux pour la nidification, la chasse et le nourrissage pour un grand nombre d'espèces d'oiseaux, de mammifères, de reptiles, d'insectes etc.

L'évaluation des espèces animales a montré que le parc national de Belezma est un sanctuaire pour la faune. Malgré sa situation aux portes du désert, le Belezma avec une mosaïque d'habitats très diversifiés a permis l'installation d'une faune riche.

423 espèces sont recensées au parc national de Belezma réparties comme suit :

- Les mammifères : **23** espèces dont 02 espèces chiroptères, soit 10 espèces protégées à l'échelle nationale.

- Les oiseaux : **114** espèces, soit 59 espèces sédentaires et 55 espèces migrateurs, parmi les quelles 38 espèces sont protégées à l'échelle nationale.
- Les reptiles : **23** espèces dont 2 espèces protégées à l'échelle nationale.
- Les poissons : **01** espèce
- Les crustacés : **01** espèce
- Les amphibiens : **07** espèces
- Les invertébrés : **254** dont 246 espèces d'insectes présentant 14 espèces protégées à l'échelle nationale.

Chapitre III

Matériel et méthodes d’étude

Chapitre III : Matériel et méthodes d'étude

9. Choix et description des stations d'étude

Avant de commencer nos sorties de terrain, nous avons réalisé une sortie de prospection afin de choisir les zones échantillons sur lesquelles nous travaillerons.

Nous nous sommes également basé sur des suggestions par les gents du parc national de Belezma. Ces informations nous ont permis d'opter à l'exploitation de deux stations localisées dans la zone de Djerma, située au nord-est du parc national de Belezma, dans laquelle les terrains sont accessibles. Nous avons alors opté pour les stations qui sont sécurisées, accessibles, homogènes et qui présentent une superficie suffisamment grande pour permettre une étude de plusieurs paramètres. Ces stations ont également retenu notre attention du fait qu'elles présentent un patrimoine naturel qui n'a pas été étudié et qui tend à disparaitre à cause de l'action anthropique.

Les deux stations choisies sont différentes par leurs altitudes, leurs pentes, l'état du peuplement naturel ou issue d'ancien reboisement (Tableau 21). Les deux stations sont situées sur la route nationale N°77 reliant Batna à Seriana.

Tableau 21 –Caractérisation générale des deux stations d'étude

	Versant	**Altitude**	**Exposition**	**Pente**	**Homogénéité**	**Etat du peuplement**
Station 01	Sud	1165 m	Nord Est	05 %	100 %	naturel
Station 02	Sud	1120 m	Nord	04 %	80 %	ancien reboisement de 1969

10. Objectifs et chronologie de l'étude

Dans ce travail, nous prétendons caractériser la structure et le fonctionnement de l'unité écologique des pineraies de *Pinus helepensis* de Djerma dont les composantes tant abiotiques que biotiques sont très peu connues. C'est une approche écologique permettant en particulier de mettre en évidence les conditions d'existence de l'espèce, notamment, le climat et les conditions édaphiques. C'est également un travail qui permettrait l'enrichissement des connaissances sur la biodiversité (flore, faune invertébrée et vertébrée) inféodés aux pineraies (*Pinus halepensis*). À cet effet, nous avons réalisé plusieurs sorties sur terrain pendant la période s'étendant entre novembre 2008 et août 2009. Ces prospections de terrain sont d'une

fréquence de deux sorties par mois. Les détails concernant la chronologie des sorties et le type de prospection réalisé sont consignés dans le Tableau 22.

Tableau 22 - Chronologie des sorties de terrain et type d'étude menée

Dates	Objectifs de la sortie	Opérations effectuées
03/11/2008	Première prospection du site	- Choix des stations d'étude. - Collecte des champignons.
09/11/2008	Mise au point du dispositif de piégeage	- Délimitation des stations. - Installation des pièges.
12/11/2008	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir ; et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep
23/11/2008	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et des bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier).
25/11/2008	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude pédologique	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir ; et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). - Prélèvement d'un échantillon du sol.
17/12/2008	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et des bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier).
20/12/2008	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines - Récolte de champignons.
28/12/2008	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier).
31/12/2008	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude de la litière	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir ; et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prise d'un échantillon de la litière de l'hiver. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
11/01/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
17/01/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir ; et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
25/01/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
01/02/2009	Etude des insectes Etude de la végétation	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le

	Echantillonnage de l'entomofaune du sol	parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines.
14/02/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
17/02/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude pédologique	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines. - Prélèvement d'un échantillon du sol.
07/03/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
11/03/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
22/03/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation Etude des oiseaux	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Balisage du transect de l'indice kilométrique d'abondance (recensement des oiseaux)
25/03/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
31/03/2009	Suivi des oiseaux	-Recensement des oiseaux pour la station 2.
13/04/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
15/04/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier). - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
19/04/2009	Suivi des oiseaux	-Recensement des oiseaux pour la station 1.
26/04/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
29/04/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude de la litière	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines - Prise d'un échantillon de la litière du printemps.
06/05/2009	Herbier	- Collecte d'échantillons de végétation et photographie des différentes espèces de la station 2.
10/05/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep.
13/05/2009	Etude des insectes Etude de la végétation	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le

	Echantillonnage de l'entomofaune du sol	parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
24/05/2009	Herbier	- Collecte d'échantillons de végétation et photographie des différentes espèces de la station 1.
26/05/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier).
31/05/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude pédologique	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines - Prélèvement d'un échantillon du sol.
08/06/2009	Réinstallation des pièges des insectes Etude de la végétation	- Placement des pots Barber et bacs jaunes. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier).
10/06/2009	Etude des insectes Etude de la végétation Echantillonnage de l'entomofaune du sol	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Suivi de la phénologie du Pin d'Alep. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines
21/06/2009	Etude phytosociologique	-Confection de relevés floristiques de la station 2.
23/06/2009	Etude phytosociologique	-Confection de relevés floristiques de la station 1.
24/06/2006	Etude phytosociologique	-Confection de relevés floristiques de la station 2
25/07/2009	Réinstallation des pièges des insectes	- Placement des pots Barber et bacs jaunes.
02/08/2009	Etude des insectes Echantillonnage de l'entomofaune du sol Etude de la litière Etude pédologique	- Récolte des contenus des pièges trappes et colorés. - Capture des insectes à la vue ; par le filet fauchoir et par le parapluie japonais. - Echantillonnage des rameaux. - Prélèvement d'un lot du sol (collecte des invertébrés du sol). -Diagnostic de l'horizon des racines - Prise d'un échantillon de la litière de l'été. - Prélèvement d'un échantillon du sol.

11. **Caractérisation pédologique**

11.1. Méthodes de prélèvement du sol

Nous avons prélevé quatre échantillons du sol représentant les quatre saisons de l'année. Ces prélèvements sont réalisés au niveau de chacune des deux stations en plus de la station témoin. Le sol est prélevé à l'aide d'une tarière et à une profondeur de 30 cm au centre de la station. Ce prélèvement nous permet de constater l'influence des caractéristiques du sol sur la répartition et le recouvrement des espèces végétales.

11.2. Méthodes d'analyses

Le sol prélevé est tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm de diamètre avant d'entamer les analyses pédologiques qui nous ont permis de donner un aperçu sur les principales caractéristiques physicochimiques du substrat de la zone d'étude. Ces analyses sont effectuées au niveau du laboratoire d'Agronomie (Université EL-Hadj Lakhdar, Batna).

11.2.1. Analyses physiques

Granulométrie

L'analyse granulométrique s'effectue sur une prise d'essai de terre fine (< 2 mm). Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions de particules minérales constituant les agrégats (texture du sol) (DUCHAUFOUR, 1977).

Son principe est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées en détruisant leur ciment (calcaire et matière organique) par une attaque à l'eau oxygénée. Le fractionnement de ces particules se fait par l'intermédiaire de la pipette de Robinson, qui permet la détermination des fractions des argiles et des limons fins. Ensuite, les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage ; et enfin, les limons grossiers, qui sont calculés à partir des résultats précédents (BAIZE, 1988).

Ces résultats sont reportés en fonction des pourcentages des argiles, des limons et des sables dans le triangle des classes de texture (Fig. 11) afin de déterminer la texture de notre sol.

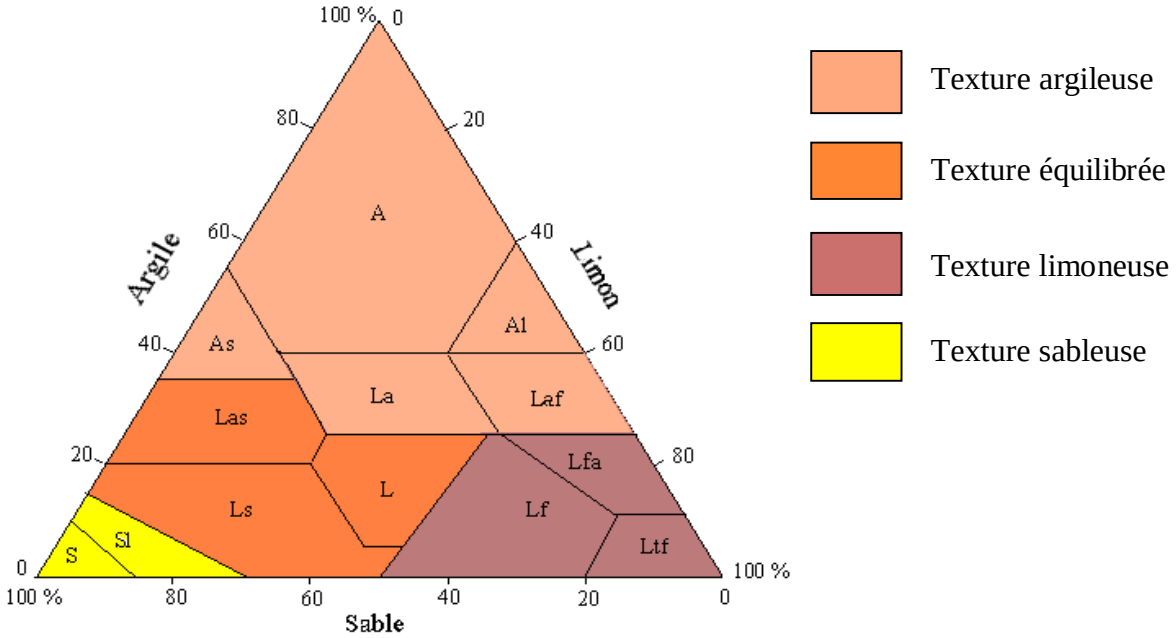


Figure 11- Classification américaine des textures pédologiques (DUCHAUFOUR, 1997)

Mesure du pH

Le pH exprime la concentration en ions H^+ libérés dans la solution du sol, c'est l'acidité active ou réelle d'un sol (AUBERT, 1976). La mesure du pH s'accomplit par lecture directe sur pH-mètre, d'une suspension formée de 10 g de sol dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30 mn dans 25 ml d'eau distillée (le rapport sol/eau = 1/2,5). Après l'agitation et avant la lecture du résultat, il faut laisser la solution au repos durant 5 mn.

Détermination de la conductivité électrique (CE) et de la salinité

La mesure de la conductivité électrique permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale des sels dissous. Elle est mesurée dans l'extrait de sol à température donnée dont le rapport sol/eau (1/5). La valeur de la salinité du milieu est lue directement sur le conductimètre et s'exprime en milliMhos/cm (AUBERT, 1976).

Pour avoir la valeur de la salinité nous appliquons la formule :

Salinité (mg/l) = CE x 640

11.2.2. **Analyses chimiques**

Dosage du calcaire total ($CaCO_3$)

Le principe du dosage du calcaire total est basé sur la mesure du CO_2 dégagé du calcaire ($CaCO_3$) se trouvant dans 0,5 g de terre fine neutralisée par 5 ml d'acide chlorhydrique (HCl) (N=1/2). Ce dispositif réactionnel est appelé Calcimètre de BERNARD ou procédé gazométrique, qui est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO_2 dégagé, d'un tube à essai pour le HCl et d'un Erlenmeyer contenant le sol.

D'après BERNARD in BAIZE (1988), le taux du calcaire total est donné par le biais de la formule suivante :

$$CaCO_3(\%) = \frac{V}{V'}\frac{0,3}{P}.100$$

Où : ***V*** **:** volume lu sur la burette

***V'* :** volume du témoin à blanc (fait par le carbonate de calcium)

0,3 g : Poids pour réaliser le témoin à blanc

***P* :** poids du sol (0,5 g)

Dosage du carbone et de la matière organique

Pour le dosage du carbone et de la matière organique WOLKLY BLACK a adopté une méthode dont le principe repose sur les étapes qui suivent :

Nous mettons dans un bécher de 400 ml : 0,5 g du sol, 10 ml d'une solution de bichromate de potassium et 20 ml d'acide sulfurique concentré. Puis, nous laissons le mélange en contact pendant une demi-heure puis nous additionnons 200 ml d'eau distillée, 10 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4) et 3 gouttes d'une solution de déphénylamine ($C_{12}H_{11}N$). Nous effectuons à la fin une titration par le sulfate de fer ($FeSO_4$) (1N) et nous enregistrerons le volume puis nous exécutons la formule propre à la méthode de WOLKLY BLACK.

- Pour le calcul du taux de carbone :

$$C\,(\%) = \frac{V' - V}{P} 0,38$$; avec : ***V* :** volume lu pour le sol

***V'* :** volume pour le témoin à blanc

***P* :** poids du sol (0,5 g)

- Pour le calcul du taux de la matière organique :

MO (%) = C (%) x 1,72

Dosage de l'azote total (N%)

Le dosage de l'azote total est effectué par la méthode de KJELDAHL qui se déroule conformément à ces deux étapes :

- **La minéralisation**

Nous mettons 1g de sol dans le matras de KJELDAHL et nous lui ajoutons 20 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) et 1g de catalyseur. Nous laissons l'ensemble en contact pendant un quart d'heure puis nous le mettons sur la rampe d'attaque pendant 3 heures jusqu'à apparition d'une coloration verdâtre. Après refroidissement, nous transvasons les échantillons dans des fioles de 100 ml et nous complétons avec de l'eau distillée.

- **La distillation**

Après avoir homogénéisé par retournement le contenu de la fiole de 100 ml, nous prélevons 20 ml de la solution de minéralisation que nous mettons dans le matras KJELDAHL ensuite nous ajoutons une quantité de Soude (NaOH) (10 N) jusqu'à la coloration bleue foncée. Nous distillons, ensuite recueillons le distillat dans un bécher qui contient 20 ml d'une solution d'acide borique (H_3BO_3) (4 %). Enfin, nous titrons avec une solution d'H_2SO_4 (0,05 N) et nous notons la valeur apparue. Le taux de l'azote total se calcule alors par la formule suivante :

$$N(\%) = n.\frac{V}{V'}\ N.\frac{1,4}{P}$$; avec : n : valeur lue

V : volume de la solution d'extraction = 100 ml

V' : volume prélevé pour la distillation = 20 ml

N : normalité de l' H_2SO_4 = 0,05

Dosage des sels solubles

Les cations Na^+ et K^+ sont dosés directement par spectrophotomètre de flamme.

Détermination de la capacité d'échange de cations

La capacité d'échange cationique (CEC) du sol représente la taille du réservoir permettant de stocker de manière réversible certains éléments fertilisants cationiques (potassium, magnésium, calcium,..). La CEC est déterminée par la méthode de METSON, le sol est saturé par une solution d'acétate d'ammonium ($CH_3COO\ NH_4$) N à pH 7. L'ammonium en excès est éliminé par l'alcool (éthanol : $C_2\ H_5OH$) et le NH_4 échangé est déplacé par une solution normale de Kcl. Le dosage est effectué par distillation de l'ammonium (BAIZE, 1988). La CEC est calculée par la formule suivante :

$$C.E.C = \mathrm{X}.N\ \frac{V_1}{V_2}.\frac{100}{P}$$ (méq / 100 g de sol)

Avec, X : volume d'H_2SO_4 utilisé dans la titration (ml)

N : normalité d'H_2SO_4 = 1

V_1 : volume total de KCL utilisé (ml)

V_2 : volume d'NH_4 CL mis dans le matras (ml)

P : poids de l'échantillon de sol (2,5 g)

Dosage du phosphore total

Le phosphore total est dosé par la méthode d'attaque tri acides (acide nitrique, acide perchlorique et acide sulfurique) (DUCHAUFOUR, 1977). Le phosphore total est calculé par la formule suivante :

$$P(\%) = \frac{y}{10^4}\frac{V}{P} \quad ;$$

$$P(ppm) = P(\%) \times 10^4$$

Avec : V : volume de la solution = 100 ml
P : poids du sol = 1g
Y : valeur lue dans le spectrophotomètre

12. **Caractérisation du couvert végétal**

12.1. **Inventaire floristique et confection d'herbier**

Le but de cet inventaire est de recenser d'une manière systématique toutes les espèces végétales qui se trouvent dans notre région d'étude. Le principe de son établissement consiste à parcourir la région d'étude et à procéder à la récolte de toutes les espèces végétales rencontrées.

Lors de chaque sortie, nous avons récolté plusieurs exemplaires d'espèces végétales pour être confectionnés en herbier ultérieurement au laboratoire. Pour prélever ces échantillons, nous avons utilisé un couteau pour couper les tiges, un piochon pour déraciner les espèces à rhizome et des sachets en plastique ou du papier journal pour la conservation des récoltes. Les échantillons cueillis sont manipulés soigneusement afin d'éviter leur détérioration. Chaque échantillon doit comporter les parties indicatrices de l'espèce, composées notamment de feuilles, de fleurs ainsi que de fruits s'il y a lieu pour faciliter son identification. Au laboratoire, ces échantillons sont placés dans du papier journal pour les faire dessécher. Chaque échantillon est accompagné d'une étiquette où sont inscrites toutes les informations prélevées lors de la récolte (date et lieu). Nous changeons ce papier périodiquement chaque trois jours afin d'assurer aux plantes un dessèchement total. Ces échantillons sont ensuite collés sur du papier bristol et sont prêts à être identifiés et collectionnés.

L'identification des espèces a été réalisée par la contribution du Professeur Bachir OUDJEHIH **(**Département d'agronomie, Université de Batna), suite à la consultation de

plusieurs ouvrages : (QUEZEL et SANTA, 1962 a et 1962 b ; OZENDA, 2004 ; BAYER et *al*., 1990).

Lors d'une sortie réalisée en date du 31/11/2008, nous avons procédé à la collecte des champignons par l'observation précise et directe. La technique consiste à prendre des photos pour l'espèce trouvée, avant la déterrer à l'aide d'un couteau puis à l'aide d'un sachet en plastique. Nous la tenons à la main d'une manière qu'elle se met à l'intérieur du sachet sans la détériorer.

Les spécimens de champignons récoltés ont été ramenés le jour même au laboratoire pour les identifier. Des photos de certains spécimens ont été prises au niveau du laboratoire alors qu'ils sont encore frais. L'identification a été réalisée à l'échelle du genre par M^{r} Oussama BENSASSI (Maitre assistant au département d'Agronomie) à partir de clés de détermination et des guides concernant les champignons : (LANIER et *al*., 1978 ; MILLER et *al*., 2004).

12.2. Relevés phytosociologiques

Lors de nos sorties sur terrain, nous avons effectué des relevés floristiques dans les deux stations d'étude, pendant le mois de juin. Pour ce faire, nous avons retenu une surface de 500 m^2 (50 x10 m) pour chaque station délimitée par une corde. La saisie des relevés est effectuée à l'aide de carrés de 4 m^2 de surface (2x2 m). Chaque relevé floristique comprend la totalité des espèces présentes, leurs localisations dans le carré, leurs taux de recouvrement et leurs sociabilités.

Afin de décrire et de comparer les associations végétales des deux stations étudiées, nous avons réalisé le relevé floristique sur une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciables entre ses différentes parties et qui soient les plus représentatives possibles. Il est important que la surface du relevé soit suffisante pour comprendre la quasi totalité des espèces présentes sur la surface de végétation floristiquement homogène considérée, ce qui correspond à la notion d'aire minima (ABDESSEMED, 1981).

13. **Suivi de la phénologie de l'espèce**

Les observations phénologiques constituent la méthode la plus importante de l'étude de la relation entre le rythme de développement d'une espèce et les variations écologiques du milieu ambiant.

Lors de nos sorties, nous avons suivi la phénologie de la croissance du Pin d'Alep avec des critères morphologiques selon la méthode préconisée par ELAGIN (1961) et DEBAZAC (1966) in KADIK (1987) dont les différents stades s'énoncent comme suit :

B0 : bourgeon à l'état hivernal, à écailles imbriquées, étroitement appliquées, souvent liées entre elles par des exsudations plus ou moins abondantes de résine.

B1 : bourgeon en début d'élongation avec disjonction des écailles qui continuent toutefois à assurer un recouvrement complet de la jeune pousse. Le début de ce stade est très souvent marqué par le passage en position réfléchie des écailles les plus externes.

B2 : bourgeon en cours d'élongation avec disjonction des écailles qui laissent alors apparaitre entre elles la surface du rameau.

B3 : dégagement des brachyblastes de la jeune pousse qui restent entièrement enveloppés par les pièces constituant la gaine.

B4 : les aiguilles des brachyblastes se dégagent de la gaine mais celles d'un même faisceau restent appliquées.

B5 : les aiguilles d'un même faisceau se séparent. La fin du débourrement correspond à ce dernier stade, il est suivi par la phase d'élongation du rameau. Le cycle végétatif comporte deux aspects :

- Elongation du rameau allant du débourrement au repos hivernal.
- Evolution des inflorescences depuis l'apparition des organes mâle et femelle à la maturation des cônes.

14. Étude bioécologique de la faune

14.1. Invertébrés

14.1.1. Matériel et méthodes de collecte et d'échantillonnage des invertébrés

14.1.1.1. Méthode qualitative (chasse à vue)

Elle consiste à capturer au niveau du sol les invertébrés directement à la main ou à la pince. Dans la plupart des cas, les espèces capturées appartiennent aux classes d'insectes et d'arachnides qui vivent généralement à découvert et parfois sous les pierres (MORDJI, 1989).

Nous avons procédé par cette méthode, notamment dans le but d'enrichir notre inventaire et de révéler ainsi la diversité du site en invertébrés.

14.1.1.2. Echantillonnage sur et dans le sol

Litière

La litière constitue un milieu favorable pour la plupart des insectes Aptérygotes et pour de nombreux arachnides. Ce biotope obscur et humide donne les conditions idéales à ces arthropodes pour survivre.

La méthode principale pour récolter les invertébrés de la litière consiste à déloger ces derniers au moyen de la lumière ou de la chaleur, on utilise généralement l'appareil de Berlèse. Cette méthode exige beaucoup de temps et ne peut s'appliquer que dans le cas où la quantité de litière à traiter est relativement faible (CHINERY, 1987).

Lors des sorties sur terrains nous avons prélevé des échantillons de litière que nous ramassons dans des sachets, puis au laboratoire nous prélevons sous une loupe binoculaire à l'aide d'un pinceau humecté les invertébrés rencontrés. Ces derniers sont conservés dans l'alcool (éthanol) pour être identifiés par la suite.

Horizon des racines

L'horizon des racines constitue un milieu favorable pour plusieurs invertébrés comme les annélides et même pour le mycélium des champignons. Afin de déterminer les invertébrés qui logent l'horizon rhyzosphérique, nous avons procédé à enlever le sol à l'aide d'un piochon tout en examinant le sol enlevé, les invertébrés prélevés sont conservés dans des flacons à éhanol pour les identifier plus tard au laboratoire.

Echantillon du sol

Le sol constitue un milieu favorable pour plusieurs espèces qui y hivernent souvent, et qui y logent comme les fourmis.

La méthode consiste à prélever un lot de sol de 20 cm sur 20 cm, puis de l'étaler sur un papier journal pour identifier la vie biologique qui existe dans le sol de la station.

Pièges trappes (pots Barber)

Ils consistent en de simples boites de toutes nature enterrés au ras du sol pour capturer principalement des insectes de moyenne et de grande taille se déplaçant sur le sol et accidentellement des insectes volants qui viennent se poser à la surface où y tombent ainsi que des reptiles et des petits mammifères (SI BACHIR, 2007).

Les pièges utilisés dans notre étude sont des boites de conserve en métal de 1 kg, de 10 cm de diamètre et de 12 cm de profondeur. Ces pots sont enfoncés dans le sol et remplis au 2/3 d'eau et d'un liquide conservateur (détergent) empêchant les invertébrés piégés de s'échapper et d'y être consommés par leurs prédateurs.

Dans chaque station, un total de neuf pots Barber ont été disposés sur une parcelle homogène de forme carrée et d'une surface de 400 m^2 (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Ces pièges sont enterrés à ras du sol et alignés 3 à 3 sur 3 rangés distantes de 5 m l'une de l'autre (Fig. 12 a).

Nous avons rencontré plusieurs inconvénients dans l'application de cette méthode ; en particulier lorsque les pluies sont trop fortes, où le contenu des pots déborde entrainant les arthropodes piégés à l'extérieur. Etant donné que la région est parfois fréquentée par la population et par les bergers, ces pièges sont parfois déplacés ou carrément détruits.

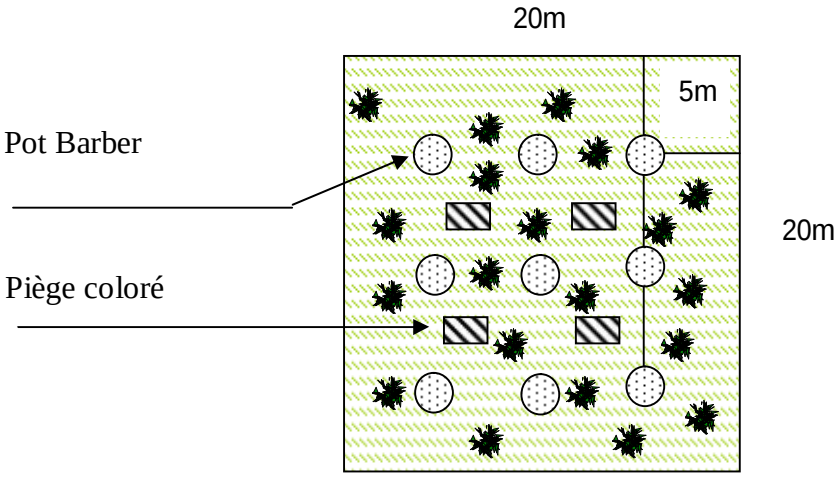
14.1.1.3. Echantillonnage de la strate herbacée

Fauchage

Le fauchage se fait à l'aide du filet fauchoir qui permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou buissons (BENKHELIL, 1992). Le fauchage est utilisé surtout pour l'échantillonnage des arthropodes en milieux terrestres (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969).

Il consiste en une poche faite de toile à mailles très serrées d'une profondeur de 45 cm montée sur un cercle en métal dont le diamètre mesure 30 cm. Le manche du filet a une longueur de 120 cm. Ce filet conçu par nous même répond aux normes proposées par COLAS (1983).

Cette méthode est facile à appliquer avec du matériel simple, ainsi son maniement permet aisément la capture d'insectes aussi bien au vol que ceux posés sur la végétation basse. Cependant, elle ne nous fournit que des données qui varient selon l'activité des insectes qui vivent à découvert, selon l'utilisateur et selon les conditions atmosphériques au moment de son emploi (BENKHELIL, 1992).



(a)

(b)

Figure 12– Disposition des pièges trappes et des pièges colorés dans la station **(a)** et Méthode de collecte des invertébrés capturés dans les pots Barber **(b)**.

Pièges colorés

Les pièges colorés sont des récipients en matière plastique de couleurs dans lesquels on place de l'eau additionnée de produit mouillant. Ce dernier permet non seulement de diminuer la tension superficielle de l'eau mais aussi d'agir sur les téguments des insectes et de provoquer la

noyade de ceux qui entrent en contact avec le liquide. Ces pièges sont posés sur des pierres (niveau de la strate herbacée).

Les insectes qui se posent sur le liquide sont très rapidement tués et coulent pour la plupart, presque instantanément.

Ce moyen de piégeage rend compte d'une attractivité qui est double :

-par la présence d'eau : élément vital recherché par les insectes.

-par sa couleur : le jaune citron étant de beaucoup le plus efficace.

14.1.1.4. Echantillonnage de la strate arborée

Battage

Nous avons effectué le battage avec le parapluie japonais. Cet instrument est constitué d'un carré de toile de 70 cm de coté. Il est tendu par deux tiges de bois maintenues perpendiculairement, rassemblées par un croisillon placé à leur intersection et traversé par une vis de serrage. Les quatre extrémités s'insèrent facilement dans des replis aux quatre coins de la toile.

La méthode de battage consiste à choisir un sujet adulte de Pin d'Alep au hasard. À une hauteur de 1,5 m à partir du sol, nous procédons à frapper rigoureusement les branches de l'arbre à l'aide d'un bâton sur les quatre directions (Est, Ouest, Nord, Sud). La collecte des arthropodes tombés sur le parapluie se fait à l'aide d'un pinceau humecté avec l'alcool dans des flacons contenant de l'éthanol.

La plupart des insectes capturés par cette méthode sont des chenilles, des petits coléoptères, des hémiptères et des larves d'insectes phytophages.

Echantillonnage des rameaux

Cette méthode consiste à couper à l'extrémité d'une branche de l'arbre du Pin d'Alep un rameau de 20 cm sur les quatre directions de l'arbre (Est, Ouest, Nord, Sud) puis les placer dans des sachets en papier pour éviter le développement des moisissures. Ces sachets sont étiquetés avec tous les renseignements nécessaires (date, direction et lieu) et stockés dans un endroit sec en attendant la détermination de leur contenu.

14.1.1.5. Méthodes de tri et d'identification

Les insectes récoltés lors de chaque sortie sont triés au niveau du laboratoire. La méthode de tri consiste à les nettoyer avec de l'eau, puis de les étaler sur papier absorbant et les laisser à l'air

pour dessécher. Ils sont ensuite triés selon l'ordre taxonomique dans des boites de Pétri tout en mettant de petits morceaux de naphtalène pour les conserver en attendant leur identification.

L'identification de ces insectes, sous une loupe binoculaire, est réalisée à l'aide de la comparaison aux collections déjà en place et à la consultation de clés et des guides d'identification suivants : PERRIER (1961, 1963 et 1964), HELGARD (1984), D'AGUILAR et al. (1985), ZAHRADNIK (1988), CARTER et HARGREAVES (1988), DORST (1990), LERAUT (1992), AUBER (1999) et BERLAND (1999 a et 1999 b).

14.2. Vertébrés

14.2.1. Reptiles

Cette catégorie d'animaux est très difficile à capturer en absence de pièges appropriés. A cet effet, durant nos sorties sur terrains nous n'avons trouvé que des mues de serpents et nous nous sommes référées aux résultats d'enquêtes réalisées auprès des cadres du parc national de Belezma.

14.2.2. Oiseaux

Le suivi des oiseaux est effectué par la méthode de l'indice kilométrique d'abondance (I.K.A.). Le principe de cette méthode est simple : l'observateur parcourt à une vitesse constante de l'ordre de 1 km/heure, un itinéraire de longueur déterminée, et note tous les contacts visuels ou auditifs qu'il a avec les oiseaux.

L'itinéraire choisi dans notre étude comprend le trajet entre un point A (un arbre repéré par un ruban) jusqu'à un point B. La distance entre ces deux points est de 1km parcouru généralement en 1 heure en aller-retour au cours du mois de mars et d'avril dans chacune des deux stations.

Lors de l'application de cette méthode sur terrain, nous nous sommes équipés d'une paire de jumelle qui nous a permis d'observer les espèces. La présence de Mr. BENSASSI Mohamed (fonctionnaire au département "animation et information" au parc national Belezma) nous a été d'une grande utilité dans la reconnaissance immédiate des espèces aviaires aussi bien pour les passereaux que pour les rapaces.

Cette méthode rend compte du nombre d'individus noté par l'observateur selon un itinéraire de 100 m environ (dans notre cas la distance totale parcourue étant de 1 km en 1

heure) par rapport au nombre total d'observations. Soit, Ni : le nombre total d'individus contactés de l'espèce i. Y : est le nombre total de contacts.

L'indice kilométrique d'abondance de l'espèce i est alors égal à :

$$I_A = \frac{N_i}{Y} \times 100$$ (BAZI, 1988)

Cet indice, nous permet d'avoir une idée générale sur les espèces les plus abondantes et les moins abondantes dans notre milieu.

14.2.3. Mammifères

Nous avons procédé à un inventaire des espèces mammaliennes par l'identification de leurs empreintes, de leurs excréments et de leurs traces grâce à l'utilisation d'un guide intitulé "Guide des traces des animaux" (BANG et DAHLSTROM, 1987), ainsi qu'à partir des renseignements collectés auprès du personnel du parc national de Belezma.

15. Exploitation des résultats par des indices écologiques

15.1. Qualité de l'échantillonnage

Elle est déterminée par le rapport du nombre des espèces contactées une seule fois et en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (R). Le rapport (a/R) permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Où plus a/R est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est meilleure (BLONDEL, 1979 ; RAMADE, 2009).

7.2. Application d'indices de structure et d'organisation

7.2.1. Fréquence en nombre

La fréquence centésimale (Fc) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$Fc = \frac{n_i}{N} \times 100$$

7.2.2. Constance ou indice d'occurrence

La constance (**C**) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (Pi) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1985).

$$C(\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 %.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10 %.

7.2.3. Analyse de similitude (Indice de Sorensen)

Afin de pouvoir statuer sur la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons calculé l'indice de Sorensen ou le coefficient de similitude de Sorensen (*Qs*) (MAGURRAN, 1988) :

$$Qs = \frac{2C}{a+b} \times 100$$

a : Nombre d'espèces proies mentionnées dans le premier échantillon ;

b : Nombre d'espèces proies décrites dans le deuxième échantillon ;

C : Nombre d'espèces proies recensées simultanément dans les deux échantillons.

Nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique de la faune des deux stations.

Plus les valeurs de ce coefficient sont proches de 100 plus les deux stations comparées sont qualitativement semblables.

7.3. Application d'indices de diversité des peuplements

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total **(S)** d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne **(Sm)** qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

7.3.1. Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale (**S**) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de **N** relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (BLONDEL, 1975 ; MAGURRAN, 2004).

7.3.2. Richesse spécifique moyenne

La richesse spécifique moyenne ($\mathbf{S}_m$) est utile dans l'étude de la structure des peuplements. Elle est calculée par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (RAMADE, 1984) :

$$S_m = \frac{nombre\ total\ d'espèces\ recensées\ lors\ de\ chaque\ relevé}{nombre\ de\ relevés\ réalisés}$$

7.3.3. Indice de diversité de SHANNON

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de SHANNON. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON –WEAVER (KREBS, 1989 ; MAGURRAN, 1988). Cet indice, symbolisé par la lettre **H'**, fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de **H'** représentée en unités binaires d'information ou bits est donnée par la formule suivante (MAGURRAN, 1988) :

$$H' = -\sum Pi \log_2 Pi$$

Où : **Pi** représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

recensés (N) :

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (DAJOZ, 1985).

7.4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (**E**) est le rapport entre la diversité calculée (**H'**) et la diversité théorique maximale ($\mathbf{H'}_{max}$) qui est représentée par le $\log_2$ de la richesse totale (**S**) (BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Où : **H'** est l'indice de Shannon

$\mathbf{H'_{max}} = \log_2 S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro (E < 0,5), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

8. Exploitation des résultats par des analyses statistiques

Les traitements statistiques des données sont faits par le logiciel XLSTAT 2010 (Xlstat, 2010).

8.1. Test de corrélation

Le coefficient de corrélation (*r*) est calculé pour établir l'existence d'un lien entre une variable indépendante quantitative (X) et une autre variable dépendante quantitative (Y) (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979, 1998). Il est appliqué pour tester l'existence d'un lien entre les effectifs saisonniers chez les insectes. La signification de la corrélation est déterminée pour un seuil alpha égal à 5%.

8.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)

La CAH organise les observations, définies par un certain nombre de variables et de modalités, en les regroupant de façon hiérarchique (LEGENDRE et LEGENDRE, 1998). L'application de la CAH pour les effectifs des peuplements d'insectes a pour objectif de regrouper de façon hiérarchique les strates échantillonnées en groupes homogènes afin de déterminer les similitudes spatiales des effectifs des espèces. Les liens hiérarchiques apparaissent sur un dendrogramme. La CAH est aussi appliquée afin de faire ressortir des groupes homogènes pour les différents types de pièges.

Chapitre IV

Résultats

Chapitre IV : Résultats

1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques

L'exploitation des résultats des analyses pédologiques nous a permis de caractériser la texture des sols étudiés ainsi que l'évolution saisonnière des paramètres physicochimiques du sol dans les deux stations échantillonnées. Ces données sont représentées dans les tableaux suivants (Tableaux 23 et 24).

Tableau 23-Texture du sol dans les pineraies de Djerma (Parc national de Belezma)

Stations	Granulométrie					Texture
	Argiles (%)	Limons Fins (%)	Limons Grossiers (%)	Sables Fins (%)	Sables Grossiers (%)	
Station témoin	20,4	11,9	14,6	25	28	Limon sablo-argileux
Station 1	30,3	40,7	7,4	17,2	6	Limon argilo-sableux
Station 2	29,8	17	15,9	27,2	10,5	Limon sablo-argileux

Tableau 24- Variation saisonnière des caractéristiques physicochimiques des sols dans les pineraies de Djerma (Parc national de Belezma).

CE : Conductivité électrique.**CEC :** Capacité d'échange cationique.

		Station témoin				Station 1				Station 2			
		Auto.	Hiver	Print.	Eté	Aut.	Hiver	Print.	Eté	Aut.	Hiver	Print.	Eté
pH		8,07	8,52	8,01	/	7,99	8,44	7,9	7,86	7,89	8,34	7,73	8,06
CE (ds/µ)		0,26	0,14	0,22	/	0,14	0,13	0,21	0,2	0,16	0,12	0,22	0,25
Calcaire total (%)		57,9	65,2	35,2	/	60,2	52,1	55,96	45,96	54	59,6	53,07	47,5
Carbone (%)		1,44	2,13	2,73	/	0,001	0,53	0,68	0,76	1,14	0,76	2,05	2,2
Matière organique (%)		2,88	4,26	5,47	/	0,002	1,06	1,37	1,52	2,28	1,52	4,1	4,4
Azote total (%)		0,26	0,29	0,32	/	0,01	0,08	0,1	0,12	0,18	0,17	0,23	0,29
Sels solubles	**Na^+ (meq/l)**	0,91	0,71	0,57	/	0,47	0,52	0,95	0,95	0,59	0,72	0,91	0,96
	K^+ (meq/l)	0,79	0,47	0,41	/	0,39	0,51	0,91	0,89	0,51	0,56	0,82	0,96
CEC (meq/100g)		21,76	13,6	17,68	/	9,52	17,68	14,96	20,4	16,3	16,3	20,4	15,3
Phosphore total (ppm)		7	9,5	15	/	118	104	37,5	37,5	135	215,5	109,5	223,5

Les taux de pH les plus élevés sont signalés en hiver pour les trois stations avec une variation saisonnière faiblement marquée (Fig. 13).

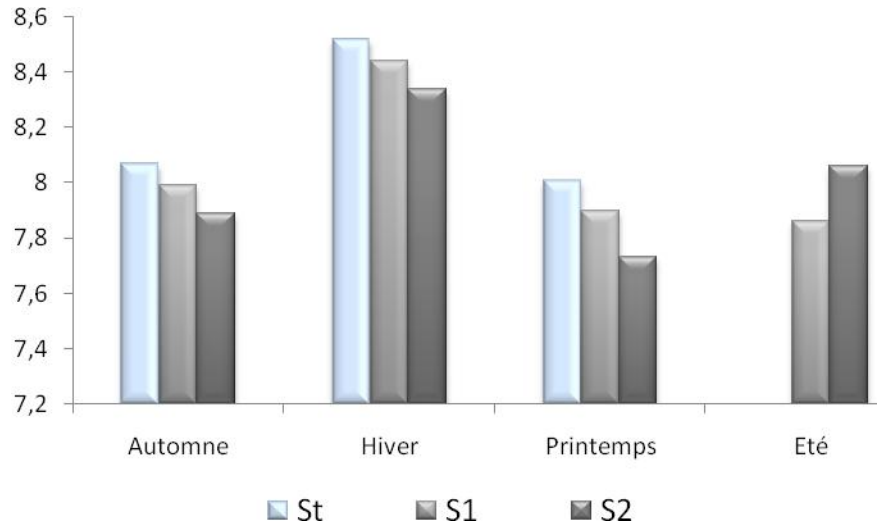


Figure 13- Variation spatio-temporelle du pH du sol des pineraies de Djerma.
(St: Station témoin, S1: Station 1, S2: Station 2)

La valeur la plus élevée de la capacité d'échange cationique est mesurée au niveau de la station témoin en automne. Cependant, la capacité d'échange cationique est élevée en été pour la station 1 et au printemps pour la station 2 (Fig.14).

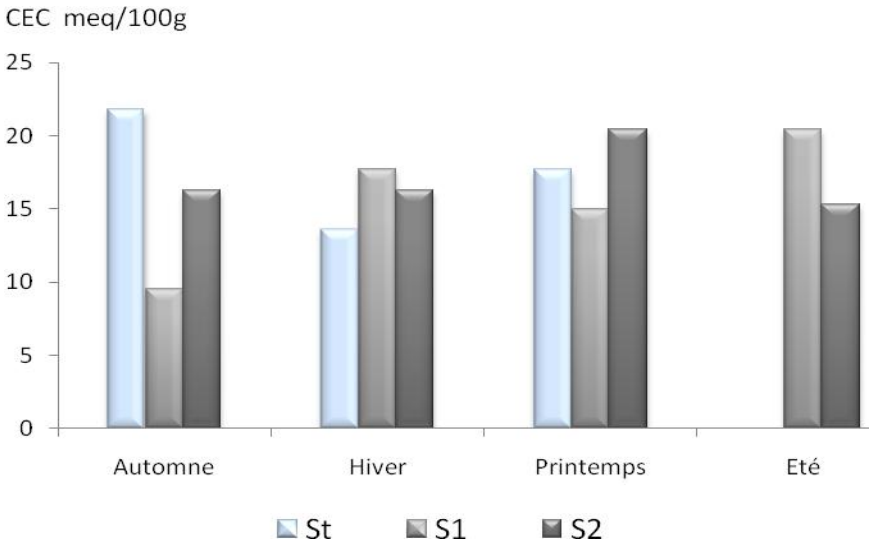


Figure 14- Variation spatio-temporelle de la capacité d'échange cationique (CEC) en meq/100g du sol des pineraies de Djerma. (St : Station témoin, S1: Station 1, S2 : Station 2)

Les résultats obtenus pour le taux de calcaire total varient entre 35,2 et 65,2 %. Les taux les plus élevés sont signalés en automne pour la station 1 et en hiver pour la station 2 et la station témoin. Le calcaire total tend à diminuer au cours de l'été pour les trois stations (Fig. 15).

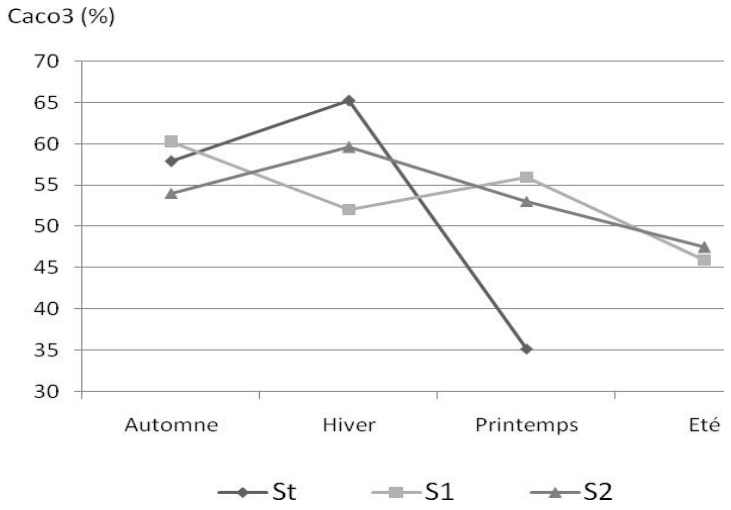


Figure 15- Variation spatio-temporelle du calcaire total Caco3 (%) du sol des pineraies de Djerma. (St: Station témoin, S1: Station 1, S2: Station 2)

Le taux de la matière organique est plus élevé en printemps et en été pour les trois stations. Nous remarquons une absence de la matière organique en automne dans la station 1. Le taux de l'azote total est très faible dans la station 1 (Fig. 16).

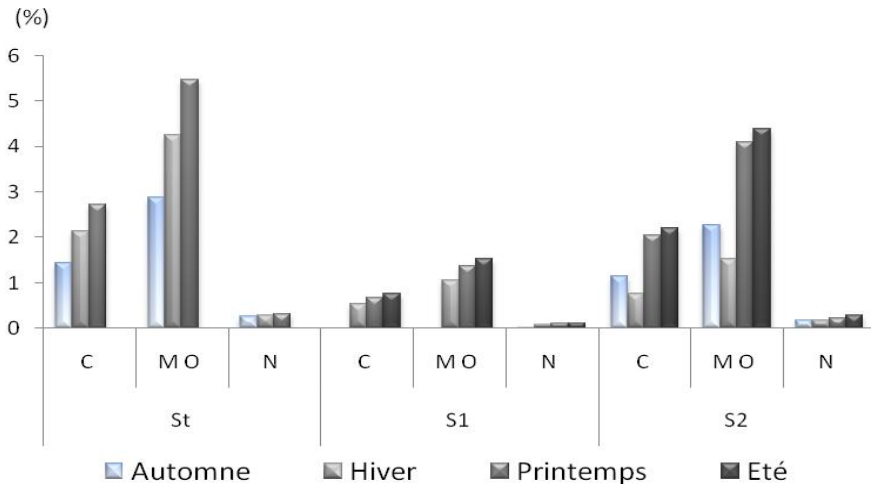


Figure 16- Evolution saisonnière de la matière organique (MO %) et de l'azote total (N %) du sol des pineraies de Djerma. (St: Station témoin, S1: Station 1, S2: Station 2)

2. Flore, structure et physionomie du couvert végétal

2.1. Inventaire taxonomique de la flore

A l'issue des recensements floristiques que nous avons effectués, nous avons dressé une liste floristique des espèces végétales qui sont représentées dans le tableau 25 selon les deux stations d'étude et suivant l'ordre systématique établi par MESSAILI (1995). Aussi, nous avons pu identifier un total de 07 espèces de champignons, collectés en majorité au pied des Pins (Tableau 26).

Tableau 25- Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans la pineraie de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Parc national de Belezma).

Familles	Espèces	Nom vernaculaire	Station 1	Station 2
Poaceae	*Ampelodesma mauritanicum*	Diss	+	+
	Stipa tenacissima	Alfa	+	+
	Trisetaria flavescens	Avoine dorée	+	+
	Dactylis glomerata	Dactyle vulgaire	+	-
	Echinaria capitata		+	-
	Bromus rubens (NS)	Brome	+	-
	Poa bulbosa	Paturin bulbeux	-	+
Cistaceae	*Helianthemum kahiricum* (NS)	Hélianthème de caire	+	+
	Helianthemum origanifolium molle (NS)	Hélianthème	+	+
	Cistus sericeus (C. munbyi) forme flavescens (NS)	Ciste	+	+
Lamiaceae	*Thymus vulgaris* * (NS)	Thym vulgaire	+	+
	Teucrium polium	Germandrée tomenteuse	+	-
	Teucrium pseudochamaepitys * (NS)	Germandrée à allure de pin	+	-
	Teucrium polium geyrii (NS)	Germandrée	-	+
	Rosmarinus tournefortii * (NS)	Romarin	+	+
	Prasium majus (NS)		-	+
Brassicaceae	*Iberis odorata* (NS)	Ibéris	+	-
	Matthiola livida (NS)		+	+
	Eruca vesicaria (NS)	Roquette vésiculeuse	-	+
	Diplotaxis virgata (NS)	Diplotaxe	-	+
Apiaceae	*Bupleurum atlanticum*	Buplèvre	+	+
	Thapsia garganica	Thapsia	-	+
	Brachyapium pomelianum (NS)		-	+
Fabaceae	*Erinacea anthyllis*	Erinacée	+	-
	Coronilla repanda (NS)	Coronille	+	+
	Coronilla scorpioides	Queue de scorpion	+	+
	Ononis pusilla (NS)	Bugrane naine	+	+

Fabaceae	*Trifolium sp.*	Trèfle	-	+
	Genista microcephala	Genêt	+	+
	Calicotome spinosa	Calycotome épineux	-	+
	Astragalus armatus (NS)	Astragale vulnérant	+	+
	Hedysarum humile (NS)	Sainfoin	-	+
	Medicago minima	Luzerne	-	+
	Hippocrepis multisiliquosa		-	+
	Lotus corniculatus	Trèfle cornu	-	+
Globulariaceae	*Globularia alypum*	Globulaire	+	+
Asteraceae	*Atractylis humilis* (NS)	Carthame humble	+	+
	Carthamus multifidus (NS)	Carthame	+	-
	Leuzea conifera (Centaurea conifera)	Leuzée conifère	+	+
	Centaurea parviflora	Centaurée	+	+
	Micropus bombycinus		+	+
	Santolina chamaecyparissus (S. africana) (Orminis praecox) (NS)	Santoline petit-Cyprès	-	+
	Artemisia herba-alba	Armoise blanche	-	+
	Picris cupuligera (NS)		-	+
	Leontodon saxatilis (NS)		-	+
	Atractylis cancellata (NS)	Carthame grillé	-	+
	Scorzonera undulata		-	+
	Sonchus arvensis (NS)		-	+
	Pallenis spinosa	Pallénis épineux	-	+
Caryophyllaceae	*Silene muscipula* (NS)	Silène	+	-
	Paronychia capitata chlorothyrsa	Paronique	+	+
	Spergularia marginata (NS)		-	+
	Minuartia montana (NS)		-	+
Rubiaceae	*Galium brunnaeum* (NS)	Gaillet	+	+
Thymelaeaceae	*Thymelaea nitida* (NS)	Lauréole	+	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia falcata* (NS)	Euphorbe en faux	+	-
Linaceae	*Linum tenuifolium* (NS)	Lin à feuilles étroites	+	+
	Linum tenue (NS)	Lin	-	+
Liliaceae	*Asparagus stipularis* (NS)	Asperge	+	+
Oleaceae	*Phillyrea angustifolia*	Filaire à feuilles étroites	+	+
	Olea europaea *	Olivier européen	+	+
Cupressaceae	*Juniperus phoenicea* *	Genévrier de Phénicie	+	+
	Juniperus oxycedrus	Genévrier Oxycèdre	+	+
Fagaceae	*Quercus ilex*	Chêne vert	+	+
Anacardiaceae	*Pistacia lentiscus* *	Lentisque	+	+
Resedaceae	*Reseda phyteuma* (NS)	Réséda raiponce	-	+
	Reseda duriaena (R. papillosa) (NS)	Réséda	-	+
Primulaceae	*Anagallis arvensis* *	Mouron des champs	-	+
Hyacinthaceae	*Muscari comosum*	Muscari à toupet	-	+
Boraginaceae	*Lithospermum apulum (Neatostema apulum)* (NS)	Grémil	-	+

Polygalaceae	*Polygala rupestris* (NS)	Polygale	-	+
Crassulaceae	*Sedum sediforme*	Orpin de Nice	-	+
Dipsacaceae	*Scabiosa simplex* (NS)	Scabieuse	-	+
Alliaceae	*Allium roseum* (NS)	Ail rosé	-	+
Orchidaceae	*Ophrys sp*** (NS)	Ophrys	+	-
Rafflesiaceae	*Cytinus hypocistis* (NS)	Cytinelle	+	+
Nombre d'espèces		76	43	64

(*) : Espèce à intérêt médicinal. (**) : Espèce rare. (NS) : Espèce non signalée dans la liste des plantes du parc national de Belezma (Plan de gestion, 2010).

Tableau 26- Liste des champignons collectés dans les deux stations d'étude

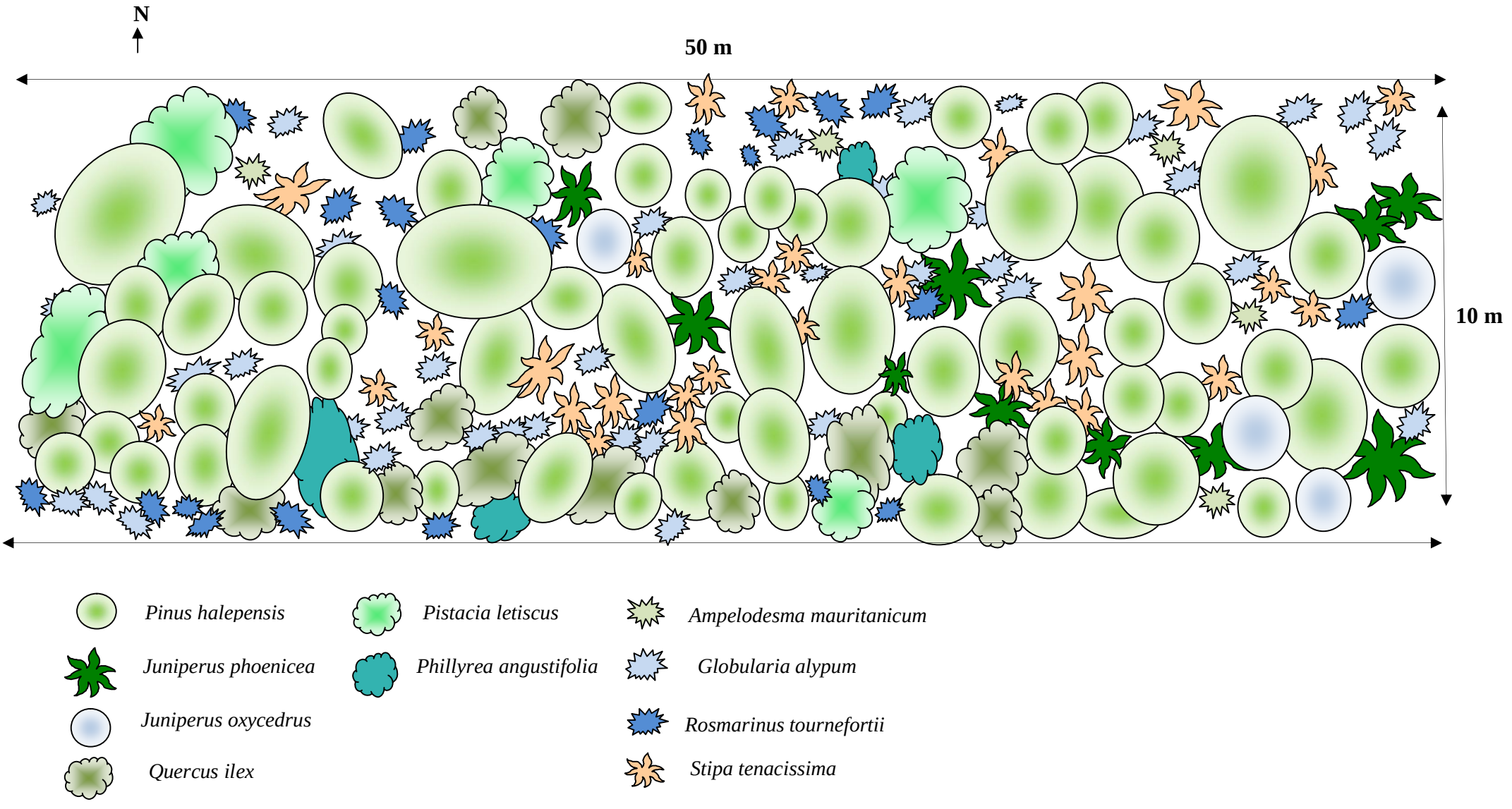
Division	Espèce	Station 1	Station 2	Intérêt
Bazidiomycota	*Agaricus arvense* (NS)	-	+	Non comestible
	Armillaria sp. (NS)	-	+	Parasite polyphage, saprotrophe facilitant le recyclage des éléments. Comestible à la condition de le consommer jeune.
	Amanita sp. (NS)	+	+	Certaines espèces sont succulentes et d'autres mortelles.
	Boletus sp.	+	+	Fort recherché par les mycophages ; participe dans les associations mycorhiziennes.
	Cantharellus sp. (NS)	+	-	Ectomycorhize, comestible.
Ascomycota	*Peziza sp.*	-	+	Certaines espèces sont toxiques et d'autres comestibles.
Mixomycota	*Mixomycota sp. Ind.* (NS)	-	+	Non commestible

(NS) : Espèce non signalée dans la liste des champignons du parc national de BELEZMA.

D'après l'inventaire floristique réalisé, la flore des stations étudiées est représentée par 76 espèces végétales, regroupées en 28 familles (Tableau 25) dont 42 espèces ne sont pas signalées dans la liste de la flore du Parc national de Belezma consignée dans la phase 1 du plan de gestion du PNB (2010). Dans notre inventaire, nous notons la présence de 7 espèces à intérêt médicinal, deux espèces à usage artisanal (*Stipa tenacissima, Ampelodesma mauritanicum)* et une espèce rare (*Ophris sp*.). Malgré que nous avons consacré une seule sortie à la collecte des champignons, nous avons pu collecter 13 espèces différentes dont 6 espèces ne sont pas identifiées.

2.2. Structure et physionomie de la végétation

Afin de donner une représentation de la structure et de la physionomie du couvert végétal des deux pineraies étudiées, nous avons schématisé les données obtenues suite au transect réalisé sur une ligne en profil et en projection de 50 m de long sur 10 m de large au niveau des deux stations (Fig. 17, 18 et 19).


N
50 m
10 m
Pinus halepensis
Juniperus phoenicea
Juniperus oxycedrus
Quercus ilex
Pistacia letiscus
Phillyrea angustifolia
Ampelodesma mauritanicum
Globularia alypum
Rosmarinus tournefortii
Stipa tenacissima

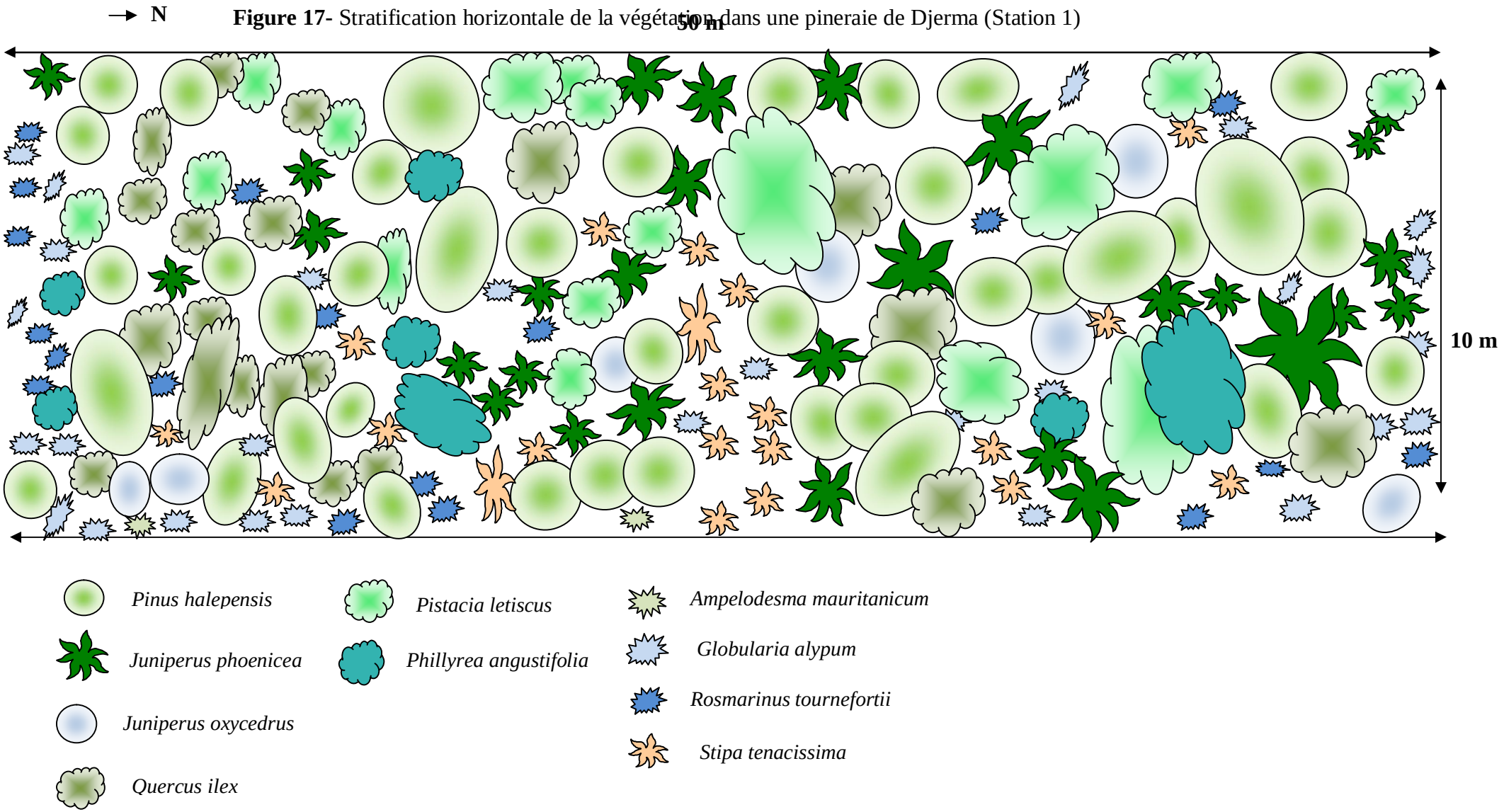


Figure 17- Stratification horizontale de la végétation dans une pineraie de Djerma (Station 1)

Figure 18- Stratification horizontale de la végétation dans une pineraie de Djerma (Station 2)

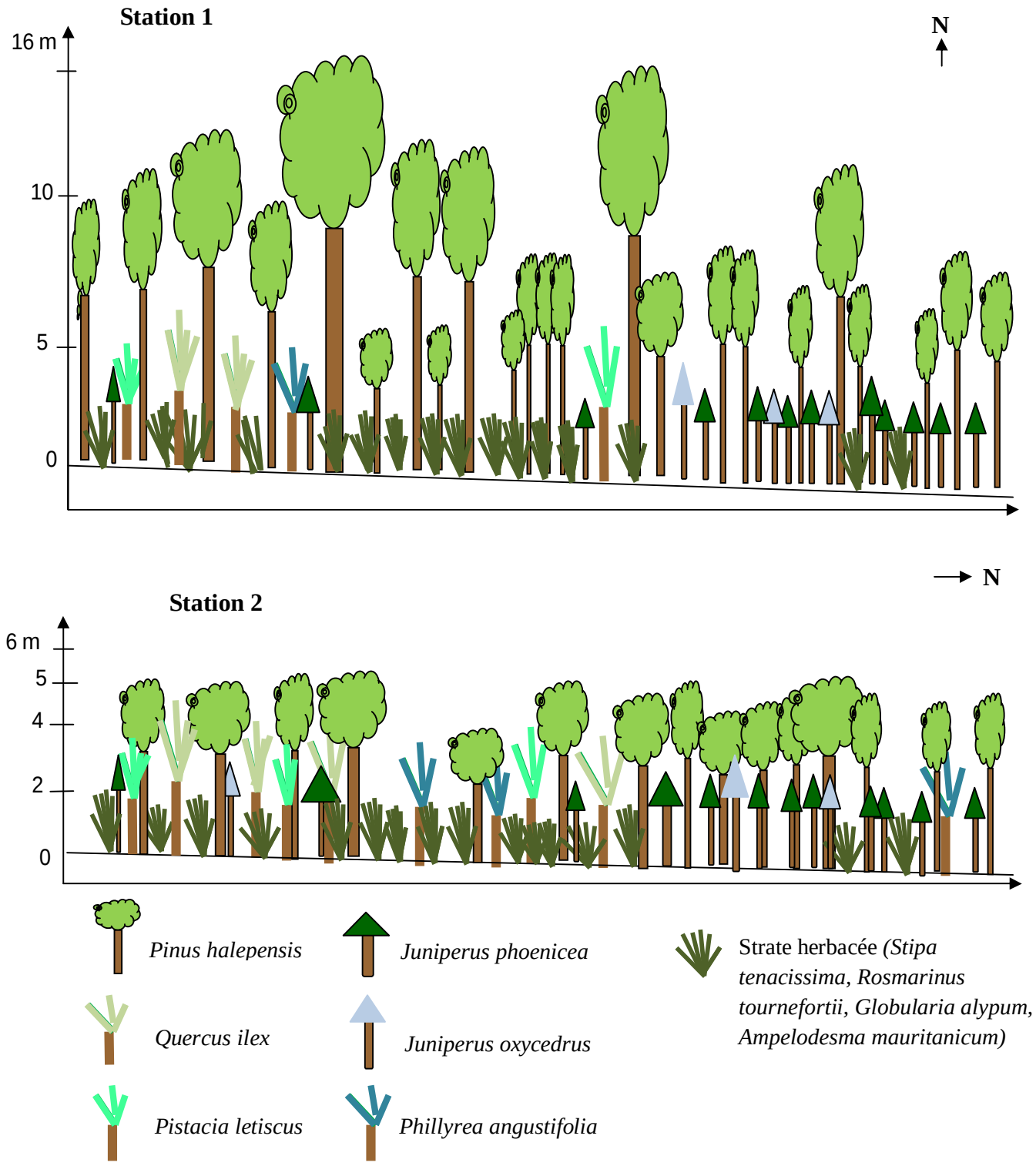


Figure 19- Stratification verticale de la végétation dans les pineraies de Djerma.

2.3. Sociabilité de la végétation

Le recouvrement et la sociabilité du couvert végétal qui exprime l'importance de la couverture végétale, est noté pour chaque strate : arborée, arbustive, herbacée. Chaque espèce du relevé est affectée de deux indices ; le premier traduit l'abondance-dominance qui est l'expression de l'espace occupé par l'ensemble des individus de cette espèce (Tableau 27).
L'échelle utilisée est celle de BRAUN-BLANQUET (1951)

+ : recouvrement et abondance très faibles
1 : espèce abondante mais recouvrement faible
2 : très abondante et recouvrement supérieur à 5 %.
3 : recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque
4 : recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque
5 : recouvrement supérieur à 75 %, abondance quelconque

Le second indice, exprime la sociabilité, c'est-à-dire la façon dont les individus de la même espèce sont distribués les uns par rapport aux autres. L'échelle utilisée est celle de BRAUN-BLANQUET (1951) :
1 : individus isolés
2 : individus en groupes
3 : individus en troupes
4 : individus en colonies
5 : individus en peuplements denses.

Tableau 27 : Taux de recouvrement et sociabilité des espèces caractéristiques des Pineraies de Djerma.

		Station 1		**Station 2**	
	Espèces	Recouvrement %	Sociabilité	Recouvrement %	Sociabilité
Strate Arborescente	*Pinus halepensis*	5	5	4	4
Strate arbustive	*Quercus ilex*	3	4	3	2
	Pistacia lentiscus	2	2	2	2
	Juniperus phoenicea	3	1	3	3
	Juniperus oxycedrus	+	1	2	1
	Phillyrea angustifolia	+	1	2	1
Strate herbacée	*Ampelodesma mauritanicum*	1	2	+	1
	Globularia alypum	1	2	1	2
	Stipa tenacissima	2	2	1	2
	Rosmarinus tournefortii	1	2	1	2

	Cistus sericeus	+	1	+	1

2.4. Cycle biologique de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma

Le suivi de la phénologie de la croissance du Pin d'Alep, durant la période d'étude (décembre 2008/ août 2009), nous a permis de décrire les différents stades phénologiques selon la méthode préconisée par ELAGIN (1961) et DEBAZAC (1966) in KADIK (1987) (Tableau 28). Les dates signalées correspondent à la date de sortie où la majorité des sujets observés ont atteint le stade phénologique indiqué.

Tableau 28- Stades phénologiques de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma (la signification des abréviations des stades de débourrement B0….B5 est mentionnée en chapitre III).

Stade de développement		Station 1	Station 2
1-Elongation des pousses : Stades de débourrement	B0	 17/01/2009	 20/12/2008
	B1	 01/02/2009	 31/12/2008
	B2	 14/02/2009	 17/01/2009

	B3	07/03/2009	01/02/2009
	B4	31/05/2009	13/05/2009
	B5	23/06/2009	08/06/2009
2-Développement des organes reproducteurs	2.1-Développement de l'appareil reproducteur mâle		

	-Apparition 25/03/2009 -Maturation 13/04/2009 -Détachement 26/04/2009	-Apparition 07/03/2009 -Maturation 19/04/2009 -Détachement 26/04/2009
	2.2-Evolution des organes reproducteurs femelles	

	-Apparition 15/04/2009 -Fécondation et apparition des cônes de l'année 31/05/2009	-Apparition 22/03/2009 -Fécondation et apparition des cônes de l'année 13/05/2009

L'élogation des pousses commence à partir de fin décembre jusqu'à fin juin avec une différence de 13 jours entre les deux stations. Le développement de l'appareil reproducteur mâle se fait entre début mars et fin avril avec une certaine précocité dans la station 2. La durée d'évolution des organes reproducteurs femelles est comprise entre fin mars et fin mai avec un effet tardif en station 1. Les premières cônes de l'année apparaissent au niveau de la station 2 (Tableau 28).

3. Bioécologie des invertébrées inféodés aux Pineraies

3.1. Inventaire taxonomique des espèces recensées

Au terme de nos prospections effectuées, nous avons recensé 208 espèces d'invertébrés à partir d'un échantillon de 7.937 individus capturés. Cet inventaire a été établi au cours de la période s'étendant entre novembre 2008 et août 2009. Il s'agit des résultats obtenus par l'ensemble des différentes méthodes de capture utilisées, à savoir : la chasse à vue, le fauchage, le battage, les pièges colorés et les pièges trappes (Tableau 29).

La liste systématique des espèces recensées est dressée selon un ordre de classification après la consultation de plusieurs ouvrages et fascicules de systématique : PERRIER (1961, 1963 et 1964), HELGARD (1984), D'AGUILAR et *al.* (1985), CARTER et HARGREAVES (1988), ZAHRADNIK (1988), DORST (1990), LERAUT (1992), AUBER (1999) et BERLAND (1999 a et b).

L'identification est poussée jusqu'au genre et parfois même à l'espèce pour la majorité des échantillons recueillis. Le tableau récapitule ces espèces qui ont été déterminées en majorité par Dr. SI BACHIR A. suivant les 2 stations. Les catégories trophiques sont établies, selon le type d'alimentation des formes adultes.

Tableau 29- Liste systématique globale des espèces d'invertébrées inventoriées dans les pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma.

(**S1** : Station 1, **S2** : Station 2, **R.A.** : régime alimentaire, **Ph** : phytophage, **Pr** : prédateur, **Sapr** : saprophage, **Poly** : polyphage, **Par/Parasito** : parasite/parasitoïde, **Copr :** coprophage)

+ : Présence non quantifiée, **(NS)** : Espèce non signalée dans la liste des invertébrés du parc national de BELEZMA (Plan de gestion, 2010).

Classe	Ordre	Famille	Espèce	S 1	S 2	R. A.
Gasteropoda	*Pulmonata*	*Lymnaeidae*	*Lymnaeidae sp. Ind.*	1	-	Ph.
	Stylommatophora	*Helicidae*	*Helix sp.*	1	-	Ph.
			Helicidae sp. Ind.	4	11	Ph.
Arachnida	*Aranea*	*Aranaeidae*	*Aranaeidae sp. Ind.*	231	227	Pr.
	Scorpionida	*Buthidae*	*Buthus sp.*	+	-	Pr.
		Scorpionidae	*Scorpionidae sp. Ind.*	1	-	Pr.
	Acari	*Acari Ind.*	*Acari sp. Ind.*	1	-	Poly.
Myriapoda	*Diplopoda*	*Diplopoda Ind.*	*Diplopoda sp. Ind.*	+	1	Poly.
	Chilopoda	*Chilopoda Ind.*	*Chilopoda sp. Ind.*	16	10	Poly.
Crustacea	*Isopoda*	*Oniscoidae*	*Armadillidum sp.*	1	1	Poly.
Insecta	*Collembola*	*Isotomidae*	*Isotomidae sp. Ind.*	292	44	Sapr.
		Onychiuridae	*Onychiuridae sp. Ind.*	236	-	Ph.
	Poduromorpha	*Poduridae*	*Poduridae sp. Ind.*	1	-	Sapr.
	Thysanoptera Sous ordre *Tubulifera*	*Tubulifera ind.*	*Tubulifera sp. Ind.* (NS)	1	-	Poly.
	Diplura	*Lepismatidae*	*Lepisma saccharina* (NS)	-	1	Poly.
			Lepisma sp. (NS)	1	-	Poly.
		Campodeidae	*Campodeidae sp. Ind.*	26	270	Poly.
	Odonata	*Gomphidae*	*Gomphus sp.* (NS)	1	-	Pr.

Insecta	*Phasmida*	*Phasmidae*	*Phasmidae sp. Ind.*	1	-	Ph.
	Orthoptera	*Tettigonidae*	*Decticus sp.* (NS)	-	1	Ph.
		Gryllidae	*Gryllus sp.*	24	1	Ph.
		Pyrgomorphidae	*Pyrgomorpha sp.*	+	+	Ph.
		Pamphagidae	*Pamphagus sp.*	1	-	Ph.
			Pamphagus elephas	+	-	Ph.
		Acrididae	*Acrotylus patruelis*	-	1	Ph.
			Locusta migratoria	+	-	Ph.
			Locusta sp. (NS)	-	2	Ph.
		Acrididae	*Oedipoda caerulescens*	-	2	Ph.
			Oedipoda sp.	2	-	Ph.
			Sphingonotus sp.	1	1	Ph.
	Dermaptera	*Labiduridae*	*Labidura riparia* (NS)	-	1	Poly.
	Blattoptera	*Blattidae*	*Blatta orientalis*	+	-	Poly.
			Blatta sp. (NS)	23	7	Poly.
	Manthoptera	*Mantidae*	*Mantis religiosa**	3	1	Pr.
	Psocoptera	*Psocoptera ind.*	*Psocoptera sp. Ind.*	5	1	Poly.
	Heteroptera	*Reduviidae*	*Reduviidae sp. Ind.*	+	-	Poly.
		Miridae	*Psillus sp.* (NS)	3	4	Ph.
			Miridae sp. Ind.	-	1	Ph.
		Nabidae	*Nabidae sp. Ind.*	1	-	Ph.
		Cydnidae	*Corimelaena sp.*	1	-	Ph.
		Scutelleridae	*Coptosoma sp.* (NS)	1	-	Ph.
		Pentatomidae	*Aelia sp.*	2	1	Ph.
			Pentatoma sp.	1	-	Ph.
			Pentatomidae sp. Ind.	2	1	Ph.
		Coreidae	*Coreidae sp. Ind.*	-	2	Ph.
		Heteroptera ind.	*Heteroptera sp. Ind.*	-	2	Poly.
	Homoptera	*Issidae*	*Issus sp.* (NS)	2	3	Ph.
			Issidae sp. Ind.	7	2	Ph.
		Cicadidae	*Cicadetta montana* (NS)	+	-	Ph.
			Cicadetta sp. (NS)	3	2	Ph.
		Cercopidae	*Cercopidae sp. Ind.*	3	3	Ph.
		Jassidae	*Cicadella sp.*	33	65	Ph.
			Jassidae sp. Ind.	125	165	Ph.
		Psyllidae	*Psylla sp.*	107	79	Ph.
			Psyllidae sp. Ind.	353	119	Ph.
		Aphididae	*Aphididae sp. Ind.*	104	96	Ph.
		Diaspididae	*Leucaspis sp.*	+	+	Ph.
		Homoptera ind.	*Homoptera sp. Ind.*	-	18	Ph.
	Coleoptera	*Carabidae*	*Calosoma inquisitor** (NS)	+	-	Pr.
			Cymindis sp. (NS)	-	1	Pr.
			Demetrias sp. (NS)	-	1	Pr.

Insecta	*Coleoptera*		*Zabrus sp.*	1	-	Pr.
		Histeridae	*Hister major*	-	1	Pr.
		Staphylinidae	*Staphylinus stercorarius* (NS)	2	3	Poly.
			Staphylinus sp. (NS)	28	9	Pr.
		Staphylinidae	*Aleochara sp.* (NS)	-	1	Sapr.
			Staphylinidae sp. Ind.	22	8	Sapr.
		Trogidae	*Trox sp.* (NS)	2	5	Sapr.
		Geotrupidae	*Geotrupes sp.*	-	1	Sapr.
		Scarabaeidae Scarabaeidae	*Scarabaeus sp.*	1	-	Sapr.
			Aphodius sp.	+	-	Sapr.
			Hoplia sp. (NS)	1	1	Ph.
			Rhizotrogus sp.	2	2	Ph.
			Scarabaeidae sp. Ind.	2	3	Sapr.
		Cetonidae	*Tropinota hirta*	-	1	Ph.
		Cantharidae	*Cantharis sp.* (NS)	1	1	Ph.
		Buprestidae	*Capnodis sp.* (NS)	12	1	Ph.
			Poecilonota sp. (NS)	-	4	Ph.
			Anthaxia sp.	1	1	Ph.
			Buprestidae sp. Ind.	-	2	Ph.
		Elateridae	*Elateridae sp. Ind.*	1	3	Poly.
		Dermestidae	*Anthrenus sp.* (NS)	-	1	Ph.
		Coccinellidae	*Coccinella septempunctata**	+	-	Pr.
			Coccinella sp.	-	4	Pr.
		Mycetophagidae	*Mycetophagidae sp. Ind.*	2	5	Ph.
		Tenebrionidae	*Pimelia sp.*	-	5	Sapr.
			Tenebrionidae sp. Ind.	1	-	Sapr.
		Rhipiphoridae	*Rhipiphoridae sp. Ind.*	-	1	Par/Parasito
		Meloïdae	*Mylabris variabilis**	1	-	Ph.
		Oedemeridae	*Oedemera sp.* (NS)	-	4	Ph.
		Cerambycidae	*Leptura rubra* (NS)	1	-	Poly.
			Tetrops sp. (NS)	1	-	Ph.
			Phytoecia sp.	-	1	Ph.
			Plagionotus sp.	-	1	Ph.
		Bruchidae	*Bruchus sp.* (NS)	1	-	Ph.
			Bruchidae sp. Ind.	37	27	Ph.
		Chrysomelidae	*Clythra sexpunctata* (NS)	-	1	Ph.
			Clythra sp.	-	1	Ph.
			Chrysomela sp.	4	3	Ph.
			Longitarsus sp. (NS)	1	-	Ph.
		Chrysomelidae	*Hispa sp.* (NS)	-	1	Ph.
			Chrysomelidae sp. Ind.	1	-	Ph.
		Attelabidae	*Deporaus sp.* (NS)	-	1	Ph.
		Curculionidae	*Otiorhynchus sp.* (NS)	31	11	Ph.

Insecta	*Coleoptera*		*Polydrosus sp.* (NS)	-	1	Ph.
			Cleonus sp. (NS)	1	1	Ph.
			Rhyncholus sp.	5	1	Ph.
			Rhinoncus sp. (NS)	1	-	Ph.
			Curculionidae sp. Ind.	-	1	Ph.
		Apionidae	*Apion sp.*	6	7	Ph.
		Scolytidae	*Scolytus sp.*	3	-	Ph.
			Ips sp. (NS)	5	1	Ph.
			Alophus sp. (NS)	1	-	Ph.
			Scolytidae sp. Ind.	1	-	Ph.
	Neuroptera	*Chrysopidae*	*Chrysopa carnea** (NS)	2	1	Pr.
	Hymenoptera	*Tenthredinidae*	*Macrophya sp.* (NS)	1	-	Ph.
			Athalia sp. (NS)	1	-	Ph.
			Tenthredinidae sp. Ind.	1	1	Ph.
		Diapriidae	*Aneurhynchus sp.* (NS)	-	1	Par/Parasito
		Chalcididae	*Chalcididae sp. Ind.*	4	2	Par/Parasito
		Pteromalidae	*Pteromalus sp.* (NS)	-	2	Par/Parasito
		Ichneumonidae	*Ichneumon sp.* (NS)	-	1	Par/Parasito
			Ichneumonidae sp. Ind.	21	8	Par/Parasito
		Braconidae	*Braconidae sp. Ind.*	-	1	Pr.
		Cynipidae	*Cynipidae sp. Ind.*	15	16	Ph.
		Proctotrupidae	*Proctotrupidae sp. Ind.*	2	5	Par/Parasito
		Chrysidae	*Spinolia sp.* (NS)	-	1	Par/Parasito
			Chrysis sp. (NS)	4	1	Par/Parasito
			Chrysidae sp. Ind.	2	4	Par/Parasito
		Myrmicidae	*Aphaenogaster sp.*	-	6	Ph.
			Pheidole pallidula	112	75	Ph.
			Pheidole sp. (NS)	17	25	Ph.
			Monomorium salamonis (NS)	334	246	Ph.
			Monomorium pallidula (NS)	-	10	Poly.
			Monomorium sp. (NS)	8	9	Poly.
			Tetramorium biskrensis	-	6	Ph.
			Tetramorium salamonis (NS)	4	1	Ph.
			Tetramorium sp. (NS)	2	28	Ph.
		Dolichoderidae	*Tapinoma simrothi* (NS)	-	9	Poly.
		Formicidae	*Camponotus barbaricus* (NS)	2	-	Poly.
			Camponotus sp.	94	69	Poly.
			*Cataglyphis bicolor** (NS)	8	35	Poly.
		Pepsidae	*Priocnemis sp.* (NS)	1	1	Pr.
		Pompilidae	*Anoplius cingulatus* (NS)	1	-	Pr.
			Pompilidae sp. Ind.	1	3	Pr.
		Vespidae	*Eumenes sp.* (NS)	-	2	Par/Parasito
		Sphecidae	*Sphex maxillosus*	2	-	Pr.

Insecta	*Hymenoptera*	*Sphecidae*	*Sphecidae sp. Ind.*	1	2	Pr.
		Andrenidae	*Andrena sp.* (NS)	3	18	Ph.
		Halictidae	*Sphecodes sp.* (NS)	5	+	Par/Parasito
		Melittidae	*Dasypoda sp.* (NS)	33	58	Ph.
		Megachilidae	*Osmia sp.* (NS)	1	-	Ph.
		Apidae	*Apis mellifera**	2	9	Ph.
			Apis sp.	9	19	Ph.
			Apidae sp. Ind.	1	10	Ph.
		Hymenoptera ind.	*Hymenoptera sp. Ind.*	2	2	Poly.
	Lepidoptera	*Sphingidae*	*Sphingidae sp. Ind.*	1	3	Ph.
		Papilionidae	*Papilio machaon** (NS)	1	-	Ph.
		Pieridae	*Pieris brassicae*	3	2	Ph.
			Pieris rapae	1	-	Ph.
			Pieris napi (NS)	-	2	Ph.
			Pontia daplidice (NS)	-	2	Ph.
		Lycaenidae	*Aricia agestis* (NS)	-	1	Ph.
			Lycaenidae sp. Ind.	1	-	Ph.
		Nymphalidae	*Nymphalidae sp. Ind.*	-	2	Ph.
		Notodontidae	*Thaumetopoea pityocampa*	2	1	Ph.
		Noctuidae	*Autographa gamma* (NS)	1	1	Ph.
			Noctuidae sp ind	7	8	Ph.
		Lepidoptera ind.	*Lepidoptera sp. Ind.*	-	1	Ph.
		Tipulidae	*Tipulidae sp. Ind.*	19	6	Sapr.
		Bibionidae	*Bibio sp.* (NS)	5	6	Poly.
			Bibionidae sp. Ind.	11	14	Sapr.
		Culicidae	*Culex sp.*	12	18	Poly.
			Culicidae sp. Ind.	353	138	Poly.
		Simuliidae	*Simuliidae sp. Ind.*	6	-	Poly.
		Tabanidae	*Tabanus sp.*	1	-	Poly.
			Tabanidae sp. Ind.	10	23	Poly.
		Asilidae	*Asilus sp.*	1	1	Pr.
			Asilidae sp. Ind.	-	1	Pr.
		Therevidae	*Thereva sp.* (NS)	1	25	Pr.
			Therevidae sp. Ind.	-	8	Poly.
		Bombyliidae	*Bombylius sp.*	1	1	Ph.
			Bombyliidae sp. Ind.	135	103	Pr.
		Syrphidae	*Chilosia sp.* (NS)	+	-	Poly.
			Syrphus sp.	18	12	Pr.
			Eristalis sp.	1	-	Poly.
			Epistrophe balteata (NS)	-	+	Ph.
			Epistrophe sp. (NS)	-	2	Ph.
			Syrphidae sp. Ind.	14	3	Poly.
		Opomyzidae	*Opomyza sp.* (NS)	-	3	Ph.

Insecta	*Diptera*		*Opomyzidae sp. Ind.*	1	13	Poly.
		Drosophilidae	*Drosophila sp.* (NS)	11	2	Sapr.
			Drosophilidae sp. Ind.	22	57	Poly.
		Ephydridae	*Ephydridae sp. Ind.*	9	-	Poly.
		Scatophagidae	*Scatophaga sp.* (NS)	16	10	Copr.
			Scatophagidae sp. Ind.	-	2	Poly.
		Muscidae	*Muscidae sp. Ind.*	90	120	Poly.
		Calliphoridae	*Lucilia ceasar* (NS)	3	2	Poly.
			Lucilia sp.	-	1	Poly.
		Calliphoridae	*Calliphora vicina* (NS)	7	3	Poly.
			Calliphora sp.	5	13	Poly.
			Calliphoridae sp. Ind.	3	4	Poly.
		Sarcophagidae	*Sarcophaga stercoraria* (NS)	1	-	Sapr.
			Sarcophaga sp.	37	37	Sapr.
			Sarcophagidae sp. Ind.	117	161	Poly.
	Diptera	*Tachinidae*	*Tachina sp.* (NS)	-	2	Ph.
			Tachinidae sp. Ind.	36	64	Poly.
		Diptera ind.	*Diptera sp. Ind.*	8	11	Poly.
Nombre d'espèces			208	154	155	

(*) : Espèce protégée par l'arrêté du 17 janvier 1995 paru dans le journal officiel de la république Algérienne n° 19 du 12 avril 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées en Algérie (décret n° 83-509 du 20/08/1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées).

Les invertébrés recensés dans les 2 stations d'étude regroupent un total de 208 espèces (154 espèces dans la station 1 et 155 espèces dans la station 2), réparties en 2 embranchements : les Mollusques et les Arthropodes. L'embranchement des Mollusques n'est représenté que par la classe des Gastéropodes avec 3 espèces. Les Arthropodes englobent 4 classes (*Arachnida*, *Myriapoda*, *Crustacea* et *Insecta*). Ces classes couvrent 113 familles réparties en 23 ordres. Suivant le régime alimentaire de chaque espèce nous avons distingué 7 catégories trophiques. Parmi les espèces recensées, 8 espèces d'insectes sont protégées en Algérie.

3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés

3.2.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage des invertébrés inventoriés dans les deux stations est consignée dans le Tableau 30. Où **a** est le nombre total des espèces contactées une seule fois et en un seul exemplaire, **R** est le nombre total de relevés effectués.

Tableau 30- Qualité d'échantillonnage des invertébrés

Paramètres	Station 1	Station 2	Total
a	54	53	73
R	15	15	15
Qualité d'échantillonnage (a/R)	3,6	3,53	4,87

La valeur de la qualité de l'échantillonnage est relativement faible et varie de 3,53 à 4,87. Nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence de qualité d'échantillonnage entre les stations étudiées (Tableau 30).

3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique globale des différents taxons d'invertébrés recensés, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance et d'occurrence en pourcentages pour les divers ordres d'invertébrés. Les résultats obtenus sont énumérés dans le tableau 31.

Tableau 31- Fréquences d'abondance (Fc), d'occurrence (Occu.) et échelle de constance des différents ordres d'invertébrés recensés dans les deux stations.

Fc : Abondance ; **Occu. :** Occurrence ; **C :** Constant ; **Ac :** Accessoire ; **A :** Accidentel ; **Tac :** Très accidentel.

	Total		
Ordres	**Fc (%)**	**Occu. (%)**	**Echelle**
Pulmonata	0,02	6,67	**T ac**
Stylommatophora	0,25	53,33	**C**
Aranea	**7,10**	**100**	**C**
Scorpionida	0,02	6,67	**T ac**
Acari	0,02	6,67	**T ac**
Diplopoda	0,02	6,67	**T ac**
Chilopoda	0,40	60	**C**
Isopoda	0,03	13,33	**A**
Collembola	**8,88**	**60**	**C**
Thysanoptera	0,02	6,67	**T ac**
Diplura	4,62	20	**A**
Odonata	0,02	6,67	**T ac**

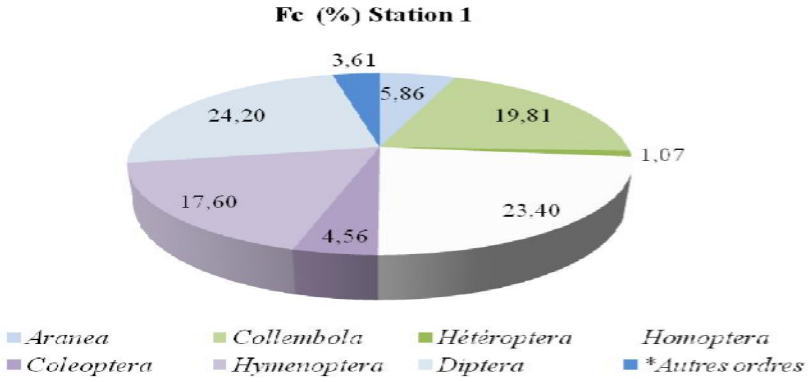
Phasmida	0,02	6,67	**T ac**
Orthoptera	0,56	66,67	**C**
Dermaptera	0,02	6,67	**T ac**
Blattoptera	0,47	80	**C**
Manthoptera	0,06	26,67	**Ac**
Psocoptera	0,09	6,67	**T ac**
Heteroptera	0,34	73,33	**C**
Homoptera	**22,03**	**100**	**C**
Coleoptera	4,77	100	**C**
Neuroptera	0,05	20	**A**
Hymenoptera	**21,39**	**100**	**C**
Lepidoptera	0,62	80	**C**
Diptera	**28,21**	**100**	**C**

Nous notons que les ordres *Homoptera*, *Hymenoptera* et *Diptera* sont les plus abondants dans le milieu étudié et également les plus constants dans le temps. Les Aranéides et les Collemboles viennent en second lieu avec des abondances faibles ne dépassant 8,88 % mais ils sont constants.

Les Diploures et les Coléoptères présentent des valeurs d'abondance moins importantes avec 4,62 et 4,77 % respectivement.

3.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés

Afin de représenter la structure et l'organisation dans l'espace et dans le temps de la faune invertébrée inventoriée, nous avons opté pour l'étude de leur répartition à la fois stationnaire et en fonction des saisons. Les résultats ainsi obtenus sont reportés dans les figures ci-dessous (Fig. 20, 21 et 22)



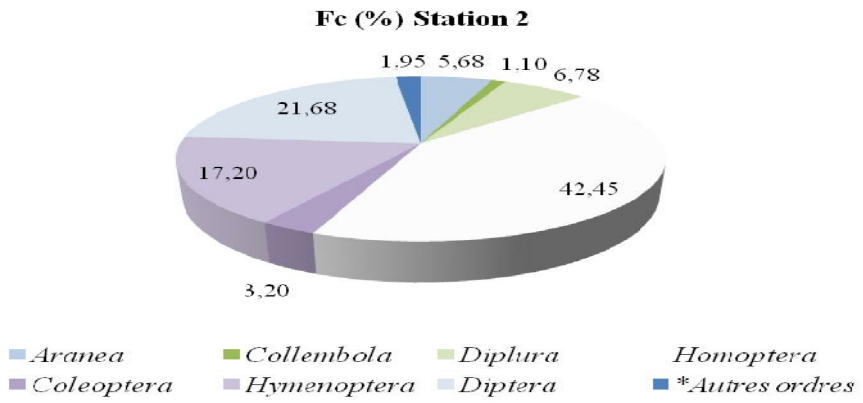
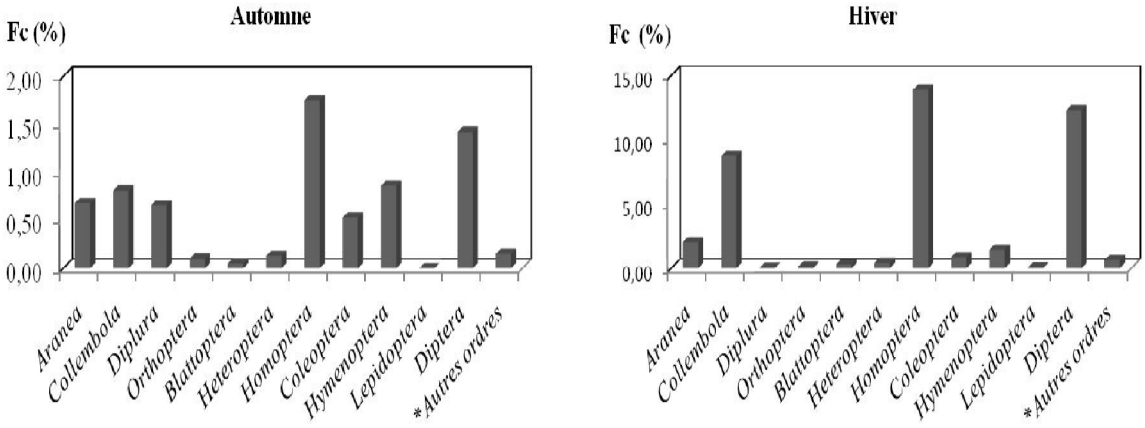


Figure 20- Variation de l'abondance relative (Fc en %) des différents ordres d'invertébrés recensés dans les deux stations d'étude.

*Autres ordres : *Pulmonata, Stylommatophora, Scorpionida, Acari, Diplopoda, Chilopoda, Isopoda, Diplura, Odonata, Phasmida, Orthoptera, Blattoptera, Manthoptera, Psocoptera, Neuroptera, Lepidoptera, Thysanoptera.*

L'abondance relative des différents ordres recensés ne marque pas une grande variation entre les deux stations étudiées. Sur la figure 20, nous notons que l'ordre des Homoptères qui est le plus abondant présente une fréquence d'abondance plus élevée dans la station 2.

Les variations saisonnières de l'abondance en nombre dans les deux stations, sont représentées dans les Figures 21 et 22.



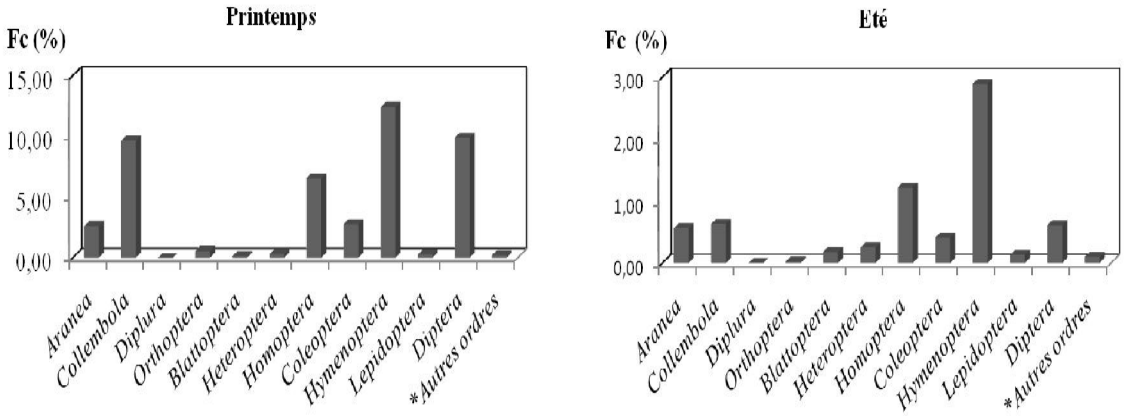


Figure 21- Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 1.

* Autres ordres : *Pulmonata, Stylommatophora, Scorpionida, Acari, Diplopoda, Chilopoda, Isopoda, Dermaptera, Odonata, Phasmida, Manthoptera, Psocoptera, Neuroptera, Thysanoptera.*

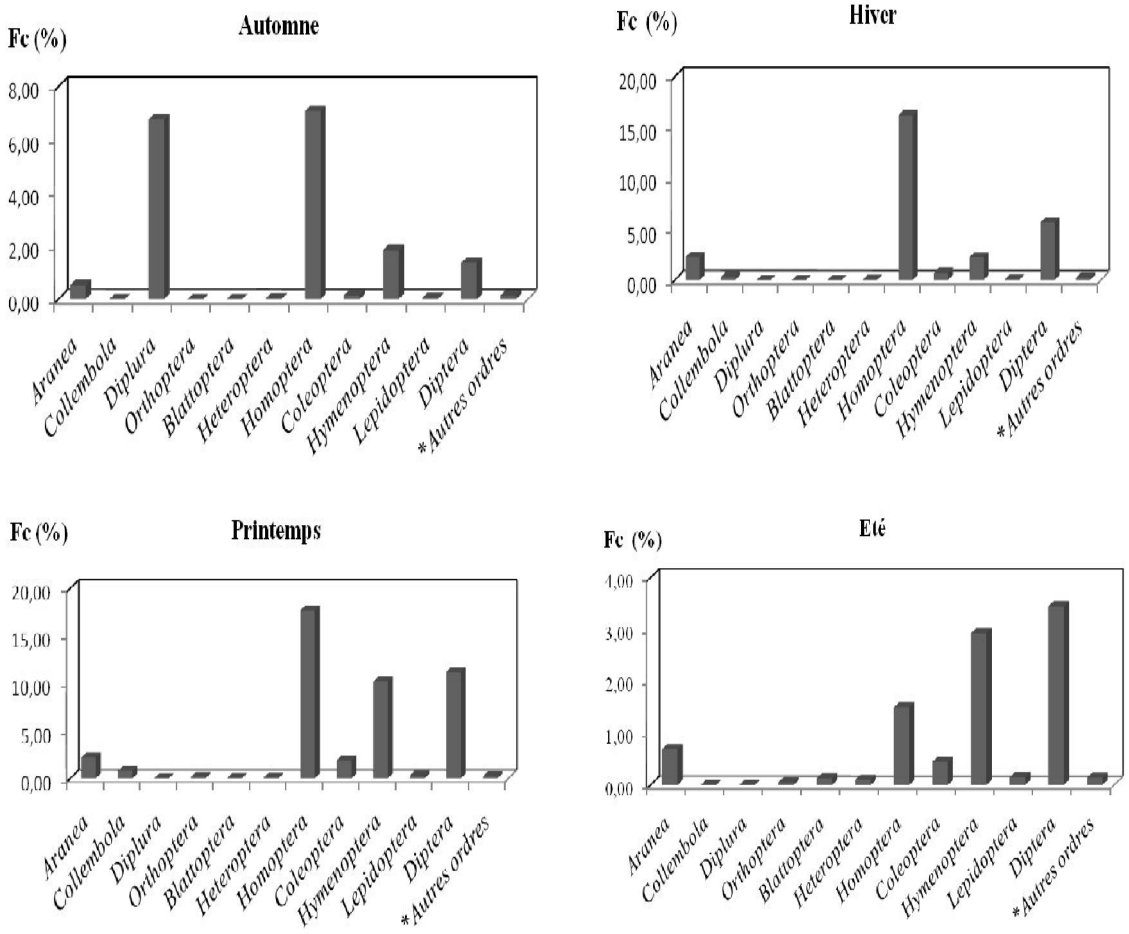


Figure 22- Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 2.

* Autres ordres : *Pulmonata, Stylommatophora, Scorpionida, Acari, Diplopoda, Chilopoda, Isopoda, Dermaptera, Odonata, Phasmida, Manthoptera, Psocoptera, Neuroptera, Thysanoptera.*

Il est à signaler que les Homoptères et les Diptères sont les ordres les plus abondants au cours des différentes saisons climatiques, néanmoins leur abondance en nombre varie d'une saison à une autre (Fig. 21 et 22).

En printemps, les Hyménoptères marquent une augmentation en nombre d'individus dans les deux stations avec 12,40 et 10,19 % respectivement. En hiver, c'est l'ordre des Homoptères qui est le plus abondant (Fig. 21 et 22).

3.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements

Afin de pouvoir statuer sur la similitude existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace, d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons calculé l'indice de similitude de Sorensen. Entre les deux stations d'étude, l'indice de Sorensen s'élève à 68 %.

Dans le temps, la similitude globale entre les saisons, prises deux à deux varie entre 36,2 et 53,9 %, témoignant d'une faible similitude entre la composition spécifique des peuplements d'invertébrés représentants les différentes saisons (Tableau 32).

Tableau 32- Valeurs de l'indice de similitude de Sorensen (*Qs*) pour les espèces d'invertébrés inventoriées dans les pineraies de Djerma suivant les saisons d'étude prises deux à deux.

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Eté	37,9	49,1	**53,3**	100
Printemps	36,2	**53,9**	100	
Hiver	40,9	100		
Automne	100			

3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle

La corrélation entre les effectifs saisonniers de chaque espèce d'insectes dans les deux stations a été testée suite au calcul du coefficient de corrélation de Pearson. La matrice obtenue a donné lieu à des corrélations significatives positives entre l'automne et les autres saisons, l'hiver et le printemps, et entre le printemps et l'été dans la station 1 (Tableau 33). Dans la station 2, des corrélations significatives positives sont observées entre les quatre saisons. Cependant, les fortes corrélations dans la station 2 sont observées entre le printemps et l'été et entre le printemps et l'automne (Tableau 34).

Tableau 33- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 1. En gras, les valeurs significatives (alpha=0,050).

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Été
Eté	**0,181**	0,018	**0,333**	**1**
Printemps	**0,563**	**0,235**	**1**	
Hiver	**0,475**	**1**		
Automne	**1**			

Tableau 34- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 2. En gras, les valeurs significatives (alpha=0,050).

Saisons	Automne	Hiver	Printemps	Été
Eté	**0,614**	**0,281**	**0,833**	**1**
Printemps	**0,652**	**0,387**	**1**	
Hiver	**0,356**	**1**		
Automne	**1**			

Nous avons également recherché les éventuelles similitudes entre les effectifs d'insectes des différents relevés. L'application d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) de la répartition des effectifs spécifiques suivant les différents types de pièges et de strates échantillonnées en tenant compte de la similitude de Pearson entre les effectifs des espèces d'insectes a permis de tracer deux dendrogrammes de la CAH pour chacune des stations étudiées, qui font ressortir des groupes différents ; rassemblant chacun les relevés selon leurs analogies en effectifs recensés (Fig. 23 et 24).

Cependant, la CAH obtenue pour les différents types de pièges dans les deux stations, a permis de faire ressortir trois catégories ou groupes homogènes avec un coefficient de corrélation de Pearson à peu près supérieur ou égal à 0,8 (Fig. 23).

Par ailleurs, l'analyse par la CAH des strates échantillonnées révèle trois groupes homogènes dans la station 1 et quatre groupes homogènes dans la station 2 avec des coefficients de corrélation de Pearson supérieur à 0,9 et égal à 0,7 respectivement (Fig. 24).

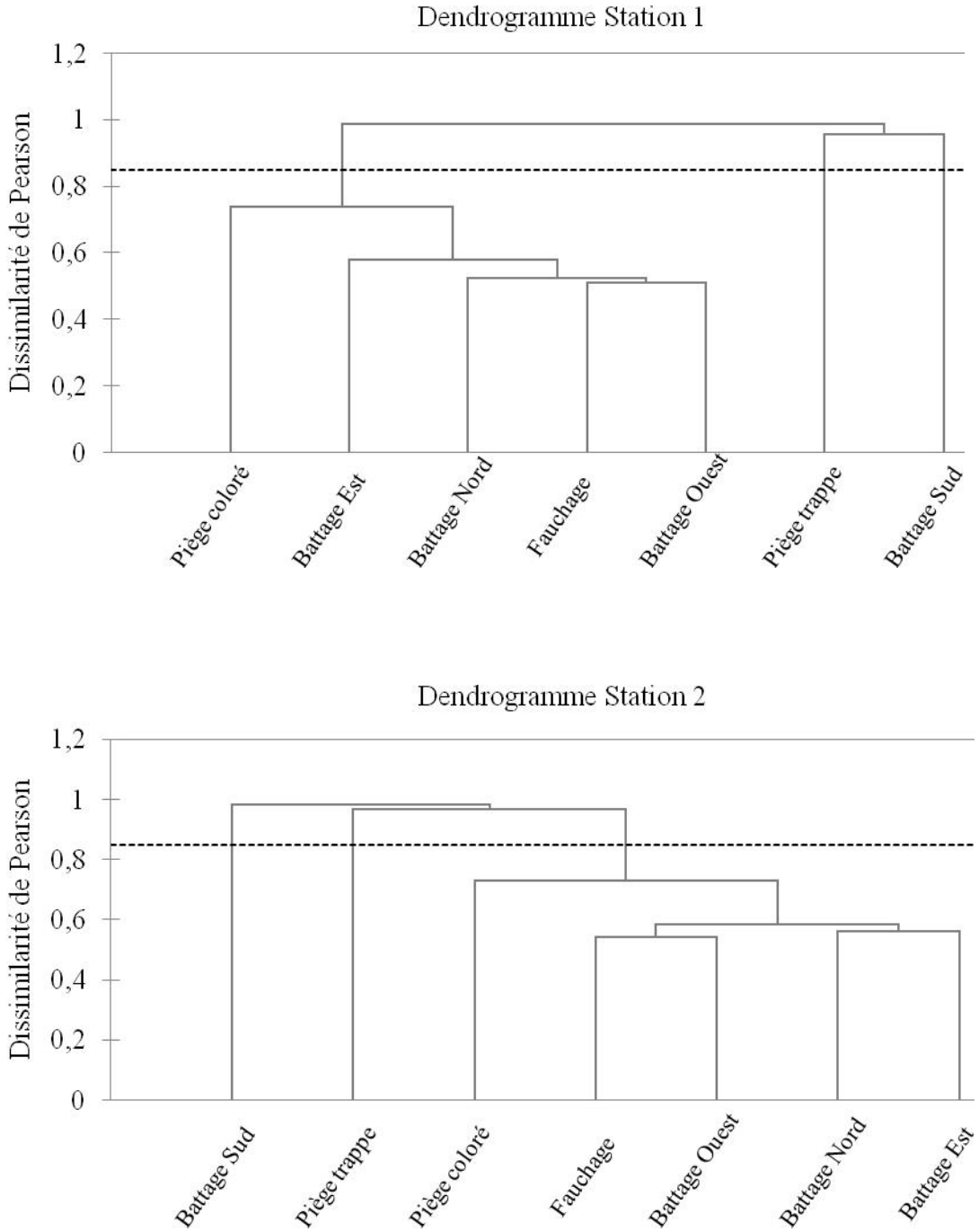


Figure 23- Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des insectes suivant les types de piège utilisés. La dissimilarité est évaluée à l'aide du coefficient de corrélation Pearson.

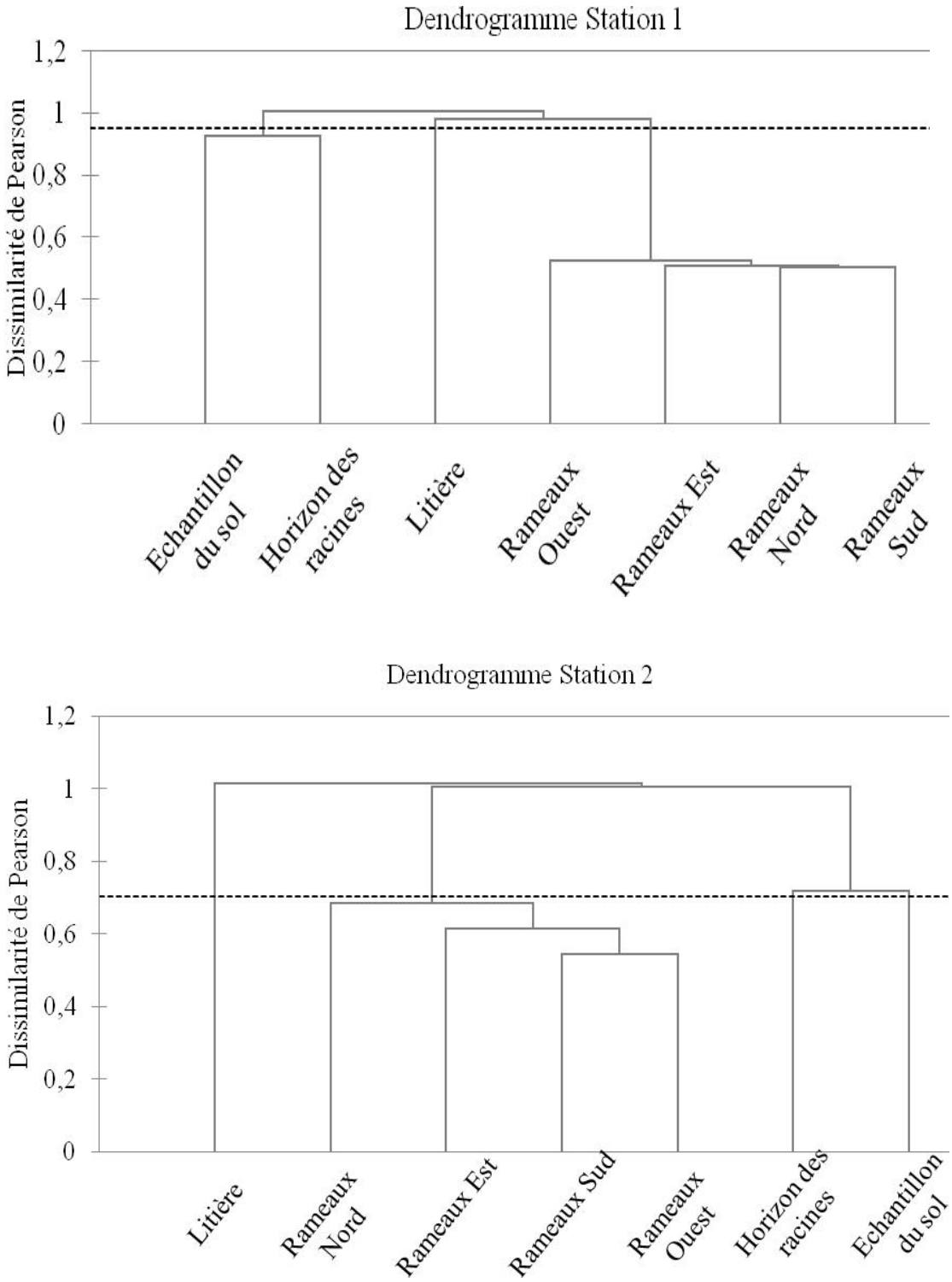


Figure 24- Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des insectes suivant les différentes strates de la pineraie de Djerma. La dissimilarité est évaluée à l'aide du coefficient de corrélation Pearson.

3.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements

Afin d'évaluer la diversité du peuplement d'invertébrés, nous avons calculé la richesse spécifique totale et moyenne, une fois, pour les deux stations d'étude ainsi que pour les quatre saisons de l'année. Nous avons également calculé l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité. Ces valeurs sont représentées dans les tableaux 35 et 36.

Tableau 35- Richesse totale (*S*), Richesse moyenne (S_m), Indice de diversité de Shannon (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'invertébrés recensés dans les deux stations d'étude.

Paramètres de diversité	Station 1	Station 2
S	142	152
Sm	31,73	32,27
H' (bits)	5,0	4,6
H'max (bits)	7,1	7,2
E (%)	69,3	64,1

La richesse totale la plus élevée est notée au niveau de la station 2 avec 152 espèces, dans laquelle est enregistrée aussi la richesse moyenne la plus élevée avec 32,27.

Par contre, l'indice de diversité de Shannon montre, que la station 1 abrite les peuplements les plus diversifiés avec une valeur de 5 bits.

La valeur de l'équitabilité (équirépartition) est plus élevée dans la station 1 avec 69,3 %. Cette valeur tend vers 100 dans les deux stations ce qui reflète que les peuplements des invertébrés échantillonnées sont assez bien équilibrés (Tableau 35).

Tableau 36- Richesse totale (*S*), Richesse moyenne (S_m), Indice de diversité de SHANNON (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'invertébrés selon les quatre saisons.

N : nombre des effectifs totaux des différentes saisons, **n :** nombre de sorties réalisées dans chaque saison.

	Station 1				**Station 2**			
Paramètres de diversité	**Automne**	**Hiver**	**Printemps**	**Été**	**Automne**	**Hiver**	**Printemps**	**Été**
N	131	1020	1020	268	127	778	930	222
S	37	65	**95**	52	37	57	**105**	58
Sm	9,5	16,25	**23,75**	13	9,25	14,25	**26,5**	14,5
***H'*(bits)**	4,4	3,8	**4,7**	4,3	2,9	3,5	**4,7**	4,7
***H'max* (bits)**	5,2	6,0	**6,6**	5,7	5,2	5,8	**6,7**	5,9
***E* (%)**	**84,8**	63,4	70,9	76,0	55,0	60,0	70,7	**79,9**

n	2	5	6	2	2	5	6	2

La saison du printemps représente les plus grandes valeurs de richesse totale dans la station 1 et 2 avec respectivement 95 et 105 espèces. De même, les valeurs de la richesse moyenne sont plus importantes au printemps (23,75 dans la station 1 et 26,5 dans la station 2). L'indice de Shannon révèle une diversité plus importante au printemps avec 4,7 bits dans les deux stations (Tableau 36).

Nous notons aussi que l'équirépartion varie de 63,4 à 84,8 % dans la station 1 et de 55 à 79,9 % dans la station 2 durant toute la période d'étude. Ceci reflète un bon équilibre de la structure des peuplements durant toute la période d'étude. Les valeurs les plus élevées sont notées en automne dans la station 1 et en été dans la station 2 (Tableau 36).

3.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle)

Nous avons réparti les espèces d'invertébrés recensées selon leurs statuts trophiques en six catégories distinctes. La diversité spécifique du peuplement d'invertébrés recensés selon les catégories trophiques établies est calculée par plusieurs paramètres écologiques (richesse totale (*S*), indice de diversité de Shannon (*H'*) et équirépartition (*E*)) pour les deux stations d'étude (Tableau 37).

Tableau 37- Diversité et équitabilité selon le statut trophique des invertébrés recensés

Stations	**Paramètres de diversité**	**Régime alimentaire**					
		Phytophages	**Polyphages**	**Prédateurs**	**Saprophages**	**Parasitoïdes**	**Coprophages**
Station 1	Richesse totale **(*S*)**	72	35	16	12	6	1
	Indice de Shannon **(*H'*)**	3,80	3,23	1,76	1,53	1,98	/
	Indice d'équitabilité **(*E*)**	0,61	0,63	0,44	0,42	0,76	/
Station 2	Richesse totale **(*S*)**	76	36	15	11	11	1
	Indice de Shannon **(*H'*)**	4,27	3,6	1,8	2,56	3,03	/
	Indice d'équitabilité **(*E*)**	0,68	0,69	0,46	0,74	0,87	/

Les valeurs les plus élevées de la richesse totale sont notées au niveau de la catégorie des phytophages avec 72 espèces dans la station 1 et 76 espèces dans la station 2. De même, l'indice de Shannon est plus élevé dans cette catégorie avec respectivement 3,8 et 4,27 bits. Par contre, l'indice d'équitabilité montre que la catégorie des parasitoïdes représente les peuplements les plus équilibrés dans les deux stations étudiées (Tableau 37).

3.5. Evolution spatio-temporelle du peuplement de Coccidies (*Diaspididae*)

L'échantillonnage des rameaux sur les quatre directions de l'arbre, nous a permis de donner un aperçu sur l'évolution des effectifs des peuplements de Coccidies. A cet effet, nous avons calculé des fréquences d'abondance (Fc) au cours des 4 saisons et suivant la disposition des rameaux échantillonnés. Les résultats obtenus sont énumérés dans les tableaux 38 et 39.

Tableau 38- Fréquence d'abondance (Fc) du peuplement de Coccidies recensé dans les deux stations durant les quatre saisons.

	Fc (%)				
	Automne	Hiver	Printemps	Eté	**Total**
Station 1	9,77	**51,23**	31,71	7,32	31,06
Station 2	12,09	39,56	**42,86**	5,49	68,94

Tableau 39- Fréquence d'abondance (Fc) du peuplement de Coccidies recensé dans les deux stations suivant leur disposition sur l'arbre.

	Fc (%)			
	Est	**Ouest**	**Nord**	**Sud**
Station 1	21,95	19,51	**31,71**	26,83
Station 2	**29,67**	19,78	26,37	24,18

La variation des effectifs de Coccidies dans le temps et dans l'espace montre que l'hiver est la saison durant laquelle se concentrent les effectifs les plus importants dans la station 1 alors que c'est le printemps qui cumule le nombre le plus élevé d'effectifs dans la station 2 (Tableau 38). Nous constatons également que les rameaux du nord sont les plus infectés par les coccidies dans la station 1 et ceux de l'est pour la station 2 (Tableau 39).

Par ailleurs, les peuplements de Coccidies recensés dans les deux stations sont constants dans le temps avec des fréquences d'occurrence respectivement de 93,3 et 100 % pour la station 1 et la station 2.

3. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Pineraies

4.1. Liste systématique et statut écologique du peuplement herpétologique

Les observations de terrain ainsi que l'enquête faite sur l'herpétofaune de la région d'étude (Djerma) auprès des fonctionnaires du parc national de Belezma et en plus de la consultation des travaux réalisés sur l'herpétofaune du parc national de Belezma (ZERAIB, 2007) ont permis de recenser 2 espèces d'amphibiens et 15 espèces de reptiles. Ces espèces sont classées systématiquement suivant l'ordre établi par CIHAR et CEPICKA (1979) dans le Tableau 40.

Tableau 40 – Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans la région de Djerma avec leur catégorie trophique (CT). (C : Carnivore, CI : Consommateur d'invertébrés, H : Herbivore)

Classe	Ordre	Famille	Nom scientifiuqe	Nom Français	CT
Amphibia	*Anoura*	*Bufonidae*	*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)	Crapaud commun	CI
		Ranidae	*Rana saharica* (Pallas, 1771)	Grenouille rieuse	CI
Reptila	*Chelonia*	*Testudinidae*	*Testudo graeca**	Tortue grecque	H
	Sauria	*Gekkonidae*	*Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758)	Tarente de Mauritanie	CI
		Chameleonidae	*Chamaeleo chamaeleon** (Linnaeus, 1758)	Caméléon commun	CI
		Scincidae	*Chalcides ocellatus* (Forskal, 1775)	Seps ocellé	CI
		Lacertidae	*Lacerta pater* (Lataste, 1880)	Lézard ocellé	CI
			Acanthodactylus sp.	Acanthodactyle	CI
			Psammodromus algirus (Linnaeus, 1758)	Psammodrome d'Algérie	CI
			Podarcis hispanica (Boulenger, 1905)	Lézard des murailles	CI
			Ophisops occidentalis (Boulenger, 1887)	L'œil du serpent	CI
			*Agama impalearis** (Bibronii et Duméril, 1851)	Agame de Beberon	CI
	Ophidia	*Colubridae*	*Coluber algirus*	Couleuvre Algérienne	C
			Coluber hippocrepis (Linnaeus, 1758)	Couleuvre fer à cheval	C
			Malpolon monspessulanus (Hermann, 1804)	Couleuvre de Montpelier	C
			Natrix maura	Couleuvre vipérine	C
		Viperidae	*Macrovipera mauritanica* (Gray, 1849)	Vipère lébétine	C

(*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

L'inventaire de l'herpétofaune des pineraies de Djerma a révélé l'existence de 17 espèces réparties en 4 ordres, 9 familles et 16 genres différents dont trois espèces sont protégées à l'échelle nationale (Tableau 40).

4.2. Liste systématique, statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux

4.2.1. Liste systématique

Les résultats que nous présentons ci-dessous sont obtenus grâce aux observations effectuées par la méthode de l'indice d'abondance kilométrique et nous ont permis de dresser la liste des espèces présentes dans les deux stations pendant la période reproductive. Le tableau 41 présente la liste systématique des oiseaux inventoriés suivant l'ordre taxinomique établi par HEINZEL et *al.* (2004).

Tableau 41- Liste systématique des espèces aviaires recensées dans les pineraies de Djerma

Ordre	**Famille**	**Nom scientifique**	**Nom Français**	**S 1**	**S 2**
Falconiformes	*Accipitridae*	*Hieraeetus pennatus* *	Aigle botté	+	+
		Circaetus gallicus *	Circaète Jean-le-blanc	+	-
		Buteo rufinus *	Buse féroce	+	-
		Milvus migrans *	Milan noir	+	+
Columbiformes	*Columbidae*	*Columba palumbus*	Pigeon ramier	+	-
Ansériformes	*Anatidae*	*Anas platyrhynchos*	Canard colvert	-	+
Coraciiformes	*Meropidae*	*Merops apiaster* *	Guêpier d'Europe	+	-
	Upipidae	*Upupa epops* *	Huppe fasciée	+	+
Piciformes	*Picidae*	*Picus viridis* *	Pic vert	-	+
Passeriformes	*Hirundinidae*	*Hirundo rustica*	Hirondelle de cheminée	+	-
		Delichon urbica	Hirondelle de fenêtre	+	-
	Alaudidae	*Galerida cristata*	Cochevis huppé	-	+
	Sylviidae	*Sylvia undata*	Fauvette pitchou	+	+
		Phylloscopus bonelli	Pouillot de Bonelli	-	+
	Turdidae	*Phoenicurus moussieri*	Rubiette de Mousier	+	+
		Turdus merula	Merle noir	-	+
	Paridae	*Parus ater*	Mésange noire	+	-
		Parus major	Mésange charbonnière	+	+
		Parus caeruleus	Mésange bleue	-	+
	Fringillidae	*Fringila coelebs*	Pinson des arbres	+	+
		*Carduelis carduelis**	Chardonneret élégant	-	+
		Serinus serinus *	Serin cini	+	+

		Loxia curvirostra *	Bec-croisé des sapins	+	+
		Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	-	+
		Carduelis chloris	Verdier d'Europe	+	+
	Corvidae	*Corvus corax*	Grand corbeau	-	+
		Garrulus glandarius	Geai des chênes	+	-
	Ploceidae	*Passer hispaniolensis*	Moineau espagnol	+	-
		Passer domesticus	Moineau domestique	-	+

(*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

Nous avons compté 29 espèces aviaires représentées par 6 ordres, 14 familles et 24 genres différents dont 10 espèces sont protégées en Algérie.

4.2.2. Statuts bioécologiques

Nous avons réparti les espèces aviaires décrites dans la pineraie de Djerma selon leurs statuts bioécologiques en plusieurs catégories : faunique (selon VOOUS 1960), trophique (selon GEROUDET 1980 a et b ; BLONDEL, 1969), phénologique (selon HEINZEL et *al.* 2004) et de protection selon la réglementation nationale et internationale (Tableau 42).

Tableau 42- Liste systématique des espèces d'oiseaux recensées dans la pineraie de Djerma classées selon leurs statuts bioécologiques (la signification des abréviations est reportée dans le tableau 43).

					Catégories de protection		
Nom scientifique	**Nom Français**	**C F**	**C P**	**C T**	**CITES**	**Bonn**	**DZ**
Hieraeetus pennatus	Aigle botté	TM	SN	C	Annexe II	Annexe II	+
Circaetus gallicus	Circaète Jean-le-blanc	IA	ME	C	Annexe II	Annexe II	+
Buteo rufinus	Buse féroce	PX	SN	C	Annexe II	Annexe II	+
Milvus migrans	Milan noir	AM	ME [N]	C h	Annexe II	Annexe II	+
Columba palumbus	Pigeon ramier	ET	ME	G			
Anas platyrhynchos	Canard colvert	H	SN	Pp		Annexe II	
Merops apiaster	Guêpier d'Europe	TM	SN	I		Annexe II	+
Upupa epops	Huppe fasciée	AM	SN	I			+
Picus viridis	Pic vert	M	SN	G			+
Hirundo rustica	Hirondelle de cheminée	H	ME	I			
Delichon urbica	Hirondelle de fenêtre	P	ME	I			
Galerida cristata	Cochevis huppé	P	SN	G			
Sylvia undata	Fauvette pitchou	M	S [N]	I		Annexe II	
Phylloscopus bonelli	Pouillot de Bonelli	E	ME	I		Annexe II	
Phoenicurus moussieri	Rubiette de Moussier	M	MH	I			
Turdus merula	Merle noir	P	SN	Pp			
Parus ater	Mésange noire	P	SN	I			
Parus major	Mésange charbonnière	P	S [N]	Pp			
Parus caeruleus	Mésange bleue	E	SN	Pp			

Fringila coelebs	Pinson des arbres	E	SN	G			
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	ET	SN	G			+
Serinus serinus	Serin cini	M	SN	G			+
Loxia curvirostra	Bec-croisé des sapins	H	SN	G			+
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	ET	SN	G			
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	ET	SN	G			
Corvus corax	Grand corbeau	H	SN	Pp			
Garrulus glandarius	Geai des chênes	P	SN	G			
Passer hispaniolensis	Moineau espagnol	TM	SN	G			
Passer domesticus	Moineau domestique	P	SN	Pp			

CF : Catégories fauniques, CP : Catégories phénologiques, CT : Catégories trophiques.

Tableau 43- Signification des abréviations utilisées dans le tableau 42.

Catégorie faunique	**Catégorie phénologique**	**Catégorie trophique**
H : Holarctique **P** : Paléarctique **E** : Européen **ET** : Européo-Turkestanien **TM** : Turkesto-Méditerranéen **M** : Méditerranéen **PX** : Paléoxérique **AM** : Ancien Monde **IA** : Indo-Africain	**ME :** Migrateur Estivant **S :** Sédentaire **N :** Nicheur **[N]** : Nicheur Probable **MH** : Migrateur Hivernant	**I :** Consommateur d'invertébrés **Pp :** Polyphage **G :** Granivore **C :** Carnivore **Ch :** Charognard
Catégories de protection		

CITES : Convention de Washington (03/03/1973) Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.

Bonn : Convention de Bonn relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage **(**23/06/1979).

DZ : Décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie. (+ : protégée en Algérie)

L'avifaune recensée appartient à 9 types fauniques définis selon VOOUS (1960). Le type faunique du Paléarctique domine les autres types. Il est suivi par l'Holarctique et de l'Européo-Turkestanien, ensuite vient l'Européen, le Turkesto-Méditerranéen et le Méditerranéen (Tableau 42).

Les espèces sédentaires sont représentées par 22 espèces dominant ainsi les migratrices qui sont de l'ordre de 7 espèces. Les espèces migratrices sont en majorité estivantes sauf une seule espèce qui est hivernante (Rubiette de Moussier) (Tableau 42, Fig. 25).

Les espèces aviaires recensées sont regroupées en 5 catégories trophiques distinctes. Les espèces granivores sont les mieux représentées avec 11 espèces. Les consommatrices d'invertébrés sont également bien notées avec 8 espèces. Les charognards et les carnivores sont faiblement dénotés (Fig. 26).

En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington (CITES), 4 espèces sont notées sur l'annexe II. Au total, 8 espèces sont signalées dans la convention de Bonn et qui figurent sur l'annexe II de cette convention. A l'échelle nationale, 10 espèces sont protégées (Tableau 42).

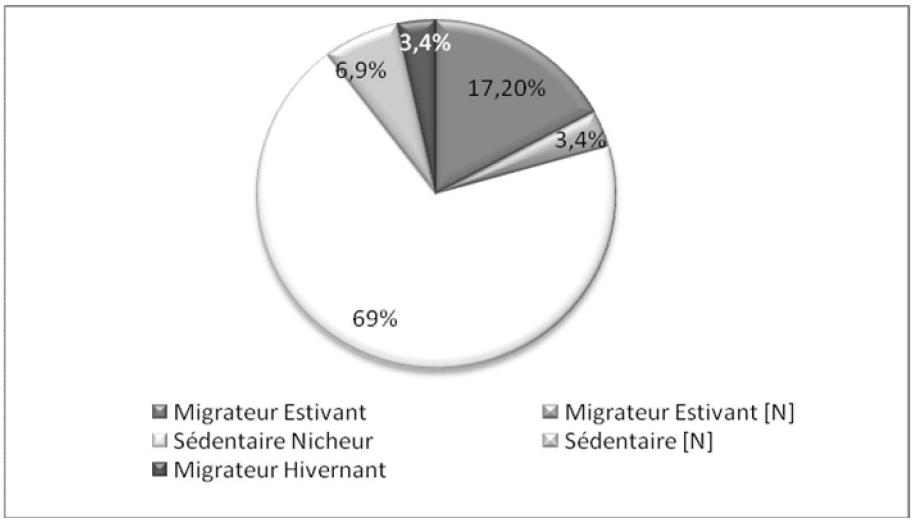


Figure 25- Pourcentages des différentes catégories phénologiques des oiseaux recensés dans la pineraie de Djerma. [N] : Nicheur probable.

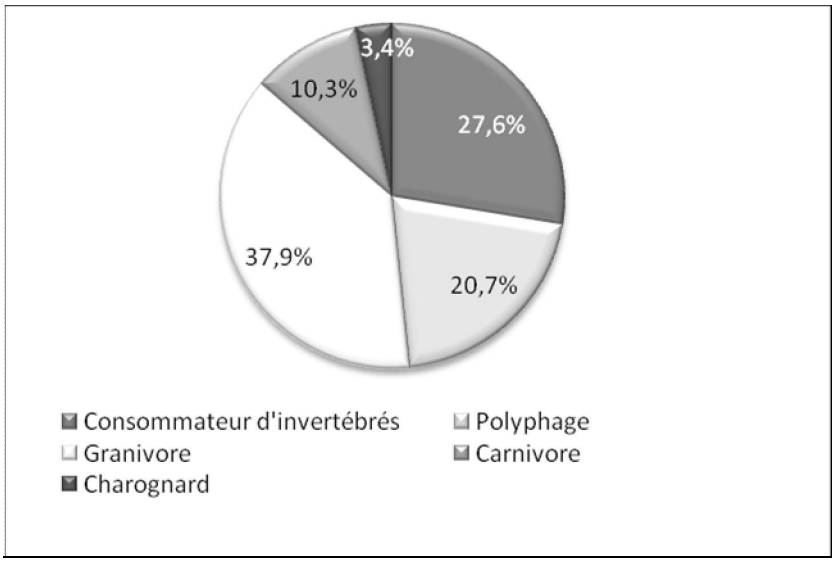


Figure 26- Pourcentages des différentes catégories trophiques des oiseaux recensés dans la pineraie de Djerma.

4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux

4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique de chaque espèce d'oiseau recensée dans les deux stations, nous avons opté pour le calcul de la fréquence d'abondance et l'indice kilométrique d'abondance (I.K.A.). Les résultats obtenus sont énumérés dans le tableau 44.

Tableau 44- Indice kilométrique d'abondance (I.K.A.) et fréquence d'abondance du peuplement aviaire recensé dans les pineraies de Djerma.

Espèces	Station 1		Station 2		Djerma	
	I.K.A.	Fc %	I.K.A.	Fc %	I.K.A.	Fc %
Aigle botté	1	5,26	1	5	2	6,9
Circaète Jean-le-blanc	1	5,26	-	-	1	3,49
Buse féroce	1	5,26	-	-	1	3,49
Milan noir	3	**15,79**	3	**15**	6	**20,69**

Pigeon ramier	1	5,26	-	-	1	3,49
Canard colvert	-	-	1	5	1	3,49
Guêpier d'Europe	1	5,26	-	-	1	3,49
Huppe fasciée	1	5,26	1	5	2	6,9
Pic vert	-	-	1	5	1	3,49
Hirondelle de cheminée	1	5,26	-	-	1	3,49
Hirondelle de fenêtre	1	5,26	-	-	1	3,49
Cochevis huppé	-	-	1	5	1	3,49
Fauvette pitchou	1	5,26	1	5	2	6,9
Pouillot de Bonelli	-	-	1	5	1	3,49
Rubiette de Moussier	2	10,53	3	**15**	5	**17,24**
Merle noir	-	-	2	10	2	6,9
Mésange noire	1	5,26	-	-	1	3,49
Mésange charbonnière	1	5,26	2	10	3	10,34
Mésange bleue	-	-	1	5	1	3,49
Pinson des arbres	4	**21,05**	2	10	6	**20,69**
Chardonneret élégant	-	-	1	5	1	3,49
Serin cini	6	**31,58**	4	**20**	10	**34,48**
Bec-croisé des sapins	1	5,26	2	10	3	10,34
Linotte mélodieuse	-	-	2	10	2	6,9
Verdier d'Europe	5	**26,32**	2	10	7	**24,14**
Grand corbeau	-	-	3	**15**	3	10,34
Geai des chênes	1	5,26	-	-	1	3,49
Moineau espagnol	4	**21,05**	-	-	4	13,79
Moineau domestique	-	-	2	10	2	6,9
Total	**19**	**100**	**20**	**100**	**29**	**100**
I.K.A. moyen	**1,95**		**1,8**		**2,52**	

Nous constatons que les espèces ayant les fréquences les plus élevées dans les deux stations d'étude sont : le Milan noir, le Pinson des arbres, le Serin cini et le Verdier d'Europe (Tableau 44).

4.2.3.2. Similitude des peuplements

En se basant sur la présence ou l'absence des espèces dans l'espace, nous avons comparé, en calculant l'indice de similitude de Sorensen, la composition des peuplements aviens recensés dans les deux stations, cet indice est de 51,28 % dénotant d'une assez importante similitude entre les deux stations.

4.2.3.3. Diversité et équirépartition

Afin d'évaluer la diversité des peuplements aviaires, nous avons calculé la richesse spécifique totale, l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité des peuplements dans les 2 stations. Ces valeurs sont représentées dans le tableau 45.

Tableau 45- Richesse totale (*S*), Indice de diversité de Shannon (*H'*) et Indice d'équitabilité (*E*) des peuplements d'oiseaux dans les deux stations d'étude.

Paramètres de diversité	**Station 1**	**Station 2**
Richesse totale (S)	19	20
Indice de Shannon (H')	4,1	4
Diversité maximale (H max)	4,3	4,3
Indice d'équitabilité (E)	0,94	0,93

Nous remarquons une certaine égalité entre les deux stations pour les différents paramètres de diversité des peuplements aviaires. La valeur de l'indice d'équitabilité est dans l'ensemble proche de 100, ce qui reflète que les peuplements des stations étudiées sont bien équilibrés (Tableau 45).

4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux pineraies

Nous avons rassemblé les espèces de mammifères déterminées par leurs traces (Annexe 3) et d'après les inventaires réalisés sur la faune mammalienne du parc national de Belezma (Plan de gestion du PNB, 2010). L'ordre taxonomique et les catégories trophiques de la mammalofaune inventoriée sont établis suite à la consultation de HALTERNORTH et DILLER (1985). Les catégories fauniques sont déterminées selon HEIM DE BALSAC (1936) (Tableau 46).

Tableau 46– Liste systématique et répartition des mammifères inventoriées dans la région de Djerma par catégories fauniques (CF) et trophiques (CT).

Ordre	**Famille**	**Nom scientifique**	**Nom Français**	**CF**	**CT**
Artiodactyla	*Suidae*	*Sus scrofa*	Sanglier	Paléarctique	Omnivore
Lagomorpha	*Leparidae*	*Lepus capensis*	Lièvre commun	Paléarctique	Herbivore
Fissipeda	*Canidae*	*Canis aureus*	Chacal commun	Paléarctique	Omnivore
		Canis vulpes	Renard roux	Paléarctique	Carnivore
	Viveridae	*Genetta genetta* *	Genette	Paléarctique	Carnivore
	Hyenidae	*Hyaena hyaena* *	Hyène rayée	Ancien monde	Charognard
Insectivora	*Erinacoïdae*	*Erinaceus algirus* *	Hérisson d'Algérie	Indo-éthiopien	Insectivore
Chiroptera	*Chiroptera Ind.*	*Chiroptera sp. Ind.*	Chauve souris	-	Insectivore

(*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

La faune mammalienne sauvage de la pineraie de Djerma comprend 8 espèces réparties en 5 ordres, 7 familles et 7 genres différents. Trois espèces sont protégées à l'échelle nationale, il s'agit de *Lepus capensis, Genetta genetta, Hyaena hyaena* et *Erinaceus algirus.* Selon le statut faunique, nous remarquons que la majorité des espèces sont de type Paléarctique. Par ailleurs, nous distinguons cinq catégories trophiques caractérisant les mammifères inventoriés (Tableau 46).

Chapitre V

Discussions

Chapitre V : Discussions

4. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques

Les valeurs obtenues pour l'analyse granulométrique montrent que le pourcentage des argiles représentées dans le sol des pineraies étudiées est de 30,3 et 29,8 % respectivement pour la station 1 et 2. Le pourcentage des Limons est de 47,8 et 32,9 %, celui des sables est de 23,2 et 37,7 % (Tableau 23). En référant les moyennes de ces valeurs granulométriques dans le triangle des classes fondamentales de texture du sol (DUCHAUFOUR, 1977), nous pouvons déduire que la texture du sol des pineraies étudiées est de type Limono- argilo-sableuse pour la première station et Limono sablo-argileuse pour la deuxième station.

KADIK (1987), rapporte que la plupart des sols à Pin d'Alep en Algérie ont une texture, sablo-limoneuse, limono-sableuse, à taux d'argile faible, généralement, inférieur à 10 %, la teneur en sables totaux varie entre 50 et 80 % avec des moyennes atteignant en règle générale 50 %. Les limons totaux présentent un pourcentage allant de 20 % à 50 % et une valeur moyenne de 30 %. Ainsi, *P. halepensis* s'accommode d'une texture dominée par les sables et les limons, il s'accommode mal d'une dominance des éléments fins.

Les résultats obtenus pour le calcaire total sont élevés et varient entre les stations et les saisons. En se référant à l'échelle de désignation du type du sol en fonction du taux du calcaire total cité par BAIZE (1988), les pourcentages qui vont de 25 à 50 % sont fortement calcaire et ceux qui vont de 50 à 80 % sont très fortement calcaire. Nous constatons alors que le sol des stations étudiées est fortement calcaire (Tableau 24). En effet, le Pin d'Alep supporte beaucoup mieux que la plupart des autres essences un taux élevé de calcaire actif (LOISEL, 1976). Par saisons, nous remarquons que les taux de calcaires baissent durant l'été (Fig. 15).

Les taux saisonniers de matière organique varient entre 0,002 et 1,52 % au niveau de la station 1, et entre 1,52 et 4,4 % pour la station 2 (Tableau 24). Les résultats obtenus, montrent une tendance à l'augmentation du taux de matière organique durant la saison estivale (Fig.16). D'après DUCHAUFOUR (1977), les sols sont considérés riches en matière organique lorsque le pourcentage de cette dernière est supérieur à 2,0 %. A cet effet, nous pouvons classer le sol de la station 1 comme étant un sol pauvre en matière organique, alors que le sol de la station 2 est considéré comme étant riche en matière organique. Selon KADIK (1987), la production en matière organique est plus importante dans la pineraie à plusieurs strates comportant notamment le Chêne vert, le chêne Kermès, l'Arbousier et le Lentisque. Dans les pineraies

sèches à Romarin, la productivité en matière organique est faible, ce qui expliquerait la faible teneur en matière organique au niveau de la première station.

Le taux de l'azote total varie entre 0,01 et 0,12 % dans la station 1 et entre 0,17 et 0,29 % dans la station 2 (Tableau 24). D'après LASINIER-LACHASSE (1973), un sol est considéré riche en azote total lorsque le taux de ce dernier est supérieur à 15,0 % et c'est le cas pour la station 2 contrairement à la station 1 qui est considérée comme pauvre en azote total durant toutes les saisons de l'année. Toutefois, nous remarquons que les taux d'azote total tendent à augmenter au printemps et en été (Fig. 16).

Les valeurs obtenues du pH varient entre 7,86 et 8,44 dans la station 1 et entre 7,73 et 8,34 dans la station 2 indiquant des sols à pH alcalin. Nous ne remarquons pas de grande influence saisonnière sur le pH du sol (Fig.13). KADIK (1987), rapporte que le Pin d'Alep peut s'accommoder à des sols à pH allant de 6,5 à 8,9 et que les meilleurs peuplements sont situés sur des sols à réaction basique dont le pH varie entre 7,5 et 8,5 à forte réserve calcique dans la terre fine.

Les valeurs mesurées pour la conductivité électrique sont faibles et varient entre 0,13 et 0,21 ds/m dans la station 1 et entre 0,12 et 0,25 ds/m dans la station 2. En effet, les valeurs les plus élevées sont notées au printemps et en été (Tableau 24).
Selon l'échelle de la conductivité électrique (CE) établie par BAIZE (1988), qui indique que le sol à CE inférieure à 2,5 ds/m est un sol non salé, nous pouvons constater que le sol des stations étudiées est non salé.

Pour les cations, le potassium a des valeurs inférieures par rapport à celles du sodium dont les valeurs varient respectivement de 0,39 à 0,91 meq/l et de 0,47 à 0,95 meq/l dans la station 1 ; et varient respectivement de 0,51 à 0,96 meq/l et de 0,59 à 0,96 meq/l dans la station 2. Par saisons, nous remarquons que ces cations tendent à augmenter au printemps et en été dans les deux stations (Tableau 24).

Le phosphore total du sol de la station 1 est représenté par des valeurs faibles durant l'automne et l'hiver (< 140 ppm) et très faibles au printemps et en été (<100 ppm). Par contre, dans la station 2, le phosphore total est faible en automne et au printemps mais riche en hiver (> 180 ppm) et très riche en été (> 220 ppm).

La capacité d'échange cationique des sols prélevés varie de 9,52 à 20,4 meq/100g dans la station 1 et de 15,3 à 20,4 meq/100g dans la station 2. Ces valeurs indiquent une assez bonne réserve assimilable du sol. Selon l'évolution saisonnière, la capacité d'échange cationique dépasse 20 meq/100g en été dans la station 1, et au printemps dans la station 2, indiquant une bonne réserve assimilable du sol durant ces saisons.

Conclusion

Dans la région de Djerma, le Pin d'Alep forme des peuplements sur des sols calcaires dont la texture est essentiellement Limono-sableuse à pH basique avec des taux de matière organique variant entre 0,002 et 4,4 %. L'azote total varie entre 0,01 et 0,29 % et tend à augmenter au printemps et en été. Les valeurs de la conductivité électrique sont inférieures à 2,5 ds/m indiquant que le sol des stations étudiées est non salé. La capacité d'échange cationique dépasse 20 meq/100g en été dans la station 1 et au printemps dans la station 2, indiquant une bonne réserve assimilable du sol durant ces saisons.

5. Flore, structure et physionomie du couvert végétal

2.1. Inventaire taxonomique de la flore

Notre inventaire floristique compte 76 espèces végétales appartenant à 28 familles différentes et 13 espèces de champignons dont 7 seulement sont identifiées et appartenant à trois divisions différentes (*Bazidiomycota, Ascomycota* et *Mixomycota*) (Tableaux 25 et 26).

Parmi ces espèces inventoriées, 42 espèces végétales et cinq espèces de champignons ne sont pas signalées dans la liste de la flore du parc national de BELEZMA (plan de gestion 2010).

Les familles des *Poaceae*, des *Lamiaceae*, des *Fabaceae* et des *Asteraceae* regroupent les nombres les plus élevés d'espèces, Par contre, la majorité des autres familles ne sont représentées que par une seule espèce (Tableau 25).

Nous notons que la majorité des espèces qui représentent la famille des *Fabaceae* et des *Asteraceae* sont présentes dans la station 2. Les espèces communes entre les deux pineraies étudiées et qui présentent des recouvrements importants, appartiennent aux familles des : *Oleaceae* (*Phillyrea angustifolia*, *Olea europea*), *Cupressaceae* (*Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*), *Fagaceae* (*Quercus ilex*), *Anacardiaceae* (*Pistacia lentiscus*),

Globulariaceae (*Globularia alypum*), *Lamiaceae* (*Rosmarinus tournefortii*), *Cistaceae* (*Cistus sericeus*) et *Poaceae* (*Ampelodesma mauritanicum*, *Stipa tenacissima*). La présence de ces espèces témoigne d'une roche mère calcaire et d'une ambiance thermique chaude car ce sont des espèces qui préfèrent des endroits secs et chauds sur calcaire (BAYER et *al*., 1990). D'après KADIK (1984), les espèces à écologie voisine se regroupent ensemble ; parallèlement les relevés s'assemblent entre eux lorsqu'ils ont un grand nombre d'espèces en commun, c'est-à-dire d'autant plus qu'ils présentent des conditions écologiques voisines.

Par ailleurs, nous constatons que la station 2 avec 64 espèces végétales est plus riche en espèces par rapport à la station 1 avec 43 espèces seulement. Ce ci pourrait être dû au fait que le sol de la station 2 est plus riche en matière organique, en plus, la majorité des espèces inventoriées préfèrent des situations ensoleillées. Elles occupent de ce fait les espaces vides de la forêt et c'est le cas de la station 2.

L'abondance des précipitations durant le mois de novembre associé aux températures clémentes qui a marqué la fin du mois auraient contribué à l'apparition d'un bon nombre d'espèces de champignons. L'automne est la principale saison permettant la pousse des champignons en abondance au sein des forêts. En effet, le temps pluvieux ainsi que la température automnale permettent à la majorité des espèces de champignons de se développer (Site web 3). Même si le champignon est présent sous forme de mycélium, l'apparition du sporophore est sous la dépendance des conditions climatiques et elle peut être fugace. La saison la plus propice étant l'automne mais certaines espèces n'apparaissent qu'au printemps (MILLER et *al*., 2004).

Conclusion

La liste des espèces végétales recensées dans nos stations d'étude montre une flore relativement riche et diversifiée comptant 76 espèces végétales réparties sur 28 familles et 13 taxons de champignons et ce malgré les conditions défavorables qui règnent sur le sol (fertilité médiocre) et le climat (zone soumise à des influences arides). En effet, la majorité des espèces rencontrées sont caractérisées par une tolérance vis-à-vis de la pauvreté du sol notamment en matière organique et de la sécheresse.

2.2. Structure et physionomie de la végétation

Le recouvrement général de la végétation dépasse 50 % dans les deux stations : 75 % pour la station 1 avec 100 % d'homogénéité et 65 % pour la station 2 avec 80 % d'homogénéité.

D'une manière générale, nous constatons que les espèces végétales des pineraies étudiées sont réparties d'une façon uniforme. Par ailleurs, il est bien remarquable que l'association de ces espèces répond grossièrement à l'affinité de chacune d'elles à supporter le taux de calcaire dans le sol et la sécheresse du climat.

Quant à la physionomie de la végétation, elle dépasse les 15 mètres dans la station 1 et les 5 mètres dans la station 2. C'est une végétation à trois strates principales (Strate arborescente, strate arbustive et strate herbacée).

La pineraie de la station 1 se présente sous l'aspect d'une futaie régulière de *Pinus halepensis* dont la strate arborée monospécifique montre un recouvrement moyen de 75 %, les arbres y sont bien venants, élancés et élagués naturellement, dépassant souvent 15 m. La strate arbustive atteint rarement les 6 mètres. On y trouve quelques pieds isolés de *Juniperus phoenicea, Juniperus oxycedrus* et *Phillyrea angustifolia,* et en groupes de *Quercus ilex* et *Pistacia lentiscus.* La strate herbacée ne dépasse guère 1 mètre, elle est riche en espèces ; les espèces les plus abondantes sont : *Ampelodesma mauritanicum, Globularia alypum, Stipa tenacissima, Rosmarinus tournefortii et Cistus sericeus* (Fig. 17 et 19).

La pineraie de la station 2 est une futaie irrégulière de *Pinus halepensis.* La strate arborée est toujours monospécifique ; son recouvrement est de l'ordre de 50 % et atteint souvent 5 mètres. La strate arbustive qui est de même composition que celle de la station 1 ne dépasse pas les 4 mètres (Fig. 18 et 19). La strate herbacée est plus riche et diversifiée que celle de la station 2.

Conclusion

Les pineraies de la région d'étude sont des formations xérophiles qui reposent sur roche mère calcaire, elles sont caractérisées par un recouvrement moyen et par une hauteur moyenne. Les espèces caractéristiques de ces pineraies et qui révèlent une tolérance vis-à-vis de la sécheresse et la pauvreté du sol sont les plus abondantes, il s'agit de : *Ampelodesma mauritanicum, Globularia alypum, Stipa tenacissima, Rosmarinus tournefortii et Cistus sericeus.*

2.3. Sociabilité de la végétation

La station 1 appartient au groupement de Pin d'Alep à Chêne vert avec une tendance vers le groupement de Pin d'Alep à Romarin comme l'indique l'abondance des espèces xériques

(Tableau 27). Les espèces qui la caractérisent (*Juniperus phoenicea, Pistacia lentiscus, Ampelodesma mauritanicum)* témoignent d'un microclimat assez favorable au développement de peuplements végétaux diversifiés. La station 2, appartient au groupement de Pin d'Alep à Chêne vert, à bioclimat semi aride froid. En plus des espèces citées dans la station 1, nous notons l'abondance de : *Juniperus oxycedrus, Phillyrea angustifolia, Globularia alypum, Stipa tenacissima et Rosmarinus tournefortii* (Tableau 27).

Conclusion

La végétation de la pineraie de Djerma est structurée en fonction du bioclimat. En effet, la composition floristique des stations étudiées reflète des conditions bioclimatiques du semi aride froid. Les espèces xérophiles s'installent dans les espaces vides de la forêt pour la recherche de la lumière. Le tapis végétal de la pineraie est dominé par des espèces parfaitement adaptées aux milieux secs et calcaires ; il s'agit de *Stipa tenacissima, Ampelodesma mauritanicum, Cistus sericeus, Rosmarinus tournefortii* et *Globularia alypum.*

2.4. Cycle biologique de *Pinus halepensis* dans la région de Djerma

L'étude phénologique du Pin d'Alep, nous permet d'énoncer que le développement de *Pinus halepensis* dans les stations étudiées passe par les étapes suivantes :

- La reprise de la végétation (débourrement) est conditionnée par les températures moyennes mensuelles des maximas. Elle est plus précoce dans la station 2. Ce ci s'expliquerait par des températures moyennes mensuelles maximales plus élevées dans la station 2 (Tableau 4). D'après KADIK (1987), la reprise de la végétation est d'autant plus précoce que les températures moyennes mensuelles maximales sont plus élevées.
- La phase de croissance intense se déroule entre mars et juin dans la station 1 et entre février et juin dans la station 2 (Tableau 28). KADIK (1987), rapporte que l'activité des pousses est liée aussi aux températures, elle débute quand la température moyenne des minimas est supérieure à 10 °C et se ralentit fortement quand la température moyenne des maximas dépasse 40 °C. Ainsi, l'élongation des pousses varie en fonction des expositions, elle est plus forte en exposition nord.
- L'apparition des organes reproducteurs mâles et leur développement durent 19 jours pour la première station et plus de 30 jours pour la station 2. Cependant, KADIK

(1987) lors d'une étude sur la phénologie de la pineraie de Senalba Chergui (Atlas saharien), rapporte que cette durée est plus rapide sur exposition sud, elle est de 10 jours contre 33 jours en exposition nord. Par ailleurs, FRANCINI (1958), a montré que la différenciation des cônes mâles se fait lorsque le régime automnal est stabilisé, aux premiers froids.

- Nous constatons que les bourgeons femelles se différenciaient en fin de la saison (Tableau 28). FRANCINI (1958), a montré que les ébauches des cônes femelles se différenciaient à une date légèrement postérieure à celle de l'individualisation des fleurs mâles. Le cône femelle poursuit son développement pendant l'hiver mais moins intensément que le cône mâle. Les cônes femelles se forment à l'extrémité des pousses de l'année. Rouge violacé, les écailles des jeunes cônes femelles sont au début largement ouvertes pour laisser passer le pollen, puis elles se resserrent autour de l'axe les unes contre les autres.

Conclusion

La relative précocité du développement du Pin d'Alep dans la région d'étude est liée à la température puisque les organes reproducteurs se développent plus rapidement où les températures sont généralement plus élevées. Nous constatons que la phase d'élongation des pousses est précipitée dans la station 2 par quelques jours par rapport à la station 1. En revanche, l'élongation des pousses débute quand la température moyenne des minimas est supérieure à 10 °C et se ralentit fortement quand la température moyenne des maximas dépasse 40 °C (KADIK, 1987).

D'après KADIK (1987), l'apparition des organes reproducteurs mâles et leur développement sont surtout liés aux températures moyennes des minimas, notamment, celles du mois de janvier. La précocité dans le développement des organes reproducteurs est en faveur de l'obtention de graines fertiles puisqu'ainsi, le jeune cône fécondé déjà en février-mars, échappe aux gelées de printemps (avril-mai). Par ailleurs, l'existence des gelées précoces de mars joue un rôle important dans la coulure des cônes (KADIK, 1987).

6. Bioécologie des invertébrées inféodés aux Pineraies

3.1. Inventaire taxonomiques des espèces recensées

L'inventaire réalisé sur les invertébrés des pineraies étudiées nous a permis de recenser une large variété d'espèces (208 espèces) réparties en deux embranchements : les mollusques et les

Arthropodes. L'embranchement des mollusques n'est représenté que par la classe des Gastéropodes avec 3 espèces. Les Arthropodes englobent 4 classes : celle des insectes avec 198 espèces, celle des Arachnides avec 4 espèces, celle des myriapodes avec deux espèces et celle des Crustacées avec une espèce (Tableau 29).

La classe des insectes est la plus dominante (198 espèces) tant en nombre d'espèces qu'en terme d'abondance en nombre. Les espèces entomologiques recensées sont réparties en 17 ordres dont celui des Coléoptères est le mieux représenté avec 56 espèces couvrant 24 familles différentes. Les Hyménoptères et les Diptères viennent ensuite au deuxième rang avec respectivement 41 et 39 espèces. Nous constatons que les ordres des Coléoptères et des Hyménoptères présentent à eux seuls presque la moitié du total des espèces inventoriées. Les Coléoptères forment, en effet, l'un des groupes les plus riches en espèces parmi les insectes (AUBER, 1999). Les Lépidoptères et les Homoptères sont représentés respectivement avec 13 et 12 espèces puis arrivent les Hétéroptères et les Orthoptères avec 11 espèces chacun. Les autres ordres sont faiblement notés et ne dépassent guère 2 espèces chacun.

En outre, nous notons que la composition du peuplement invertébré des deux stations renferme un grand nombre d'espèces rattachées au milieu sec et ensoleillé. C'est le cas notamment de plusieurs espèces de Coléoptères. Par ailleurs, nous signalons la présence des Odonates qui sont des espèces rattachées au milieu aquatique et humide, ceci pourrait s'expliquer par la présence de cours d'eau temporaires près des stations étudiées. D'une manière générale, l'ensemble des espèces récoltées sont caractéristiques des milieux forestiers notamment les forêts de Pin. C'est le cas par exemple de la famille des *Scolytidae* qui comprend des espèces colonisant surtout les Pins et recherchant avant tout les écorces épaisses du bas du tronc de Pins exposés au soleil et d'arbres récemment abattus (DAGMAR et BEAT, 2000).

Parmi les espèces entomologiques recensées, nous signalons la présence de huit espèces protégées par la réglementation en Algérie. Ces espèces sont : *Mantis religiosa, Calosoma inquisitor, Coccinella septempunctata, Mylabris variabilis, Chrysopa carnea, Cataglyphis bicolor, Apis mellifera, Papilio machaon.* Afin de révéler l'importance des espèces d'invertébrés inféodées aux Pineraies de Djerma, nous avons fais une comparaison avec celles signalées dans le parc national de BELEZMA, cette comparaison a révélé l'existence de 80 espèces non signalées dans la liste des invertébrés du PNB (Plan de gestion, 2010).

Conclusion

L'embranchement des Arthropodes s'est révélé quantitativement le plus important en espèces. La classe des insectes est la mieux représentée dans notre zone d'étude avec une nette dominance des Coléoptères, des Hyménoptères et des Diptères.

La présence de 8 espèces protégées en Algérie mérite une attention particulière, notamment pour la préservation des espèces utiles et l'orientation des recherches sur les espèces considérées rares ou menacées.

3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés

3.2.1. Qualité d'échantillonnage

La valeur globale de la qualité d'échantillonnage s'élève à 4,87. Elle est de 3,6 dans la station 1 et de 3,53 dans la station 2. Ces valeurs étant relativement faibles témoignent d'un échantillonnage suffisant. Toutefois, nous pensons qu'il serait nécessaire de compléter ce travail par des prospections estivales et avec un échéancier plus fréquent afin d'aboutir à un échantillon le plus exhaustif possible car durant la période estivale plusieurs sorties ont été annulées pour des raisons liées à la sécurité et aux incendies.

La qualité de l'échantillonnage est en relation avec le nombre total d'espèces recensées et le nombre de relevés réalisés. Par ailleurs, les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie, les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement (RAMADE, 2003).

Ceci permet de dire que les espèces observées une seule fois et considérées rares ne sont pas des espèces à négliger étant donné qu'elles peuvent jouer un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème forestier. C'est d'ailleurs le cas de certaines espèces prédatrices et parasites comme : (*Coccinella septempunctata*; *Calosoma inquisqitor*; *Anoplius cingulatus, Ichneumon sp.)*.

Conclusion

La valeur globale de la qualité d'échantillonnage (a/R) des invertébrés de la pineraie de Djerma est globalement suffisante. Cette valeur est en relation avec le nombre d'espèces observées une seule fois dans les stations étudiées et qui sont classées comme des espèces

accidentelles, parce qu'entre une sortie et une autre, une espèce peut compléter son cycle de développement. Aussi, nos techniques d'échantillonnage limitées ne permettent pas de capturer toutes les espèces présentes dans la forêt. Les espèces considérées rares ne sont pas des espèces à négliger car elles pouvaient avoir un rôle fonctionnel important. Aussi, il serait important de compléter les relevés par plus de sorties notamment en saison d'été.

3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés

En termes de nombre d'individus capturés, la classe des insectes dominent largement les classes des Gastéropodes, des Arachnides, des Myriapodes et des Crustacés. L'ordre des Diptères domine les autres ordres avec 28,21 % de l'ensemble des invertébrés recensés, contre 22,03 % pour les Homoptères et 21,39 % pour les Hyménoptères qui viennent respectivement en $2^{ème}$ et $3^{ème}$ rang.

La fréquence d'occurrence ou la constance peut renseigner sur les invertébrés caractéristiques de la pineraie. En effet, il existe 12 ordres constants (Constance ≥ 50 %). Les Arachnides, les Coléoptères, les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les taxons les plus constants durant toutes les sorties effectuées dans la pineraie de Djerma (Tableau 31).

Par contre, les ordres considérés comme sporadiques dans la pineraie sont ceux qui présentent les groupes rencontrées une ou deux fois seulement durant toute la période d'étude, autrement dit, ils sont présents uniquement au cours d'une saison (Constance < 10 %). Les Aranéides, les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les plus constants (Constance = 100 %). La catégorie des accessoires n'est représentée que par l'ordre des Manthoptères avec 26,67 % de constance. Cet ordre n'est représenté que par une seule espèce : *Mantis religiosa* qui est considérée comme rare et ne présente de ce fait qu'une faible fréquence relative dans le peuplement invertébré étudié (0,06 %).

Conclusion

Les ordres les plus abondants et les plus constants dans le temps appartiennent à la classe des insectes, ce qui dénote d'un milieu favorable pour le développement des espèces entomologiques. Les espèces sporadiques sont soit des visiteurs occasionnels du site comme les Odonates, soit des espèces nécessitant des types de piégeage plus appropriés pour leur capture.

3.2.5. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés

L'étude de la répartition spatiale des invertébrés recensés, nous a permis de noter que l'abondance relative des invertébrés capturés ne montre pas une grande différence entre les deux stations étudiées. Les Homoptères dominent largement l'ensemble des autres ordres et sont les plus abondants dans les deux stations (Fig. 20). Nous constatons que ces derniers sont plus représentatifs dans la station 2 avec une fréquence d'abondance de 42,45 %. Nous signalons également que les collemboles sont plus abondants au niveau de la station 1. En effet, la variabilité de l'environnement implique l'aptitude pour chaque organisme de s'adapter à un gradient de température, de luminosité et de n'importe quel autre facteur écologique (RAMADE, 1984). La station 1 est relativement plus ombragée que la station 2. Aussi, l'étude climatique des stations échantillonnées après extrapolation des données a montré que la station 1 est légèrement plus froide que la station 2. Ainsi, RAMADE (1984), rapporte que le Collembole *Isotoma nivalis* qui se rencontre à la surface des névés au Spitzberg ne peut vivre que dans un intervalle de température étroit compris entre – 9°C et + 12°C, le thermopreferendum de cette espèce étant de 4°C (RAMADE, 1984).

La variation des effectifs des invertébrés dans le temps montre que l'hiver et le printemps sont les saisons durant lesquelles sont enregistrés les effectifs les plus importants du peuplement invertébré. Par contre, il est connu que c'est pendant la saison estivale que se concentrent les peuplements d'invertébrés. Ceci s'expliquerait par le nombre de récoltes effectuées lors de chaque saison et qui n'était pas le même (plus important durant l'hiver et le printemps).

Toutefois, la fluctuation des effectifs des différents ordres d'invertébrés au cours de chaque saison est complètement différente pour chacune des stations étudiées (Fig. 21 et 22). En hiver, où les températures sont généralement basses, nous remarquons des fréquences d'abondance des Homoptères et des Diptères assez marqués (13,88 % et 12,28 % dans la station 1, 16,20 % et 5,66 % dans la station 2) en plus des Collemboles qui sont présents dans la station 1 avec une abondance relative de 8,73 %. Ces résultats dénotent une capacité de résistance au froid chez ces taxons. D'après DAJOZ (2003), il existe des insectes très résistants au froid et renfermant du glycérol, formé à partir du glycogène, qui agit comme antigel et qui peut abaisser le point de congélation des liquides internes jusqu'au -20°C.

Avec l'augmentation des températures au printemps et en été, la fréquence d'abondance des Hyménoptères et des Lépidoptères s'élève respectivement à 12,4 % et 0,25% au printemps et à 2,89 % et 0,13 % en été dans la station 1. Cette même fréquence s'élève respectivement à 10,19 % et 0,3 % au printemps et à 2,93 % et 0,15 % en été dans la station 2. Par contre, la fréquence d'abondance des Homoptères tend à diminuer au printemps et en été. Les insectes ne peuvent maintenir leur activité métabolique qu'à l'intérieur d'une plage limitée de températures corporelles. Etant des animaux poïkilothermes, les conditions climatiques dans l'environnement immédiat de l'insecte déterminent le niveau de la température corporelle (FEILED, 1992 in FEILED, 2000). Ils passent la mauvaise saison, le plus souvent à l'état de nymphe ou d'adulte, dans le sol ou abrités dans des crevasses, débris végétaux ou écorces et sous les pierres, ou par la modification des cycles de développement par l'estivation, l'hibernation ou la migration (APPERT et DEUSE, 1982 ; DAJOZ, 2003). Les insectes peuvent échapper aux conditions thermiques défavorables en s'installant dans des stations ayant des mésoclimats ou des microclimats particulières (DAJOZ, 2003).

Dans la station 1, les ordres des *Scorpionida*, des *Acari*, des *Diplopoda*, des *Odonata*, des *Phasmida* et des *Thysanoptera* sont absents en hiver et en été alors que ceux des *Diplopoda*, des *Isopoda*, des *Diplura*, des *Dermaptera* et des *Neuroptera* sont absents en hiver et en été dans la station 2. Il apparait que certains espèces pullulent ou se raréfient sans que la cause en soit bien élucidée. Certains insectes apparaissent brusquement et se raréfient tout aussi vite (DAJOZ, 2003).

Conclusion

Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des peuplements d'invertébrés. Les Homoptères dominent largement l'ensemble des autres ordres en automne et en hiver. Dès le printemps, les conditions climatiques s'adoucissent avec une élévation de la température entraînant à nouveau une augmentation de la fréquence d'abondance des Hyménoptères et des Lépidoptères.

La majorité des invertébrés capturés appartiennent à la classe des insectes. Celle-ci domine largement les autres classes. Les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les groupes d'invertébrés les plus abondants pendant les quatre saisons de l'année et dans les deux stations d'étude.

3.2.6. Similitude spatio-temporelle des peuplements

L'indice de similitude de Sorensen entre les deux stations est assez élevé (*Qs* = 68 %) ce qui dénote d'une grande similitude entre la composition spécifique des peuplements d'invertébrés représentants les deux stations. Cette similitude entre les stations étudiées s'expliquerait par le fait qu'elles offrent généralement les mêmes conditions écologiques à la faune invertébrée, notamment par la composition du couvert végétal qui est très similaire dans les deux stations et les propriétés physicochimique du sol où elles se développent.

Dans le temps, la similitude globale entre les saisons, prises deux à deux varie entre 36,2 et 53,9 %. Elle permet de constater une plus importante similitude entre les saisons hiver et printemps ; printemps et été, où nous avons noté des taux de similitude supérieurs à 50 % (Tableau 32). La similitude entre ces saisons prises deux à deux est due au fait que ces saisons sont successives et au fait que le nombre de récoltes effectuées en hiver et au printemps est presque le même. Par ailleurs, la similitude entre printemps et été est due au fait que les températures commencent à augmenter à partir du printemps.

Conclusion

La similitude de la composition des peuplements d'invertébrés entre les deux stations est élevée, parce que les pineraies étudiées attirent les mêmes cortèges entomologiques par leurs compositions floristiques semblables. Aussi les deux stations sont classées dans le même étage bioclimatique semi-aride.

3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle

Le traitement des données quantitatives des dénombrements des effectifs de chaque espèce d'insectes dans les deux stations étudiées par la matrice de corrélation de Pearson, a permis de déduire que dans la station 1, ce sont uniquement les effectifs des peuplements d'insectes en automne qui sont positivement et fortement corrélés avec ceux du printemps et ceux de l'hiver (Tableau 33). Alors que dans la station 2, de fortes corrélations positives sont notées entre le printemps et l'été, le printemps et l'automne, et entre l'été et l'automne (Tableau 34). Les fortes corrélations positives entre l'automne et le printemps pourraient s'expliquer par le fait que la saison automnale de l'année d'étude était caractérisée par des conditions climatiques douces, la rapprochant de la saison printanière. Cependant, entre l'hiver et l'été, nous signalons l'absence de corrélation dans la station 1, et une très faible corrélation positive dans la station 2 ce qui est logique car les conditions climatiques de ces saisons sont totalement différentes. Ainsi, les différences entre les deux stations sont dues au fait que la station 1 est relativement plus froide que la station 2.

L'application d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) de la répartition des effectifs spécifiques suivant les différents types de pièges et de strates échantillonnées en tenant compte de la similitude de Pearson entre les effectifs des espèces d'insectes a permis de ressortir des catégories différentes ; rassemblant chacune les relevés selon leurs analogies en effectifs recensés.

La CAH obtenue pour les différents types de pièges a donné les mêmes résultats avec un même coefficient de corrélation de Pearson ($\geq 0,8$) dans les deux stations et a permis de les regrouper en trois catégories homogènes : Une catégorie qui combine les pièges colorés avec le battage d'une part, sauf celui effectué sur la direction sud, et le fauchage d'autre part. La deuxième catégorie est représentée par les pièges trappes et la troisième est celle du battage sud (Fig. 23).

Nous constatons que les deux premières catégories pourraient s'expliquer par le fait que les types de piégeage de la catégorie 1 permettraient de collecter presque les mêmes espèces, les insectes qui vivent sur les rameaux de l'arbre se déplacent vers la strate herbacée pour la ponte, l'hivernation ou la recherche de nourriture. Lors de ce déplacement, ces derniers peuvent tomber dans les pièges colorés qui sont posés aussi près de la végétation. En effet, le fauchage et le battage sont surtout utilisés pour capturer les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou dans les buissons. Il s'agit des chenilles, des Coléoptères, des Homoptères et des larves d'insectes phytophages. Ils servent également à la récolte des insectes frondicoles et permettent de donner une estimation de la biomasse des invertébrés des strates arborescentes et arbustives (BENKHELIL, 1992). Nous signalons que les insectes capturés par les pièges colorés, le fauchage et le battage appartiennent en majorité aux ordres suivants : *Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Heteroptera* et *Diptera.* D'après BENKHELIL (1992), le piège coloré jaune citron est par excellence le piège pour insectes héliophiles et frondicoles ; il récolte des insectes que la couleur attire réellement comme les pucerons, certains Diptères et certains Hyménoptères ; des insectes qu'attirent essentiellement les reflets de la lumière solaire et atmosphérique en surface du liquide.

La deuxième catégorie des pièges trappes qui sont considérés comme pièges d'interception, est considérée comme un groupe autonome car ce mode de piégeage nous a permis de capturer principalement des insectes de moyenne et de grande taille. Il s'agit des ordres suivants : *Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Lepidoptera, Blattoptera* et *Dermaptera*. Les pièges trappes sont utilisés pour capturer des

insectes se déplaçant sur le sol et des insectes volants qui viennent se poser à la surface où y tombent.

Le battage sud qui fait un groupe unique, a donnée des résultats en taxons similaires à ceux des autres directions mais avec des fréquences plus élevés. La différenciation de cette catégorie serait probablement due à la différence dans l'ambiance écologique car la direction sud offre plus d'ensoleillement et de chaleur.

Suivant la distribution spatiale des insectes au niveau des différentes strates échantillonnées, nous avons aussi délimité les différents peuplements selon les modes d'échantillonnage utilisés par l'application d'une classification ascendante hiérarchique (CAH).

Avec un coefficient de corrélation de Pearson ($\geq 0,9$) dans la station 1, nous notons la présence de trois catégories distinctes. Une qui présente les méthodes : échantillonnage du sol et horizon des racines, une deuxième catégorie de l'échantillonnage de la litière, et l'échantillonnage des rameaux qui représente la troisième catégorie (Fig. 24). La première classe correspond à la strate souterraine, c'est un échantillonnage des invertébrés qui vivent dans le sol et qui y hivernent. Ce sont surtout des espèces appartenant à des Coléoptères de la famille des *Scarabaeidae*, des *Staphylinidae* et des *Chrysomelidae ;* des Hyménoptères de la famille des *Formicidae* et des *Myrmicidae* et à des Blattoptères. En effet, la plupart des Coléoptères sont capables de voler mais ils ne volent jamais très longtemps et ce sont des insectes qui vivent de préférence su le sol et sur les plantes basses. Certains larves de Coléoptères se nymphosent dans le sol ou dans des cocons lâches au dessus du sol. Les *Scarabaeidae* se nourrissent d'excréments et de charognes et constituent un maillon important dans le cycle de l'azote (CHINERY, 1987).

La deuxième catégorie de l'échantillonnage correspondant aux insectes de la litière, est représentée par des Collemboles de la famille des *Isotomidae* ; des Coléoptères de la famille des *Staphylinidae* et des *Elateridae,* par des Orthoptères de la famille des *Gryllidae ;* des Diptères de la famille des *Bombyliidae* ; des Hyménoptères de la famille des *Formicidae* et des Blattoptères. Nous remarquons que ce sont des espèces principalement saprophages et polyphages. D'après CHINERY (1987), les invertébrés saprophages jouent un rôle pionnier dans la formation de l'humus forestier en fragmentant la litière.

La troisième catégorie correspond aux insectes de la strate arborée. Les insectes qui y logent sont essentiellement des Homoptères appartenant aux familles des *Psyllidae* et des *Jassidae*. D'après CHINERY (1987), les *Jassidae,* vivent généralement sur les feuilles. Ils sont

très nombreux et, en été, on peut les capturer en grand nombre en battant la plupart des buissons et des arbres. On en trouve également beaucoup dans les herbes, bien que, pour chaque espèce, le nombre de plantes-hôte soit limité, les Cicadelles sont de très bons sauteurs, et volent également très bien. Les *Psyllidae* sont très nombreux et se trouvent surtout sur les arbres. De nombreuses espèces sont inféodées à une seule espèce d'arbre et beaucoup d'entre eux provoquent l'apparition de galles.

La station 2 est représentée par un coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,7. Cependant, l'analyse par la CAH a donné lieu à quatre catégories différentes. La quatrième catégorie est celle de l'échantillon sol (Fig. 24), elle se sépare des autres groupes par le fait qu'elle est représentée seulement par quelques espèces appartenant à deux ordres : les Coléoptères et les Hyménoptères. La catégorie des échantillons rameaux est représentée par les Homoptères appartennent aux familles : des *Jassidae,* des *Psyllidae,* des *Cercopidae,* des *Aphididae* et des *Issidae* avec la présence de Chenilles de Lépidoptères.

Conclusion

Dans la station 1, la saison printanière et automnale se rapprochent le plus du point de vue composition des peuplements des insectes recensés. Ces deux saisons sont représentées par une valeur de corrélation très significative (r = 0,563). Tandis que dans la station 2, c'est le printemps et l'été qui sont fortement corrélés avec r = 0,833. D'après RAMADE (1984), les fluctuations saisonnières des peuplements d'invertébrés peuvent résulter de l'existence de plusieurs générations annuelles chez certaines espèces (au moins deux), de mouvements migratoires et d'une mortalité importante à la fin de la période de reproduction.

La CAH appliquée aux effectifs spécifiques des insectes inventoriés a montré l'existence de trois catégories distinctes pour les types de pièges utilisés dans les deux stations. Selon le type et la situation spatiale du piège, ce sont les individus se déplaçant par reptation, par marche ou par vol actif, qui ont les plus grandes chances d'être capturés. Dans la majorité des cas, on ne sait jamais ce que représente le nombre d'individus piégés par rapport à la population totale ; il en résulte alors que l'utilisation des pièges, conduit seulement à une estimation de l'abondance relative (BENKHELIL, 1992). Mais, étant donné le caractère sélectif de chacun des pièges, l'emploi de types de pièges s'attaquant à des fractions différentes des peuplements d'invertébrés pourrait avoir pour conséquence de mieux connaitre les composants de la faune en place. C'est à cet effet que nous avons procédé dans notre étude par plusieurs types de pièges.

Suivant les strates échantillonnées, la CAH a permis de ressortir trois catégories différentes dans la station 1 et quatre catégories dans la station 2.

3.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements

La richesse totale et moyenne dans les stations 1 et 2 sont respectivement de (142 espèces et 31,73) et de (152 espèces et 32,27). Nous remarquons que la richesse en espèces de la station 2 est relativement plus élevée. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions écologiques plus favorables dans cette station.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont de 5 et 4,6 % respectivement pour la station 1 et 2. La faune invertébrée de la station 1 est relativement plus diversifiée. Toutefois, il est utile de signaler que certains pièges installés dans la station 2 sont parfois déplacés ou détruits par les sangliers.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité, pour les deux stations tendent vers 100 (Tableau 35) et indiquent un certain équilibre entre les effectifs des populations d'invertébrés échantillonnées. La variation des valeurs de l'équitabilité correspond grossièrement à celles de la diversité. La plus grande valeur de l'équitabilité est notée dans la station 1. Le peuplement des invertébrés a donc une structure relativement plus stable au niveau des stations possédant une richesse floristique élevée et un recouvrement végétal plus important.

Les paramètres de diversité et d'équitabilité des peuplements invertébrés recensés varient en fonction des saisons. En effet, la saison printanière est représentée par les indices de diversité les plus élevés (S = 95 espèces ; Sm = 23,75 espèces ; H' = 4,7 bits) dans la station 1 et (S = 105 espèces ; Sm = 26,5 espèces ; H' = 4,7 bits) dans la station 2 (Tableau 36). L'équitabilité est plus élevée en automne avec E = 84,8 % dans la station 1 et en été (E = 79,9 %) dans la station 2. Ces résultats dénotent d'une distribution assez régulière des effectifs au cours de ces périodes. L'équirépartition permet d'apprécier les déséquilibres d'abondance par espèce que l'indice de diversité de Shannon ne peut révéler (MAGURRAN, 2004). Par ailleurs, les valeurs élevées des indices de diversité calculés pour le printemps peuvent être interprétées par le nombre considérable des espèces d'invertébrés qui apparaissent lors de cette saison de grande activité des insectes et où la végétation devient plus diversifiée.

Conclusion

Les deux stations sont assez bien diversifiées en peuplements invertébrés. Cette richesse entomologique notée dans la pineraie pourrait s'expliquer par la diversité du couvert végétal qui offre alimentation et refuge à une importante variété d'espèces. La station 2 serait celle qui possède les meilleures conditions écologiques nécessaires à l'établissement d'un peuplement d'invertébrés plus diversifié.

En termes d'organisation temporelle, la période de printemps est la plus diversifiée. Cependant, les populations qui composent les peuplements d'invertébrés durant la saison de l'automne pour la station 1 et durant l'été pour la station 2 sont les plus équiréparties.

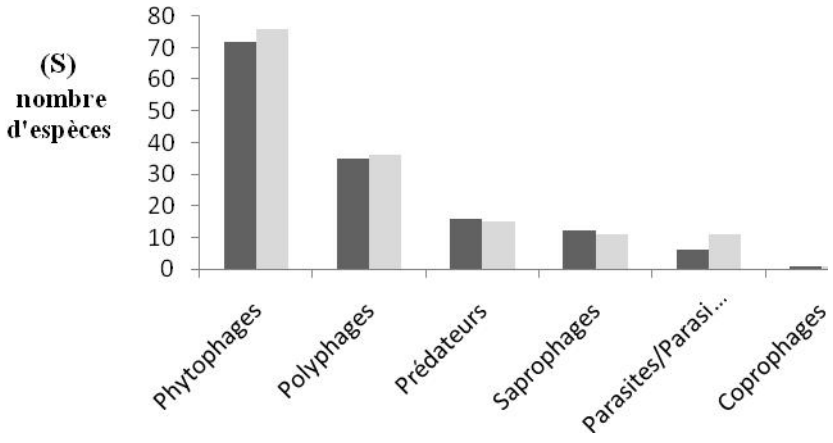
3.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle)

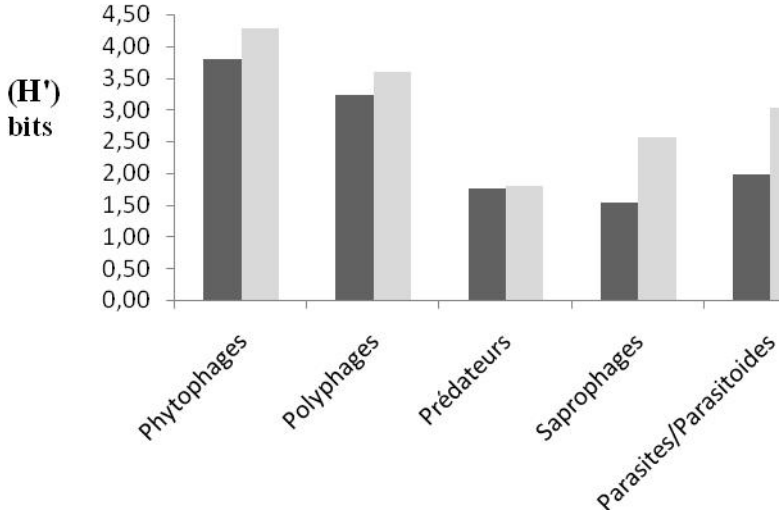
Les espèces phytophages occupent la première place en nombre d'espèces (72 espèces) et les polyphages (35 espèces) se placent en deuxième position. Ainsi, l'indice de Shannon (*H'*) pour ces deux catégories (phytophages et polyphages) est relativement plus élevée par rapport aux autres catégories (prédateurs, saprophages, parasites/parasitoïdes et coprophages) étant donné que le nombre d'espèces est plus important pour les premières catégories que pour les dernières (Fig. 27).

Par contre l'équitabilité (*E*) des parasitoïdes est la plus élevée. Plus la diversité est grande, plus les liens trophiques entre les divers constituants d'une biocœnose sont complexes, car avec la complexification des chaînes alimentaires s'accroît le nombre de cas de parasitisme, de commensalisme, de mutualisme, de symbiose, etc (Ramade ,2003).

Conclusion

La composition floristique et entomologique très diversifiée dans les stations d'étude, favorise l'installation d'un peuplement d'invertébrés appartenant à différentes catégories trophiques. Cette diversification du statut trophique permet la présence d'espèces utiles (consommateurs secondaires : prédateurs, parasites/parasitoïdes, saprophages et coprophages) et une entomofaune ravageuses (consommateurs primaires : phytophages) avec une richesse et diversité plus importante qui mérite d'être surveillée.


(S)
nombre
d'espèces
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Phytophages
Polyphages
Prédateurs
Saprophages
Parasites/Parasi...
Coprophages


(H')
bits
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Phytophages
Polyphages
Prédateurs
Saprophages
Parasites/Parasitoides

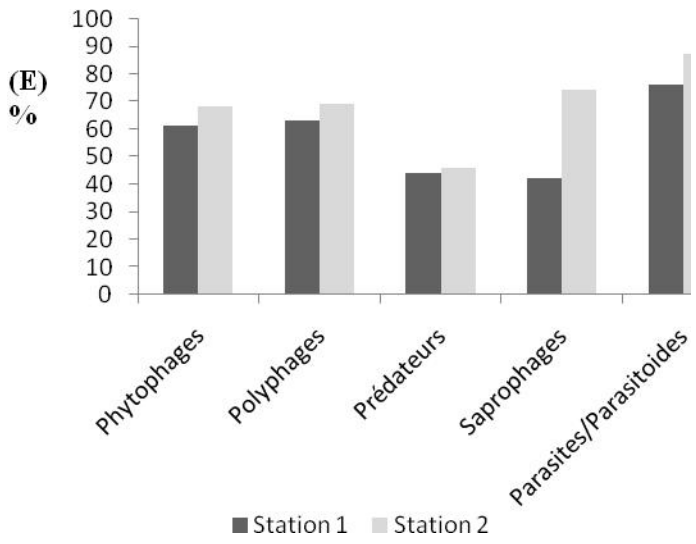


Figure 27- Richesse totale (*S*), indice de Shannon (*H'*) et indice d'équitabilité (*E*) du peuplement invertébré recensé selon le statut trophique.

3.5. Evolution spatio-temporelle du peuplement de Coccidies (*Diaspididae*)

Le dénombrement du peuplement des Coccidies récoltés par l'échantillonnage des rameaux a été réalisé par une échelle d'estimation (+ : présence faible ; ++ : moyenne ; +++ : abondante). L'étude de la variation spatio-temporelle des effectifs de Coccidies montre des différences de distribution du peuplement Coccidies dans les stations étudiées. Dans la station 1, les effectifs les plus importants se concentrent durant l'hiver, alors que c'est le printemps qui cumule le nombre le plus élevé d'effectifs dans la station 2. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées en été (Tableau 38). Au total, la station 2 est représentée par le plus grand nombre de Coccidies (Fc = 68,94 %). Nous constatons également que les rameaux du nord sont les plus infectés par les Coccidies dans la station 1 et ceux de l'est pour la station 2. Alors que sur les rameaux ouest la fréquence d'abondance est la plus faible dans les deux stations (Tableau 39).

Les fréquences d'occurrence des peuplements de Coccidies recensés dans la station 1 et 2 sont de 93,3 et 100 % respectivement, ceci dénote une constance de ces peuplements dans le temps.

Une seule femelle de Cochenille peut produire un millier d'œufs et, en comptant peut être six générations par an, on pourrait arriver jusqu'à plus de 30 millions de Cochenilles. Dans leur habitat naturel, le nombre de cochenilles est limité par les parasites et les prédateurs (CHINERY, 1987).

Conclusion

Les cochenilles est un groupe d'invertébrés constant dans l'espace et dans le temps et on le rencontre dans les deux stations au cours de toute les saisons. Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des Coccidies. C'est sur les directions nord, est et sud de l'arbre que les peuplements recensés connaissent les fréquences d'abondance les plus élevées.

4. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Pineraies

4.1. Statut écologique du peuplement herpétologique

Les amphibiens sont représentés par l'ordre des Anoures qui comprend deux familles différentes : la famille des *Bufonidae* et celle des *Ranidae* avec une espèce pour chacune.

Les reptiles sont mentionnés avec trois ordres : les Chéloniens, les Sauriens et les Ophidiens. Les Chéloniens sont représentés par une seule espèce (*Testudo graeca)*. L'ordre des Sauriens est le mieux représenté avec 04 familles et 09 espèces. Les Ophidiens renferment les familles des Colubridés et des Vipéridés avec respectivement 04 espèces et 01 espèce. Sur l'ensemble des espèces signalées, trois espèces sont protégées en Algérie par le décret n° 83 du 20 août 1983 (*Testudo graeca* et *Chamaeleo chamaeleon*).

La majorité des espèces recensées appartiennent à la catégorie des consommateurs d'invertébrés. Cette catégorie détient 64,7 % où tous les amphibiens ainsi que l'ordre des Sauriens appartiennent à cette catégorie. Une seule espèce présente un régime alimentaire herbivore, il s'agit de *Testudo graeca* qui appartient à la famille des *Testudinidae*. Les carnivores détiennent 29,4 % et sont représentés par l'ordre des Ophidiens (Fig. 28, Tableau 40). Par ailleurs, la présence d'un couvert végétal diversifié avec des recouvrements différents favorise l'abondance d'insectes qui constituent l'aliment principal de ces reptiles sauf pour les Ophidiens qui se nourrissent principalement de petits vertébrés (lézards, oiseaux, micromammifères,..).

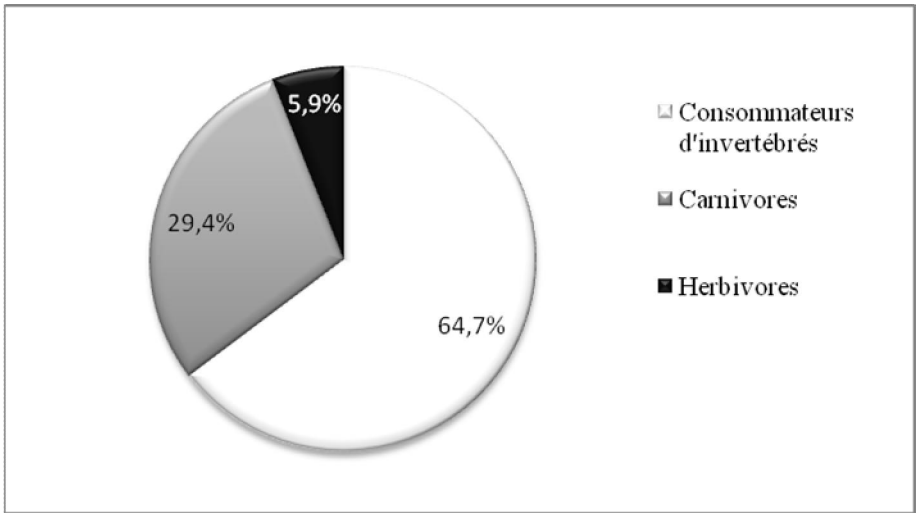


Figure 28- Pourcentage des catégories trophiques des différentes espèces herpétologiques recensées dans la pineraie de Djerma.

Conclusion

L'inventaire de l'herpétofaune dans la pineraie de Djerma a révélé l'existence de 17 espèces (02 amphibiens et 15 reptiles) réparties en 04 ordres, 09 familles et 16 genres différents. L'ordre des Sauriens est le mieux représenté avec 09 espèces. Les espèces consommatrices d'invertébrés dominent largement (64,7 %) les carnivores (29,4 %) et les herbivores qui sont représentés par une seule espèce (*Testudo graeca)*. Le nombre d'amphibiens et de reptiles noté pour la pineraie de Djerma reflète une richesse du peuplement herpétologique qui mérite d'être complété par d'autres prospections.

4.2. Statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux

4.2.1. Liste systématique

L'avifaune recensée dans les pineraies étudiées est représentée par 29 espèces réparties sur 6 ordres, 14 familles et 24 genres différents (Tableau 41). L'ordre des *Passeriformes* est le mieux représenté avec 8 familles et 20 espèces. Cependant, nous notons la présence de l'ordre des *Ansériformes* qui est représenté par une seule espèce (*Anas platyrhynchos*) malgré l'absence de l'eau dans la pineraie. Ceci s'explique par le fait que la station 2 est située près du parc animalier où l'on signale la présence d'Anatidés en captivité, en plus de la présence d'un lac généré sur une ancienne carrière de gypse d'où viendrait ce canard pour rechercher de la nourriture.

Tableau 47 – Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la forêt de *Pinus halepensis* de Djerma avec ceux recensés en Algérie et au parc national de Belezma.

	Algérie	Parc national de Belezma	Présente étude		
			Nombre	% (Algérie)	% (PNB)
Ordre	23	11	6	26,1	54,5
Famille	55	30	14	25,5	46,7
Genre	173	74	24	13,9	32,4
Espèces	406	109	29	7,1	26,6

Dans la pineraie de *Pinus halepensis* étudiée et malgré la faible surface parcourue, nous avons recensé 25,5 % de l'ensemble des familles aviaires connues en Algérie. En termes de nombre d'ordres, un pourcentage de 26,1 % des ordres présentes en Algérie est noté. Aussi, nous signalons que 26,6 % des espèces aviaires inventoriées dans le parc national de Belezma sont signalées dans les pineraies étudiées. Ceci démontre que notre région d'étude abrite un peuplement d'oiseaux assez riche et diversifié.

Conclusion

La forêt de *Pinus halepensis* de Djerma abrite 29 espèces aviaires appartenant à 6 ordres et à 14 familles différentes. L'ordre des *Passeriformes* est le mieux représenté avec 69 % de la totalité des espèces dénombrées. Malgré la brieveté de l'échantillonnage consacré aux oiseaux, les résultats obtenus montrent que le peuplement des oiseaux est assez diversifié.

4.2.2. Statuts bioécologiques

Afin de simplifier la discussion des différentes catégories bioécologiques, nous avons établi le tableau 48 pour montrer l'importance numérique pour chaque catégorie. Ainsi, les 14 types fauniques définis selon VOOUS (1960) sont regroupés en quatre grandes catégories biogéographiques (BELLATRECHE, 1994) (Tableau 48).

Tableau 48 – Nombre d'espèces aviaires et pourcentage des différentes catégories bioécologiques.

Catégories Biogéographiques	Types fauniques	Nombre d'espèces	Total	%
Méditerranéenne	M, PX, TM, IA	4+1+3+1	9	31,03
Boréale/ Européenne	P, E	7+3	10	34,48
Holarctique	H, AM	4+2	6	20,69
Européo-Turkestanienne	ET	4	4	13,79

Catégories phénologiques	**SN**	**S [N]**	**ME**	**ME [N]**	**MH**
Nombre d'espèces	20	2	5	1	1
Pourcentage (%)	69	6,90	17,24	3,45	3,45

Catégories trophiques	**I**	**Pp**	**G**	**C**	**Ch**
Nombre d'espèces	8	6	11	3	1
Pourcentage (%)	27,59	20,69	37,93	10,34	3,45

L'avifaune recensée appartient à 9 types fauniques définis selon VOOUS (1960) et est répartie dans le Tableau 48. Le type faunique du paléarctique domine avec 7 espèces. Il est suivi par l'Holarctique, le méditerranéen et l'Européo-Turkestanien avec 4 espèces chacun puis le Turkesto-Méditerranéen et l'Européen avec 3 espèces chacun, ensuite viennent le Paléoxérique et l'Indo-Africain avec une seule espèce chacun. La dominance des catégories fauniques Boréale/Européenne (34,48 %) et Méditerranéenne (31,03 %) serait dû au fait que l'Afrique du nord appartient à la grande région Paléarctique et constitue la limite sud de cette dernière (BLONDEL, 1979). La catégorie des Holarctiques est représentée par 20,69 % où le type Holarctique détient 4 espèces. Alors que la catégorie Européo-Turkestanienne n'est représentée que par 13,79 %.

Les espèces sédentaires nicheuses sont représentées par 69 % de l'ensemble de l'avifaune recensée dominant fortement les espèces migratrices. Elles sont soit estivantes (17,24 % et 3,45 % pour les nicheurs probables) ou hivernantes (3,45 %) (Tableau 48). Nous relevons l'abondance des espèces nicheuses car nous avons effectué cet inventaire en période de reproduction. La prédominance des oiseaux sédentaires dans la région dénoterait de la richesse variée de la pineraie en nourriture et en habitats favorables à la nidification.

Les espèces aviaires recensées sont regroupées en 5 catégories trophiques que nous énumérons ci-dessous par ordre d'importance numérique (Tableau 48).

(1) Les granivores : Cette catégorie regroupe 11 espèces, soit 37,93 % de l'ensemble de l'avifaune recensée. 9 espèces appartiennent à l'ordre des *Passeriformes*. L'ordre des *Columbiformes* et celui des *Piciformes* sont représentés par une seule espèce chacun. Ces oiseaux se nourrissent de graines de plusieurs végétaux herbacés, mais certains s'attaquent aux cônes de *Pinus halepensis* tel le Bec croisé des sapins (*Loxia curvirostra*).

(II) Les consommateurs d'invertébrés : Représentent 27,59 % du total de l'avifaune recensée dont 6 espèces sont de l'ordre des *Passeriformes* et 2 espèces de *Coraciiformes*. L'importance de cette catégorie reflète la richesse du milieu en entomofaune. Cette gamme d'oiseaux jouerait un rôle capital dans l'aspect phytosanitaire en milieux forestiers, notamment en limitant la pullulation de certaines espèces ravageuses.

(III) Les polyphages : Mentionnés avec 6 espèces (20,69 %) dont 5 Passériformes et 1 Ansériformes. Ces oiseaux se nourrissent tant des larves et des imagos d'invertébrés et de diverses autres matières végétales.

(IV) Les carnivores : Sont au nombre de 3 espèces, soit 10,34 % du total de l'avifaune recensée. Ces espèces appartiennent à l'ordre des *Falconiformes* qui s'attaquent particulièrement à divers vertébrés.

(V) Les charognards : Représentés par une seule espèce (*Milvus migrans*). Cette espèce joue un rôle très important dans le maintien de la bonne santé des écosystèmes, notamment en consommant des charognes et de la matière organique morte.

Afin de mettre en évidence la relation existant entre les catégories phénologiques et les catégories trophiques des oiseaux recensés, nous avons opté pour une analyse combinée des deux statuts (Tableau 49).

Il existe une liaison étroite entre le régime alimentaire et le caractère phénologique d'une espèce. Le milieu offre une certaine disponibilité alimentaire à ces espèces et des biotopes favorables à l'installation d'un peuplement assez diversifié. Le fait que le milieu accueille 7 espèces migratrices, notamment les migratrices estivantes (6 espèces) dénote des potentialités de cette forêt tant alimentaires que biocoenotiques, pour abriter un peuplement aussi riche, particulièrement en belle saison.

Nous remarquons également que les espèces sédentaires de la catégorie des consommatrices d'invertébrés, des polyphages des granivores, et des carnivores sont représentées respectivement par 04 ; 06 ; 10 et 02 espèces. Ces valeurs, assez représentatives et réparties presque équitablement, attestent de la disponibilité de la nourriture en qualité et en quantité suffisantes pour les espèces sédentaires.

Tableau 49- Répartition de l'avifaune recensée par catégorie trophique en fonction du statut phénologique.

Statut des espèces	Nombre des espèces	Consommateurs d'invertébrés	Polyphages	Granivores	Carnivores	Charognards
Sédentaire	22	04	06	10	02	00
Estivant	06	03	00	01	01	01
Hivernant	01	01	00	00	00	00
Totaux	29	08	06	11	03	01

Quant au statut de protection, un total de 10 espèces sont protégés en Algérie par le décret n° 83 du 20 août 1983 dont 4 espèces *Falconiformes*, 2 espèces *Coraciiformes*, 3 espèces *Passeriformes* et 1 espèce *Piciformes*. Aussi, les quatre espèces de *Falconiformes* sont citées par la convention de CITES sur l'annexe II. Ce sont : *Hieraeetus pennatus*, *Circaetus gallicus*, *Buteo rufinus* et *Milvus migrans*. Ces espèces figurent également dans l'annexe II de la convention de Bonn en plus de 4 espèces appartenant aux Ansériformes, *Coraciiformes* et *Passeriformes*.

Conclusion

Dans la pineraie de Djerma, les oiseaux d'origine biogéographique Boréale/Européen sont les mieux représentés avec 34,48 %.

Les espèces sédentairess sont largement plus représentées par rapport aux autres catégories phénologiques recensées avec un pourcentage de 75,9 %.

Les espèces granivores et consommateurs d'invertébrés sont les mieux représentées avec respectivement 37,93 % et 27,59 %. Les oiseaux sédentaires recensés sont en partie granivores, carnivores, insectivores et polyphages. Nous constatons que les régimes alimentaires des granivores et des consommateurs d'invertébrés sont les régimes les plus prépondérants. Cela est dû à la richesse entomologique et floristique notamment en plantes à graines du milieu forestier. Par cette diversité de régimes et de statuts, nous pouvons conclure que la pineraie de Djerma offre une alimentation riche et variée et des conditions de nidification favorables pour une gamme importante d'espèces aviaires.

En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington (CITES), 4 espèces sont notées sur l'annexe II. Au total, 8 espèces sont signalées dans la convention de Bonn et qui figurent sur l'annexe II de cette convention. A l'échelle nationale, 10 espèces sont protégées

4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux

4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale

Les espèces ayant un I.K.A ou fréquence d'abondance élevée sont le Milan noir, le Pinson des arbres, le Serin cini et le Verdier d'Europe (Tableau 44). Les autres espèces ayant une fréquence d'abondance faibles sont considérées comme peut abondantes ou même rares. L'I.K.A moyen révèle que les espèces aviaires de la station 1 sont sensiblement plus abondantes que celles de la station 2. Cependant, nous constatons que le système forestier étudié présente un écosystème sain et équilibré du fait que les consommateurs primaires et secondaires sont à la fois abondants.

Conclusion

La région de Djerma abrite plusieurs espèces d'oiseux fréquentes notamment des espèces à affinité forestière et avec des abondances assez importantes avec un plus ou mois grand équilibre démontrant ainsi une stabilité de cet écosystème.

4.2.3.2. Similitude, diversité et équirépartition des peuplements

L'indice de similitude de Sorensen nous a permis de comparer la composition des peuplements aviens recensés dans les deux stations. Cet indice s'élève à 51,28 % dénotant d'une assez importante similitude entre les deux stations.

Notre zone d'étude abrite un total de 29 espèces avec une richesse totale de 19 espèces dans la station 1 et 20 espèces dans la station 2. Ceci révèle une relative importance de la diversité en peuplement avien.

Par ailleurs, nous remarquons que l'indice de diversité de Shannon (H') obtenu dans les deux stations (4,1 bits pour la station 1 et 4 bits dans la station 2) révèle une diversité relativement bonne par rapport au maximum théorique qui est égal au Log_2 S. L'indice de diversité de Shannon atteint sa valeur maximale lorsque toutes les espèces recensées ont la même abondance (DAJOZ, 1985).

L'équitabilité calculée étant proche de 100 % dans les deux stations reflète l'aspect stable et équilibré des populations aviaires vivant à Djerma.

Conclusion

Nous remarquons une certaine similitude entre les deux stations d'étude pour les différents paramètres de diversité des peuplements aviaires. L'importance de la richesse spécifique et de l'indice de diversité de l'avifaune de la région de Djerma reflète la présence

des exigences de ce peuplement en disponibilité alimentaire et en biotopes diversifiés. L'équitabilité enregistrée tend vers 100 %, ce qui dénote de la stabilité et l'équilibre du peuplement avien dans notre milieu d'étude.

4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux pineraies

La faune mammalienne sauvage de la région de Djerma comprend 8 espèces réparties en 5 ordres et 7 familles différentes. L'ordre des Fissipèdes est le mieux représenté avec 3 familles et 4 espèces. Les autres ordres sont présents par une seule espèce (Tableau 46). Un ensemble de 3 espèces sont protégées à l'échelle nationale, ces espèces sont : *Genetta genetta*, *Hyaena hyaena* et *Erinaceus algirus.*

Suivant le statut faunique, nous constatons que la majorité des espèces sont de type Paléarctique dont révèle toute l'Algérie. Par ailleurs, nous distinguons cinq catégories trophiques caractérisant les mammifères inventoriés : Herbivore, Insectivore, carnivore, Omnivore et Charognard dénotant une fois de plus de la disponibilité de ressources alimentaires variées dans les pinèdes étudiées.

Conclusion

La répartition des espèces mammalogiques recensées dans la région de Djerma par origine biogéographique montre une prédominance des espèces paléarctiques avec 5 espèces sur les 8 mammifères inventoriés.

Nous avons relevé 5 types de régimes alimentaires différents. La richesse du milieu en ressources alimentaires variées, d'origine animale et végétale justifie la présence de différentes catégories trophiques. Par conséquent, le site pourrait constituer un milieu priviligié pour beaucoup d'autres espèces.

Conclusion générale

La pineraie de Djerma qui a fait l'objet d'un diagnostic écologique étalé entre novembre 2008 et août 2009 abrite des peuplements sur des sols calcaires dont la texture est essentiellement Limono-sableuse à pH basique.

Ces pineraies abritent une flore riche de 76 espèces végétales appartenant à 28 familles en plus de 13 taxons de champignons. Elle est assez riche et diversifiée malgré les conditions défavorables qui règnent sur le sol (fertilité médiocre) et le climat (zone soumise à des influences arides). La majorité des espèces rencontrées sont caractérisées par une tolérance vis-à-vis de la pauvreté du sol notamment en matière organique, du calcaire et de la sécheresse.

Les espèces xérophiles s'installent dans les espaces vides de la forêt à la recherche de la lumière. Le tapis végétal est dominé par des espèces parfaitement adaptées aux milieux secs et calcaires ; il s'agit de *Stipa tenacissima, Ampelodesma mauritanicum, Cistus sericeus, Rosmarinus tournefortii* et *Globularia alypum.*

L'étude de la phénologie de *Pinus halepensis* a révélé une influence prépondérante de la température durant les différentes phénophases puisque les organes reproducteurs se développent plus rapidement où les températures sont généralement plus élevées. L'élongation des pousses est soumise elle aussi à l'influence de la température, elle est plus précoce dans la station 2 qui présente des températures relativement plus élevées.

Du point de vue faunistique, notre étude nous a permis de mettre en évidence un total de 208 espèces d'invertébrés dont les insectes comportent à eux seuls 198 espèces. Parmi les insectes, ce sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Diptères qui sont les plus représentés.

Huit espèces d'insectes sont protégées en Algérie et méritent une attention particulière, notamment pour la préservation des espèces utiles et l'orientation des recherches sur les espèces considérées rares ou menacées.

Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des peuplements d'invertébrés. Les Homoptères dominent largement l'ensemble des autres ordres en automne et en hiver. Les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les groupes d'invertébrés les plus abondants pendant les quatre saisons de l'année et dans les deux stations d'étude. La similitude de la composition des peuplements d'invertébrés entre les deux stations est élevée ;

les pineraies étudiées attireraient les mêmes cortèges entomologiques par une composition floristique semblable, aussi les deux stations sont classées dans l'étage bioclimatique semi-aride.

L'étude de l'efficacité des différents types de pièges utilisés nous a révélé que le Fauchage et les pièges colorés sont des techniques de capture appropriées pour les Homoptères, les Hyménoptères et les Coléoptères volants. Le parapluie japonais permet surtout la capture des invertébrés vivant sur les branches et les feuilles. Par contre, les pièges trappes sont plus efficaces pour la capture des insectes fouisseurs ou se déplaçant à ras du sol. Suivant les strates échantillonnées, la CAH obtenue a permis de ressortir trois catégories de peuplements dans la station 1 et quatre catégories dans la station 2. Il s'agit d'une façon générale des espèces inféodées à trois strates différentes : la strate souterraine, celle de la litière et la strate arborescente.

Les deux stations d'étude sont assez bien diversifiées en peuplements invertébrés. Cette richesse entomologique notée dans la pineraie pourrait s'expliquer par la diversité du couvert végétal qui offre alimentation et refuge à une importante variété d'espèces. En effet, la station 2 serait celle qui possède les meilleures conditions écologiques nécessaires à l'établissement d'un peuplement d'invertébrés plus diversifié. La période printanière est la plus diversifiée. Les populations qui composent le peuplement d'invertébré sont les plus équiréparties durant la saison de l'automne pour la station 1 et durant l'été pour la station 2. C'est sur les directions nord, est et sud de l'arbre que les peuplements de Coccidies connaissent les fréquences d'abondance les plus élevées.

Les pineraies étudiées favorisent l'installation d'espèces appartenant à différentes catégories trophiques. Cette diversification du statut trophique permet la présence d'entomofaune utile (consommateurs secondaires : prédateurs, parasitoïdes, saprophages et coprophages) et une entomofaune ravageuse (consommateurs primaires : phytophages).

Nos investigations, ont également permis de décrire un total de 54 espèces de vertébrés ; 02 amphibiens, 15 reptiles, 29 oiseaux et 8 mammifères. Ces espèces fréquentent des milieux différents suivant leur écologie comportementale et trophique.

L'inventaire de l'herpétofaune révèle l'existence de 17 espèces (02 amphibiens et 15 reptiles) réparties en 04 ordres, 09 familles et 16 genres différents. L'ordre des Sauriens est le mieux représenté avec 09 espèces. Les espèces consommatrices d'invertébrés dominent largement avec 64,7 % les carnivores qui représentent 29,4 % et les herbivores qui sont représentés par une seule espèce (*Testudo graeca)*.

La classe des oiseaux est représentée par 29 espèces appartenant à 6 ordres et à 14 familles différentes dont 75,9 % sont des espèces sédentaires révélant d'importantes capacités de la pineraie à abriter un peuplement aviaire riche et abondant. Cette avifaune représente 26,1 % de l'ensemble des ordres présentes en Algérie, où l'ordre des *Passeriformes* occupe 69 % du total des espèces dénombrées. Les oiseaux recensés ont une affinité biogéographique au Paléarctique avec 7 espèces. Les espèces granivores sont les mieux représentées avec 37,93 % du total des espèces recensées. Les oiseaux sédentaires recensés dans notre zone d'étude sont en partie granivores, carnivores, insectivores et polyphages. Les régimes alimentaires des granivores et des consommateurs d'invertébrés sont les régimes les plus prépondérants. Cela est dû à la richesse entomologique et floristique notamment en plantes à graines du milieu forestier. Par cette diversité de régimes et de statut, nous pouvons conclure que la pineraie de Djerma constitue un milieu propice pour la survie et la nidification d'une gamme importante et diversifiée d'espèces aviaires.

Un total de 10 espèces d'oiseaux sont protégées en Algérie, 4 espèces sont protégées par la convention de Washington (CITES), 8 espèces sont signalées par la convention de Bonn.

La répartition des espèces mammalogiques recensées dans la région de Djerma par origine biogéographique montre une prédominance des espèces paléarctiques avec 5 espèces sur les 8 mammifères inventoriés. Nous avons relevé 5 types de régimes alimentaires différents. La richesse du milieu en ressources alimentaires variées, d'origine animale et végétale justifie la présence de différentes catégories trophiques. Par conséquent, la région pourrait constituer un milieu privilégié pour beaucoup d'autres espèces.

Le travail présenté ici a permis en définitif de montrer la grande diversité et richesse floristique et faunique de la pineraie de Djerma qui constitue un patrimoine naturel d'une importance révélée, tant du point de vue écologique que socioéconomique. Les inventaires établis dans ce travail sont loin d'être les plus exhaustifs, notamment en ce qui concerne la faune ayant des mœurs nocturnes et discrètes. Il est important de souligner la présence dans la

pineraie de Djerma de plusieurs espèces protégées en Algérie et à l'échelle internationale, qui mériteraient d'ailleurs une plus grande attention et faire l'objet d'études spécifiques. Ceci est également le cas pour les espèces caractéristiques qu'elles soient faunistiques ou floristiques, qui jouent des rôles primordiaux à différents niveaux de la hiérarchie trophique et dans l'équilibre des écosystèmes. Cette pineraie présente également une importance particulière en abritant des espèces végétales à intérêt médicinale.

Malheureusement, aujourd'hui ces pineraies sont soumises aux effets néfastes de l'action anthropique par des coupes illicites, la déforestation pour l'implantation des poteaux d'électricité, la pollution par rejet des déchets solides (Annexe 4) en plus des incendies. Ces facteurs de menace et de dégradation ne concernent pas seulement la pineraie de Djerma mais sont généralement similaires pour la majorité des forêts du PNB. A cet effet, il serait très judicieux d'approfondir nos connaissances sur ces milieux, notamment en réalisant des travaux poussés permettant d'actualiser la base de données de l'inventaire de ces milieux avec d'autres études qui mettront en évidence une typologie propre aux forêts de cette région.

Compléter les inventaires de la flore, des invertébrés et des vertébrés de la pineraie de Djerma en étudiant l'écophysiologie des espèces caractéristiques constitue le meilleur moyen pour la valorisation effective des ressources biologiques de la région. Cette approche permettrait de mettre en relief l'utilité, l'usage, la rareté, l'originalité,…des espèces et des peuplements afin d'aboutir à une gestion efficiente. Nous pensons enfin qu'il serait intéressant de faire de nouvelles prospections dans d'autres zones du parc, de lancer des études sur l'avifaune très riche de cette aire protégée ainsi que des prospections régulières sur l'entomofaune ravageuse des essences forestières. Nous recommandons vivement aux responsables du parc national de Belezma de mettre à jour et élargir des recherches sur la flore et la faune afin d'aboutir à un diagnostic aussi représentatif que possible d'autres sites considérés comme étant des unités écologiques. Il serait alors vital d'intégrer les résultats ainsi obtenus dans les futurs plans de gestion.

Références Bibliographiques

1. ABBAS H., BARBERO M., LOISEL R. & QUEZEL P. 1985 a. Les forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques, première partie. *Forêt Méditerranéenne* 7 (1) : 35-42.
2. ABBAS H., BARBERO M., LOISEL R. & QUEZEL P. 1985 b. Les forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques, deuxième partie. *Forêt Méditerranéenne* 7 (2) : 123-130.
3. ABDESSEMED K. 1981. Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Lanetti*) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma : Etude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement : Thèse de Docteur – ingénieur. Faculté des Sciences et Techniques. Saint-Jérome, Marseille, 149 p.
4. ABISALEH B., BARBERO M., NAHAL I. & QUEZEL P. 1976. Les séries forestières de végétation au Liban. Essai d'interprétation schématique. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 123 (9) : 541-560.
5. ACHERAR M. 1981. La colonisation des friches par le pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill.)* dans les basses garrigues du Montpellier. Thèse de doctorat, USTL Montpellier, 210 p.
6. ACHERAR M., LEPART J. & DEBUSSCHE M. 1984. La colonisation des friches par le pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill.)* en Languedoc méditerranéen. *Oecologia Plantarum* 5 (19) : 179-189.
7. AMMARI Y., SGHAIER T., KHALDI A. & GARCHI S. 2001. Productivité du pin d'Alep en Tunisie : Table de Production. *Annales de L'INGREF* N° Spécial. Pp : 239-246.
8. ANONYME 2003. Interfaces habitat/forêt et risque d'incendie. Cartographie automatique. Info DFCI, *Bulletin du centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie*, CEMAGREF (51) : 2.
9. ANONYME 2006. Atlas des Parcs Nationaux Algériens. Ed. Eddiwan. Alger, 98 p.
10. ANONYME 2010. Plan de gestion du Parc National de Belezma (2010-2014), Section A : Approche descriptive et analytique. Document interne, Parc National de Belezma, 96 p.

11. APPERT J. & DEUSE J. 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 413 p.
12. AUBER L. 1999. Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris. 250 p.
13. AUBERT G. 1976. Les Ericacées en provence, répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison. Thèse d'Etat, Univ. D'Aix-Marseille.
14. BAHAKEMI S. & SAADI M. 1985. Essai de *Bacillus thuringiensis* contre la processionnaire du pin (Chréa). Rapport Interne, INRF- Algérie, 6 p.
15. BAIZE D. 1988. Guide des analyses courantes en pédologie : choix expression-présentation-Interprétation. Ed. INRA, Paris. 172 p.
16. BANG P. & DAHLSTROM P. 1987. Guide des traces d'animaux. Ed. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel. 240 p.
17. BARBAULT R. 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris. 200 p.
18. BARBAULT R. 2000. Ecologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère. 5ème édition. Ed. Dunod, 326 p.
19. BARBERO M., CHALABI N., NAHAL I. & QUEZEL P. 1976. Les formations à conifères rnéditerranéens en Syrie littorale. *Ecologia Mediterranea*, n° 2, pp. 87-99.
20. BAYER E., BUTTLER K.P., FINKENZELLER X. & GRAU J. 1990. Guide de la flore méditerranéenne : caractéristiques, habitat, distribution et particularités de 536 espèces. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 287 p.
21. BAZI A. 1988. Contribution à l'étude de l'avifaune du parc national de Chréa, station Challaie. Thèse Ing. Agr. I.N.A. El Harrach, pp : 66-67.
22. BELLATRECHE M. 1994. Ecologie et biogéographie de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors. Thèse Doctorat, Univ. Bourgogne, Dijon, 192 p.
23. BENAOUDA Z., MEHDADI Z. & BOUCHAOUR I. 1999. Influence pédoclimatique sur l'évolution des formations forestières en zone semi-aride (cas de la forêt de Tenira, ouest algérien). *Ann. Recherches Forestières en Algérie*. Ed. INRF.14 p.
24. BENKHELIL M. 1992. Les techniques de récoltes et de piégeages utilisés en entomologie terrestres. Ed. Office des Publications Universitaires (O.U.P.), Alger. 68 p.

25. BENSAID S. 1995. Bilan critique du barrage vert en Algérie. *Sécheresse* n°3, vol. 6 : 247-55.
26. BENTOUATI A. 2006. Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) du massif de Ouled Yaagoub (Khenchela-Aurès). Thèse Doctorat, 116 p.
27. BERLAND L. 1999 a. Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris, 157 p.
28. BERLAND L. 1999 b. Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome II. Ed. Boubée, Paris, 198 p.
29. BIGOT L. & BODOT P. 1973. Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à Quercus coccifera- Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*. Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C) : 299-249.
30. BLONDEL J. 1969. Sédentarité et migration des oiseaux de la garrigue méditerranéenne. *Terre et Vie*, 3 : 294-295.
31. BLONDEL J. 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostique écologique. La méthode des échantillons fréquentiels progressifs (E.F.P.) Rev. Ecol. (Terre et vie), Vol. 29, (4) :533-589.
32. BLONDEL J. 1979. Biologie et écologie. Ed. Masson, Paris. 173 p.
33. BOUDY P. 1950. Guide du forestier de l'Afrique du nord. Ed. La Maison Rustique, Paris. Pp : 245-258. 505 p.
34. BRAUN-BLANQUET J. 1951. Phytosociologie. Ed. 2, 631 p. Vien.
35. CALAMASSI R., FALUSI M. & TOCCI A. 1984. Effet de la température et de la stratification sur la germination des semences de *Pinus halepensis* Mill. *Silvae genetica* 33 (4-5) : 133-139.
36. CARTER D. J. & HARGREAVES B. 1988. Guide des Chenilles d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 311 p.
37. CHAKROUN M. L. 1986. Le pin d'Alep en Tunisie. *Options Méditerranéennes.* Série Etude CIHEAM 86/1, 25-27.
38. CHINERY M. 1987. Les insectes d'Europe. Ed. Bordas, Paris. 380 p.
39. CIHAR J. & CEPICKA A. 1979. Reptiles et amphibiens. Atlas illustré, collection : approche de la nature. Ed. Gründ. Paris, 189 p.

40. COLAS G. 1983. Guide de l'entomologie. Ed. Boubée et Cie, Paris. Pp : 11-225.
41. COUHERT B. & DUPLAT P. 1993. Le Pin d'Alep. Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA, Paris 1993. (Les colloques n° 63), 125-147.
42. DAGMAR N-W & BEAT F. 2000. Les insectes corticoles des pins. Institut fédéral de recherches WSL. Ed. WSL Birmensdorf. *Notice pour le praticien,* 31. 10 p.
43. D'AGUILAR J., DOMMANGET J.-L. & PRECHAC R. 1985. Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 341 p.
44. DAJOZ R. 1985. Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
45. DAJOZ R. 2003. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 615 p.
46. D.G.F. 2006. Parc National de Belezma, Atlas des parcs nationaux algériens. 67 p.
47. DIMITRAKOPOULOS A. P. & MITSOPOULOS I. D. 2006. Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region. Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO. Rome, 43 p.
48. DORST J. 1990. Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 479 p.
49. DUCHAUFOUR P. 1977. Pédologie et classification. Ed. Masson, Paris. 477 p.
50. FAURIE C., FERRA Ch., MEDORI P. & DEVAUX J. 1998. Ecologie, Approche scientifique et pratique. 4^{e} édition, Ed. Tec & Doc (Lavoisier), 339 p.
51. FAURIE C., FERRA Ch., MEDORI P., DEVAUX J. & HEMPTIENNE J-L. 2003. Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5^{e} édition, Ed. Tec & Doc (Lavoisier), 407 p.
52. FEILED P.G. 2000. Contrôle des insectes en post-récolte : basses températures. In : Vincent Ch., Panneton B. et Fleurat-Lessard F. (Eds.), La lutte physique en phytoprotection. Ed. INRA, Paris, pp. 95-110.
53. FEKROUN Z. & CHABIRA N. 2003. Contribution à l'étude écobiologique des principaux parasitoïdes des œufs et des chrysalides de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* et évaluation de son aptitude de diapause nymphale à Djelfa. Mémoire d'ingénieur. Univ. de Djelfa, 98 p.
54. FRANCELET A. 1970. Stimulation de l'ouverture des cônes de pins. Institut National de Recherches forestières Tunisien, Note technique 13 : 2-3.

55. FRANCINI E. 1958. Ecologie comparata di *Pinus halepensis* Mill. *Pinus pinaster* Sol. *Pinus pinea* L. sulla base del compartemento del gametofito femminile. Acc. Ital. Sc. Forest. Firenze. 45 p.
56. FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., LEPRËTRE A., DAVOULT D. & LUCZAK Ch. 2004. Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3e édition, Ed. Dunod, Paris, 549 p.
57. GEROUDET P. 1980 a. Les Passereaux I : du coucou aux corvidés. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris 235 p.
58. GEROUDET P. 1980 b. Les Passereaux II : des mésanges aux fauvettes. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris 318.
59. GUENDOUZ H. 2000. Etude bioécologique de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller. dans les reboisements de Djelfa. Mémoire d'ingénieur. Univ. de Djelfa, 94 p.
60. HALITIM A. 1988. Sols des régions arides d'Algérie. Office des Publications Universitaires (OUP), Alger. 384 p.
61. HALTENORTH T. & DILLER H. 1985. Mammifères de l'Afrique du Nord et de Madagascar. Ed. Délachaux et Niestlé, Paris. 397 p.
62. HEIM DE BALSAC H. 1936. Bio écologie des mammifères et des oiseaux de l'Afrique du Nord. Ed. Les presses universitaires de France, Paris. 246 p.
63. HEINZEL H., FITTER R. & PARSLOW J. 2004. Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient. (Nouvelle édit.). Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris. 384 p.
64. HELGARD R. 1984. Les insectes. Ed. Solar, Paris. 286 p.
65. KAABACHE M. 1995. Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Docu. Phytoso.* N° spé 15 : 235-251. Camérino, Italia.
66. KADIK B. 1983. Influence du climat sur la répartition naturelle du pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill.)* en Algérie. *Annales des Recherches Forestières,* Algérie INRF (2) : 61-75.
67. KADIK B. 1984. Contribution à l'étude phyto-écologique de la formation à *Pinus halepensis* Mill. Dans les Senalba chergui et gharbi (Atlas saharien) – Thèse de docteur

de troisième cycle en biologie végétale- Univ des sciences et de la technologie Houari Boumedien, Alger. Pp : 47-147.

68. KADIK B. 1985. Aperçu sur les sols et la végétation des pineraies d'Eghti (Sidi Bel Abbas). *Ann. Recherche Forestière en Algérie*. Ed : INRF. Volume 1. Pp : 7-22.

69. KADIK B. 1987. Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires (Alger). 585 p.

70. KADIK B. & HAMOUDI A. 1976. La chenille processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiff.), Biologie et moyens de lutte, Note technique, Centre National de Recherche et d'expérimentation forestière, 8 p.

71. KERRIS T., GACHI M. & ZAMOUM M. 1987. Etudes des étapes de développements de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Rapport interne INRF. 3 p.

72. KERRIS T., GUERROUDJ A. & AICI M. 1989. Dépérissement du pin Alep dans les wilayat d'Oran, Saida et Tiaret. *Expertise.* INRF. 6 p.

73. KHEMICI M., ZAMOUM M. & DEMOLIN G. 1988. Ecologie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff, (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae*) en Algérie. Incidence du climat sur le comportement de l'insecte. *Ann. Recherche Forestière*, Algérie, 3 (3) : 67-77.

74. KREBS C. J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row, New York. 386 p.

75. LACOSTE A. & SALANON R. 2001. Eléments de biogéographie et d'écologie. 2^{e} édition, Ed. Nathan / HER, Paris, 318 p.

76. LAMOTTE M. & BOURLIERE F. 1969. Problème d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 304 p.

77. LANIER L., JOLY P., BONDOUX P. & BELLEMERE A. 1978. Mycologie et pathologie forestière. Ed. Masson. Paris, France. Vol. 1, 487 p. et Vol. 2, 478 p.

78. LASINIER-LACHASSE L. 1973. Agronomie nouvelle. Ed. Flammation, Paris. 347 p.

79. LEGENDRE L. & LEGENDRE P. 1979. Ecologie numérique : la structure des données écologiques. Tome 2. Ed. Masson, Paris, France, 255 p.

80. LEGENDRE P. & LEGENDRE L. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Netherlands, 853 p.

81. LE HOUEROU H. N. 1969. La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron.* Tunisie, 42 (5), 624 p.
82. LERAUT P. 1992. Les papillons dans leur milieu. Ed. Bordas. 256 p.
83. LOISEL R. 1976. Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du sud-est méditerranéen Français. *Ecologia Mediterranea* 2 : 131-152.
84. LONG G. 1954. Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. Bot. Agron.* Tunisie, 27 : 1-38.
85. MAGURRAN A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University press, Princeton, New Jersey. 179 p.
86. MAGURRAN A. E. 2004. Measuring biological diversity. Ed. Wiley-Blackwell, 256 p.
87. MESSAILI B. 1995. Systématique des spermaphytes. Ed. Office des Publications Universitaires (OPU), Alger. 91 p.
88. MESSAOUDENE M., DJEMA A. & FERRAHI M. 1993. Contribution à l'étude du comportement des espèces du genre *Pinus* (*Pinus pinaster* L. *; Pinus radiata* et *Pinus canariensis* C. Smith) introduites dans le reboisement de Tigrine (W. de Tizi Ouzou). *Ann. Recherche Forestière en Algérie* : 6-20 ; 1er Sem.
89. MEZALI M. 2003. Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des Nations Unis sur les forêts, 9 p.
90. MILLER G. M., BILLS G. F. & FOSTER M. S. 2004. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. Elsevier Academic Press, San Diego, Calif. 777 pp.
91. MORDJI D. 1989. Etude faunistique dans la réserve naturelle des monts de Babor. Mém. Ing. Agr., I.N.A. El Harrach, Alger. 100 p.
92. NAHAL I. 1962. Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts* 19 (4) : 533-627.
93. NAHAL I. 1986. Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis*. CIHEAM-Options Méditerranéennes. N° 1, pp. 1-9.
94. NICAULT A., RATHGEBER C., TESSIER L. & THOMAS A. 2001. Croissance radiale et densité du bois du pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill.)* en relation avec les facteurs climatiques. Analyse in situ de la mise en place du cerne. *Annals of Forest Sciences* 58 : 769-784.
95. OZENDA P. 2004. Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, Paris. 662 p.

96. PERRIER R. 1961. La faune de la France. Tome V : Les Coléoptères 2e Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 230 p.

97. PERRIER R. 1963. La faune de la France. Tome VIII : Les Diptères. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 216 p.

98. PERRIER R. 1964. La faune de la France. Tome VI : Les Coléoptères 1ère Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 192 p.

99. PEYRE S. 2001. L'incendie, désastre ou opportunité ? L'exemple des Pyrénées Orientales. *Forêt Méditerranéenne,* XX, 2, 194-199.

100. PHILIPPE G., BALDET P., HÉOIS B., GINISTY C. 2006. Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines. Ed : Cemagref. Pp : 40-74.

101. QUEZEL P. 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranée. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars, Paris, pp. 205-256.

102. QUEZEL P. 1986 a. Les pins du groupe « *halepensis* ». Ecologie, végétation, écophysiologie Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 11-24.

103. QUEZEL P. 1986 b. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars, Paris, pp. 205-256.

104. QUEZEL P. & SANTA S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. Ed. CNRS, Paris. 564 p.

105. QUEZEL P. & SANTA S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS, Paris. 586 p.

106. QUEZEL P. & PAMUCKCUOGLU A. 1973. Contribution à l'étude phytosociologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du *Taurus. Feddes Repertorium.* Berlin. Vol. 84, n° 3, pp. 185-229.

107. QUEZEL P. & BARBÉRO M. 1990. La déprise rurale et ses effets sur les superficies forestières dans la région Provence Alpes Côte d'Azur. Bulletin de la Société Linnéenne de Provence 41 : 77-87.

108. QUEZEL P. & BARBÉRO M. 1992. Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne* XIIII (3) : 158-170.

109. QUEZEL P. & MÉDAIL F. 2003. Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Paris, pp. 28-125, 571 p.

110. RAMADE F. 1984. Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris. 397 p.

111. RAMADE F. 2003. Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. 3ème édition, Ed. Dunod, Paris, 690 p.

112. RAMADE F. 2009. Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 4ème édition, Ed. Dunod, Paris, 689 p.

113. RATHGEBER C. 2002. Impact des changements climatiques et de l'augmentation du taux de CO_2 atmosphérique sur la productivité des écosystèmes forestiers : exemple du pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill)* en Provence calcaire (France). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France. 312 p.

114. SAHLI M. 2003. Environnement, aménagement et stratégie de développement de protection de la nature, cas du parc national de Belezma (Batna). Thèse Doctorat.

115. SAPORTA G. 2006. Probabilités, analyse des données et statistique. Eds. TECHNIP, 622 p.

116. SEIGUE A. 1985. La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larose. Paris. 502 p.

117. SELTZER P. 1946. Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie), 142 p.

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

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

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

121. SI BACHIR A. 2007. Bio-écologie et facteurs d'expansion du Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis* (Linné, 1758). Dans la région de la Kabylie de la Soummam et en Algérie. Thèse Doctorat d'Etat. Université de Sétif. 247 p.
122. STEWART P. 1969. Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Int. Nati. Agro.* El Harrach : 24-25.
123. VELEZ R. 1994. La protection contre les incendies de forêt (Forest fire control). CIHEAM-IAMZ, ICONA, FAO, 157 p.
124. VOOUS K. H. 1960. Atlas of European Birds. Ed. Nelson. London.
125. XLSTAT. 2010. XLStat version 2010, www.xlstat.com
126. ZAHRADNIK S. 1988. Guide des insectes. Ed. Hatier, Prague. 318 p.
127. ZAMOUM M. 1998. Données sur la bioécologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller. dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie). Thèse de Doctorat, Univ. des sciences de Rennes I, France, 247 p.
128. ZAMOUM M. & DEMOLIN G. 2004. Mécanismes de régulation des populations de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller en zone semi-aride (Algérie). *Ann. de la Recherche Forestière*, Tunisie, 6, 155-173.
129. ZAMOUM M., DEMOLIN G. & SAI K. 2005. Données sur les envols d'adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiff. dans les pineraies semi arides (Algérie). *Ann. de la Recherche Forestières*, 2, 107-116.

Sites web consultés

Site Web 1: http://www.wikipédia.com
Site Web 2: http://www.tela-botanica.org
Site Web 3: http://www.guidechampignon.com/

Résumé

La présente étude porte sur un diagnostic écologique des pineraies de *Pinus halepensis* Mill. dans la région de Djerma. Ce diagnostic mené entre novembre 2008 et août 2009 dans deux stations différentes a permis une caractérisation bioécologique des éléments tant abiotiques que biotiques de la forêt. Ces investigations sont réalisées en relation avec la variation des paramètres abiotiques (climat, sol).

Pendant cette période, nous avons élucidé la chronologie du cycle biologique de *P. halepensis*, les rameaux ne s'allongent que très peu en automne ; la reprise de la végétation est marquée au début de l'hiver, une comparaison de la croissance phénologique du Pin d'Alep dans les deux stations révèle que la croissance au niveau de la deuxième station semble plus avancée.

Par l'étude phytosociologique nous avons établi la stratification horizontale et verticale du couvert végétal ainsi que la sociabilité des principaux groupes végétaux caractérisant la pineraie. Les résultats obtenus révèlent une richesse floristique appréciable au niveau de ces pineraies.

Les inventaires de la flore et de la faune ont révélé l'existence de 76 espèces végétales, 13 taxons de champignons, 208 espèces invertébrées dont 198 espèces d'insectes, 02 amphibiens, 15 reptiles, 29 oiseaux et 8 mammifères. Des statuts bioécologiques (fauniques, trophiques, phénologiques et de protection) sont attribués aux espèces animales inventoriées.

Par la mise au point d'un dispositif de piégeage des insectes deux fois par mois pour suivre l'évolution spatio-temporelle des invertébrés du sol, de la litière et ceux vivant sur les différentes parties du Pin (racine, rameaux, feuilles,…). L'abondance des invertébrés récoltés est relativement similaire dans les deux stations étudiées.

Cette approche a permis de mettre en valeur les ressources biologiques de la pineraie et de déterminer son importance écologique. Ceci peut aboutir à des suggestions de sauvegarde et de conservation.

Mots clés : Diagnostic écologique, Conservation, Pineraie, *Pinus halepensis*, Unité écologique, Parc National de Belezma, Djerma.

Summary

The present study concerns an ecological diagnostic of the pineraies of *Pinus halepensis* Mill. in the region of Djerma. This diagnostic led between November, 2008 and August, 2009 in two different stations allowed a bioenvironmental characterization of elements so much no bioticks that bioticks of the forest. These investigations are accomplished in touch with the variation of parameters no bioticks (climate, soil).

During this period, we clarified the chronology of biological cycle of *P. halepensis*, branches stretch out only little in autumn, the resumption of vegetation is marked at the beginning of the winter, a comparison of the growth phenologic by the Pine of Alep in both stations reveals that the growth at the level of the second station seems more advanced.

By phytosociologique study we established the horizontal and vertical stratification of plant place setting as well as sociability of the main plant groups characterizing the pineraie. Acquired results reveal a floristique significant wealth at the level of this pineraies.

Coverage so much flora and the fauna reveals the existence of 76 plant kinds, 13 let us tax mushrooms, 208 invertebrate kinds among which 198 kinds of insects, 02 amphibians, 15 reptiles, 29 birds and 8 mammals. Bioenvironmental statutes (fauniques, trophiques, phenologic and of protection) is allocated in drawn up an inventory animal kinds.

By her props so as to an implement of piegeage of the insects twice a month to follow the spatiotemporal evolution of the invertebrates of the soil, the litter and those living on the different parties of the Pine (root, branches, leaves). The abundance of the harvested invertebrates is comparatively similar in both studied stations.

This approach allowed to emphasize the biological means of the pineraie and to determine its environmental importance. This can lead to suggestions of maintenance and conservation.

Keywords : Ecological diagnostic, Conservation, Pineraie, *Pinus halepensis*, Ecological unit, National park of Belezma, Djerma.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التشخيص البيئي لغابات الصنوبر *Pinus halepensis* في منطقة جرمة. هذا التشخيص الذي دام بين نوفمبر 2008 و أوت 2009 في محطتين مختلفتين سمح بتحديد الخصائص البيوإيكولوجية لمكونات الغابة اللاحيوية والحيوية. أنجزت هذه الأبحاث وفقا لتغيرات العناصر اللاحيوية (المناخ، التربة).

خلال هذه الفترة، بينا التسلسل الزمني للدورة البيولوجية *P. halepensis*. خلال الخريف لا تنمو الأغصان إلا قليلا، نلاحظ في بداية الشتاء، إستعادة النمو. أظهرت مقارنة النمو الظاهري للصنوبر الحلبي في المحطتين أن النمو يتم بشكل متقدم في المحطة الثانية.

عن طريق دراسة التجمعات النباتية قمنا بوضع التخطيط الأفقي والعمودي للغطاء النباتي بالإضافة إلى تموضع أهم المجموعات النباتية المميزة لغابة الصنوبر. النتائج المحصل عليها تبين ثراء نباتي ذو قيمة على مستوى الغابات الصنوبرية.

الإحصاء النباتي والحيواني بين تواجد 76 نوع نباتي، 13 صنف فطري، 208 نوع لافقاري تحوي 198 نوع من الحشرات، 02 برمائيات، 15 زاحف، 29 طير و 8 ثدييات. تم إسناد الأنظمة البيوإكولوجية (الحيوانية، الغذائية، الفينولوجية والمتعلقة بالحماية) إلى الأصناف الحيوانية التي تم جردها.

عن طريق وضع نظام صيد للحشرات لمرتين في الشهر من أجل متابعة التطور الزمكاني للافقاريات الخاصة بالتربة وطبقة الأوراق الميتة بالإضافة إلى تلك التي تعيش على مختلف أجزاء شجرة الصنوبر (جذور، أغصان، أوراق،...). نلاحظ ان وفرة اللافقاريات المحصل عليها متماثلة نسبيا في المحطتين المدروستين.

سمحت هذه المقاربة بتقييم الموارد البيولوجية لغابة الصنوبر وتحديد أهميتها البيئية والخروج بتوصيات تسمح بحسن التسيير والمحافظة على المنطقة.

الكلمات الدالة :

تشخيص بيئي ، محافظة ، غابة الصنوبر ، *Pinus helepensis* ، وحدة بيئية ، الحظيرة الوطنية بلزمة ، جرمة.