

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHEB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Projet fin d'étude en vue de l'obtention
Du diplôme de MASTER

Spécialité : Science de la nature et de la vie
Option : Sciences forestières

L'étude de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill 1768) dans la Réserve de Chasse de Zéralda

Présentées par : KHOUAS Hanane et DELLIL Meriem

Devant le jury :

Présidente	M ^{me} FELIDJ .M	MCB	U.S.D.B
Promotrice	M ^{me} ADEL .M	MAA	U.S.D.B
Co-promotrice	M ^{me} BENLAMEUR .Z	MAB	R.C.Z
Examinatrice	M ^{me} AKLI .S	MAA	U.S.D.B

Année universitaire 2015-2016

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu qui nous a aidé et nous a accordés de par sa volonté toute la force afin de poursuivre nos recherche sur notre projet de fin d'étude dans la Réserve de Chasse de Zéralda.

Au terme de ce travail, Nous aimerions d'abord remercier notre promotrice Mme ADEL Madiha maitre assistant au Département de biotechnologie, pour sa disponibilité, ses encouragements, conseils, orientations et critiques constructives qui nous a permis de mener à bien cette étude.

Nous 'exprimons notre chaleureux remercîments à M^{me}. Felidj Manel maitre de conférence au Département de biotechnologie pour avoir accepté de présider ce jury.

Not sincères remerciements vont à M^{me} Akli Sorour au département de biotechnologie pour avoir bien voulu juger ce travail.

Nous remercions également M. Boukrabouza A. directeur de la Réserve de Chasse de Zéralda d'avoir accordé l'autorisation d'accès au niveau de la Réserve et d'avoir mis à ma disposition le matériel nécessaire à mon travail.

Les travaux sur terrain n'auraient pu être réalisés sans l'aide précieuse, la disponibilité et le dévouement de M. Ameziane Chaabane, inspecteur des forets et M. Boumegouas Abderrezak brigadier des forets.

Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants de la spécialité science forestière, nos familles respectives et nous ne pourrons jamais nos amis pour l'aide morale et leur soutien et leur présence continue.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

La mère qui nous a protégées pendant toute la vie.

Le père qui donné le courage toute le temps.

Toute la famille KHOUAS et DELLIL.

Toute les amies du département de biotechnologie.

Toute la promotion 2015-2016

Tout le monde et toute personne qui aime la recherche et la révolution scientifique.

Melles Hanane et Meriem

SOMMAIRE

Introduction générale

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Données bibliographiques sur le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Introduction

1.1 Taxonomie	6
1.2 Répartition géographique	6
1.2.1 Dans le monde.....	6
1.2.2 En Algérie.....	7
1.3 Caractéristiques dendrologiques.....	8
1.4 Ecologie de Pin d'Alep	9
1.5 Les facteurs influençant le développement du Pin d'Alep.....	11
1.5.1 Les facteurs abiotiques	11
a) Le surpâturage.....	11
b) Les incendies.....	12
1.5.2 Les facteurs biotiques.....	12
Conclusion.....	12

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude : la Réserve de Chasse de Zéralda

Introduction.....	15
2.1 Présentation géographique et administrative de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	15
2.1.1 Bref historique	15
2.2 La Situation géographique.....	16
2.3 Le milieu physique.....	17
2.3.1 La topographie	17
2.3.2 La géologie.....	18
2.3.3 La Pédologie	18
2.3.4 Le réseau hydrographique.....	18
2.3.5 Le Climat	19
2.4 Précipitation.....	19
2.5 Les températures	20
2.6 Synthèse des données climatiques	20
2.6.1 Diagramme ombrothermique de Bagnoule et Gaussen	20
2.6.2 Quotient pluviothermique (Climagramme d'Emberger)- Q2.....	21

2.6.3 Les vents.....	22
2.7 Le milieu biotique.....	22
2.7.1 Formation forestière.....	22
a- Les maquis.....	23
b- Les Ripisylves.....	23
c- Les terrains incultes	23
d- Des terrains à caractère agricole	23
2.7.2 La faune.....	24
Conclusion.....	24

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Matériel et méthodes

Introduction	28
3.1 Choix de la station	28
3.2 Matériel utilisé.....	29
3.3 Méthodologie de travail.....	30
3.3.1 Sur le terrain.....	30
a- Description de la méthode des pièges à trappes.....	30
3.3.2 Au laboratoire	33
3.4 Evaluation de la diversité entomologique	33
3.4.1 Les indices écologiques.....	33
a- Richesse spécifique totale (S).....	33
b- La richesse moyenne	33
c- L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H').....	33
Conclusion.....	34

Chapitre IV : Résultats et interprétation

4.1. Inventaire des espèces recueillies au cours de l'échantillonnage.....	36
4.2 Répartition des insectes recensés par ordre.....	42
4.3 Répartition des espèces recensées par familles.....	43
4.4 Les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep.....	43
4.5 Répartition des espèces recensées selon leur régime alimentaire.....	44

Chapitre V : Discussion

a) Impact des insectes xylophages sur <i>Pinus halepensis</i>	48
b) Impact des insectes défoliateurs sur les sujets de <i>Pinus halepensis</i>	48

c) Impact d'autres insectes.....	48
Conclusion générale	52
Références bibliographiques	53
Annexes	

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Aire de répartition du Pin d'Alep dans le monde (Quezel, 1986).....	7
Figure 02 : Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie (Kadik, 1987)	8
Figure 03 : Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>).....	10
Figure 04 : Forêt de Pin d'Alep à Tissemsilt.....	10
Figure 05 : Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (maps.google.dz).....	17
Figure 06 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station météorologique d'Alger (wilaya d'Alger).....	21
Figure 07 : Climagramme d'Emberger pour la station de Staouéli (1997-2007).....	22
Figure 08 : Photos de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	25
Figure 09 : Situation géographique de la station (Google earth).....	29
Figure 10 : Matériel utilisé sur terrain (original).....	30
Figure 11 : Piège à trappe (original).....	31
Figure 12 : Piège à trappe (originale)	32
Figure 13 : Pilulier (original).....	32
Figure 14 : Photos des Blattodés.....	38
Figure 15 : Photo d'une Hémiptère.....	38
Figure 16 : photos des Coléoptères	39
Figure 17 : Photos d'Hyménoptères.....	40
Figure 18 : Photos de Lépidoptères.....	41
Figure 19 : Photo de Diptère.....	41
Figure 20 : Abondance relative des ordres d'insectes au niveau de la station.....	42
Figure 21 : Abondance relative des familles d'insectes au niveau de la station.....	43
Figure 22 : Répartition de l'entomofaune selon le comportement alimentaire.....	44
Figure 23 : Schéma représente les impacts des insectes nuisibles sur la forêt.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouali durant la période 1997-2007.....	19
Tableau 2 : Les températures maximales, minimales et moyennes (Mensuelles et annuelles) de la station de Staouali durant la période 1997-2007.....	20
Tableau 3 : Liste des espèces recensées au niveau de la zone d'étude.....	36

Résumé

Dans le cadre de l'étude biocénotique des insectes liés au Pin d'Alep dans la forêt de Zéralda, ayant pour objectifs d'identifier et d'évaluer la diversité entomologique et leur impact sur le développement des sujets de l'espèce en question.

La méthode de capture des insectes utilisée nous a permis de récolter un nombre important d'espèces. Ces espèces sont réparties entre 6 ordres systématiques dont les plus importants sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères. A travers cette liste d'insectes et suivant leur mode de nourriture, nous avons discerné 8 régimes alimentaires auxquelles appartiennent ces espèces. Les plus représentatifs sont les xylophages, les défoliateurs et les prédateurs.

Cet inventaire nous a permis de dresser une liste des insectes nuisibles à l'espèce résineux étudiée *Pinus halepensis* dans la région. Ils totalisent 25 espèces dont 51 xylophages, 41 défoliateurs, 21 prédateurs, 14 conophages, 3 omnivores et 2 espèces opophages et 2 gallicoles.

Cette étude permet de déterminer les risques et de choisir les méthodes de lutte appropriée pour le maintien des peuplements dans le meilleur état sanitaire possible.

Mots clé : Pin d'Alep, biocénotique, forêt de Zéralda, inventaire, entomofaune.

Summary

As part of the study of insects biocenotic related Aleppo pine in the forest Zéralda, whose objectives are to identify and evaluate the entomological diversity and their impact on development issues of the species in question.

The method of capturing insects used allowed us to collect a large number of species. These species are distributed between 6 systematic orders which the most important are the Coleoptera, Hymenoptera and Lepidoptera. Through this list of insects and following their food to fashion, we discerned 8 diets which these species belong. The most representative are borers, defoliating and predators.

This inventory allowed us to develop a list of pests to the species studied conifer *Pinus halepensis* in the region. They total 25 species including 51 borers, defoliating 41, 21 predators conophages 14, 3 and 2 opophages omnivorous species and 2 gall.

This study identifies the risks and chooses appropriate methods of struggle for the maintenance of the stands in the best possible state of health.

Keywords: Aleppo pine, biocenotic, drill Zéralda, inventory, entomofaune

ملخص

كجزء من دراسة الحشرات التعايشية المتعلقة بالصنوبر الحلبي في غابة زرالدة ، التي تهدف إلى تحديد وتقييم التنوع الحشري وتأثيرها على قضايا التنمية من الأنواع المذكورة. يسمح طريقة التقاط الحشرات المستخدمة لنا لجمع عدد كبير من الأنواع. ويتم توزيع هذه الأنواع ما بين 6 أوامر منهجية أهمها هي مغمدات، غشائية الأجنحة وحرشفية الأجنحة. من خلال هذه القائمة من الحشرات ويلي طعامهم إلى الأزياء، ونحن تمييزها 8 الوجبات الغذائية التي تنتمي إليها هذه الأنواع. الأكثر تمثيلا هي الحفارون، defoliating والحيوانات المفترسة.

يسمح هذا المخزون لنا لوضع قائمة من الآفات لذلك النوع الصنوبري في المنطقة. حيث يصل 25 نوعا منها 51 الحفارون، 41 defoliating، 21 الحيوانات المفترسة 14 conophages و 3 و 2 opophages الأنواع النهمة و 2 المرارة. وتحدد هذه الدراسة المخاطر واختيار الأساليب المناسبة من النضال من أجل الحفاظ على المدرجات في أفضل حالة ممكنة من الصحة.

كلمات البحث: الصنوبر الحلبي، التعايشية، حفر زرالدة، والمخزون، entomofauna

Introduction générale

La forêt représente un élément intégral et principal de la vie, de la planète et de l'environnement. C'est un réservoir génétique précieux et source de revenus appréciables, c'est pour quoi sa préservation est devenue une préoccupation de premier ordre. Dans ce contexte, elle doit être gérée et développée dans un but d'assurer la durabilité du bien être social et économique (Anonyme, 2009). Ce milieu a été inconsidérément défriché par l'homme ce qui a entraîné des conséquences néfastes sur la perte de la biodiversité et la destruction de l'équilibre des chaînes trophiques existantes.

Les écosystèmes forestiers sont soumis à une série de perturbations qui sont elles-mêmes fortement influencées par le climat. Les perturbations comme les incendies, les sécheresses, les glissements de terrain, les espèces envahissantes, les foyers d'insectes et de maladies, et les phénomènes climatiques comme les ouragans, les tempêtes de vent et les tempêtes de glace influent sur la composition, la structure et les fonctions des forêts (Dale *et al.*, 2001).

A cette exploitation irrationnelle, s'ajoutent les nombreux problèmes posés à l'économie forestière du monde entier, par la très grande nocivité des insectes ravageurs. C'est pourquoi, la lutte contre les ravageurs des forêts passe par la connaissance de l'entomologie forestière, science à laquelle s'intéressent beaucoup de chercheurs actuellement (Abgrall & Soutrenon, 1991).

Les ravageurs, qu'ils soient locaux ou introduits, constituent l'une des plus graves menaces pour les forêts. Les pullulations d'insectes ravageurs forestiers endommagent presque 35 millions d'hectares de forêt par an, principalement dans les zones boréales et tempérées (Anonyme, 2010).

Une perturbation engendrée par les insectes et les maladies peut être causée par un complexe d'espèces plutôt que par une entité unique. Ce complexe peut varier non seulement avec les espèces en présence, mais aussi du fait de l'impact de chaque espèce.

A l'échelle mondiale, les informations sur les insectes ravageurs et les maladies des forêts sont relativement peu abondantes et les méthodes de collecte des données sont extrêmement variables.

Les rapports indiquent que chaque année, près de 40 millions d'hectares de forêt ont subi des effets négatifs d'insectes et de maladies pour la période de référence: 2005. La superficie forestière annuelle, touchée rien que par des insectes, était de plus de 34 millions d'hectares (Anonyme, 2010).

Le Pin d'Alep occupe 880000 ha du couvert forestier en Algérie. C'est l'essence la plus répandue en Algérie puisqu' il occupe 37% de la surface totale boisée (LEUTRECH, 1991).

En plus de son rôle écologique, le Pin d'Alep possède un potentiel productif appréciable qui ne peut être négligé vu l'importance des surfaces occupées par cette espèce.

Les forêts de Pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill connaissent depuis plusieurs années d'importants problèmes phytosanitaires. Il est évident que le facteur causal est le manque d'une sylviculture appropriée et le non respect des méthodes de reboisement. Dans ce type de forêts.

Le présent travail consiste donc, d'une part à dresser un inventaire concernant l'entomofaune de *Pinus halepensis*, d'autre part, identifier et évaluer la diversité du complexe biocénotique des insectes inféodés au Pin d'Alep dans la forêt de Zéralda ainsi que leur impact sur le développement des sujets de l'espèce en question.

Nous avons conçu notre travail en quatre chapitres distincts. Nous présentons dans le premier chapitre une synthèse sur la monographie de la plante hôte (*Pinus halepensis*). Dans le second chapitre, nous présenterons le milieu d'étude (la Réserve de Chasse de Zéralda). Les différentes méthodes de capture d'insectes et le matériel utilisé dans cette opération sont développés dans le troisième chapitre. Par ailleurs, les résultats et discussion sont étudiés dans le chapitre quatre.

- **Introduction**

Le Pin d'Alep est l'essence résineuse la plus répandue dans le bassin méditerranéen et surtout en Algérie, elle est également la plus rustique et capable de s'adapter sur plusieurs types de sol et aux climats les plus variés. On compte près de 881 000 ha de Pin d'Alep en Algérie issus d'un reboisement (généralement depuis l'époque coloniale) ou trouvé à l'état naturel, cette essence ne cesse de régresser suite à des incendies répétés ou des pacages non contrôlés (Daoui et *al.* 2007).

1.1 Taxonomie

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) appartient à un groupe de pins dans lequel plusieurs espèces ont été décrites, mais dont deux seulement sont actuellement considérées comme de véritables espèces par la majorité des systématiciens. Il s'agit de *Pinus halepensis* Mill, et de *Pinus brutia* Ten. (Quezel et, Barbero ,1992). Le Pin d'Alep appartient à l'ordre des *Pinales*, la famille des *Pinacées*, genre *Pinus*, espèce *Pinus halepensis* (www.tela-botanica.org).

1.2 Répartition géographique

Le pin d'Alep est l'essence la plus largement utilisée dans les reboisements pour la protection des sols. C'est une essence qui résiste à la sécheresse et peu tolérante aux autres facteurs à savoir les sols peu fertiles, climat aride, etc. (Simon et Navarette, 1990). Il colonise pratiquement la plupart des zones subhumides et semi-arides, il est cependant largement utilisé dans les stations les plus diverses, la surface qui lui est consacrée chaque année en Algérie dans les reboisements dépasse 20 000 hectares, soit environ de 40 000 000 de plants mis en terre (Kadik, 1987).

1.2.1 Dans le monde

Le Pin d'Alep est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale mais qui se rencontre largement en différents points du bassin méditerranéen oriental. Ses forêts occupent au total plus de 3,5 millions d'hectares (Quezel, 1980).

Cette espèce est surtout cantonnée dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement.

En Afrique du Nord, il couvre 1.260.000 hectares, dont 855.000 en Algérie, 340.000 en Tunisie, 65.000 au Maroc (Ammari et *al.* , 2001).

En Europe, le Pin d'Alep est surtout présent sur le littoral espagnol couvrant une superficie de 1.046.948 ha en peuplement purs et 497.709 ha en peuplements mixtes ou mélangés avec d'autres espèces, soit 15% de la surface boisée de ce pays (Montero et *al.*, 2001).

Il existe aussi à l'état spontané mais d'une façon très restreinte en Turquie, en Albanie et en Yougoslavie et très peu en proche orient : Palestine, Syrie, Jordanie et Liban.

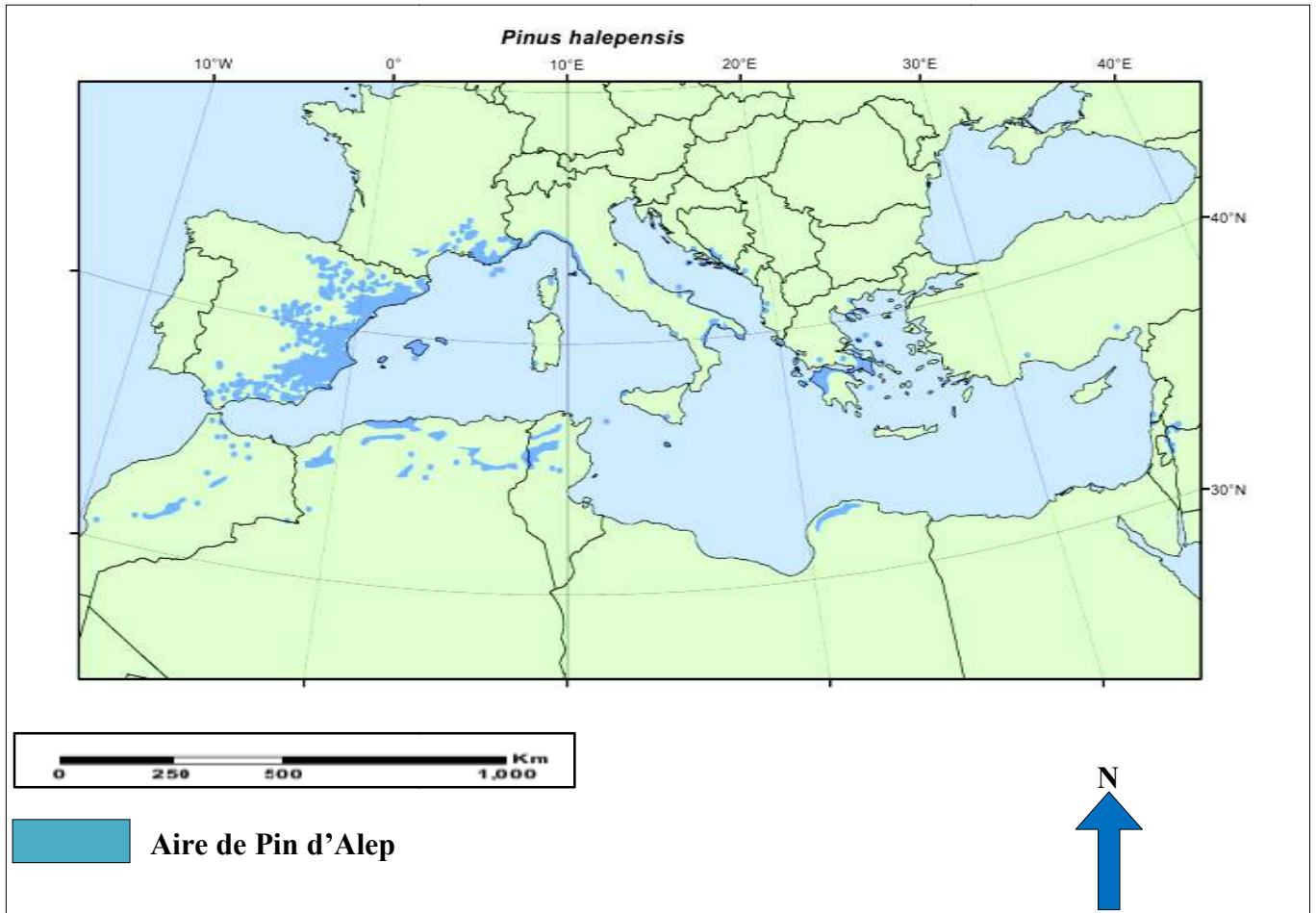


Figure 01 : Aire de répartition du Pin d'Alep dans le monde (Quezel, 1986)

1.2.2 En Algérie

En Algérie, le Pin d'Alep est présent dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essence possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers.

Le Pin d'Alep avec ses 35% de couverture reste bien l'espèce qui occupe la première place de la surface boisée de l'Algérie. BOUDY (1950) rapporte que le Pin d'Alep occupe une surface de 852.000 hectares. MEZALI (2003) dans un rapport sur le Forum des Nations Unis sur les Forêts (FNUF) avance un chiffre de 800.000 hectares, alors que SEIGUE (1985) donne une surface de 855.000 hectares.

Il est présent partout, d'Est en Ouest allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de l'Atlas Saharien. Son optimum de croissance et de développement se situe au niveau des versants Nord de l'Atlas saharien où il constitue des forêts importantes et l'on peut citer à l'Est, les grands massifs de Tébessa avec leurs 90.000 hectares, celui des Aurès à plus de 100.000 hectares constitués principalement par les pinèdes des Béni-Imloul (72.000 ha), des Ouled Yagoub et celle des Béni – Oudjana (Seigue, 1985).

Selon KADIK (1987), ce sont les plus beaux peuplements du Pin d'Alep en Algérie qui sont situés entre 1000 et 1400 m d'altitude. Au centre du pays, on peut signaler les forêts de Médéa-Boghar, de Theniet El Had qui totalisent respectivement 52.000 et 47.000 hectares et les vieilles futaies des Monts des Ouled Nail dans la région de Djelfa. A l'ouest du pays, en Oranie, on peut trouver de vastes massifs concentrés dans les régions de Bel Abbés, de Saida et de l'Ouarsenis.

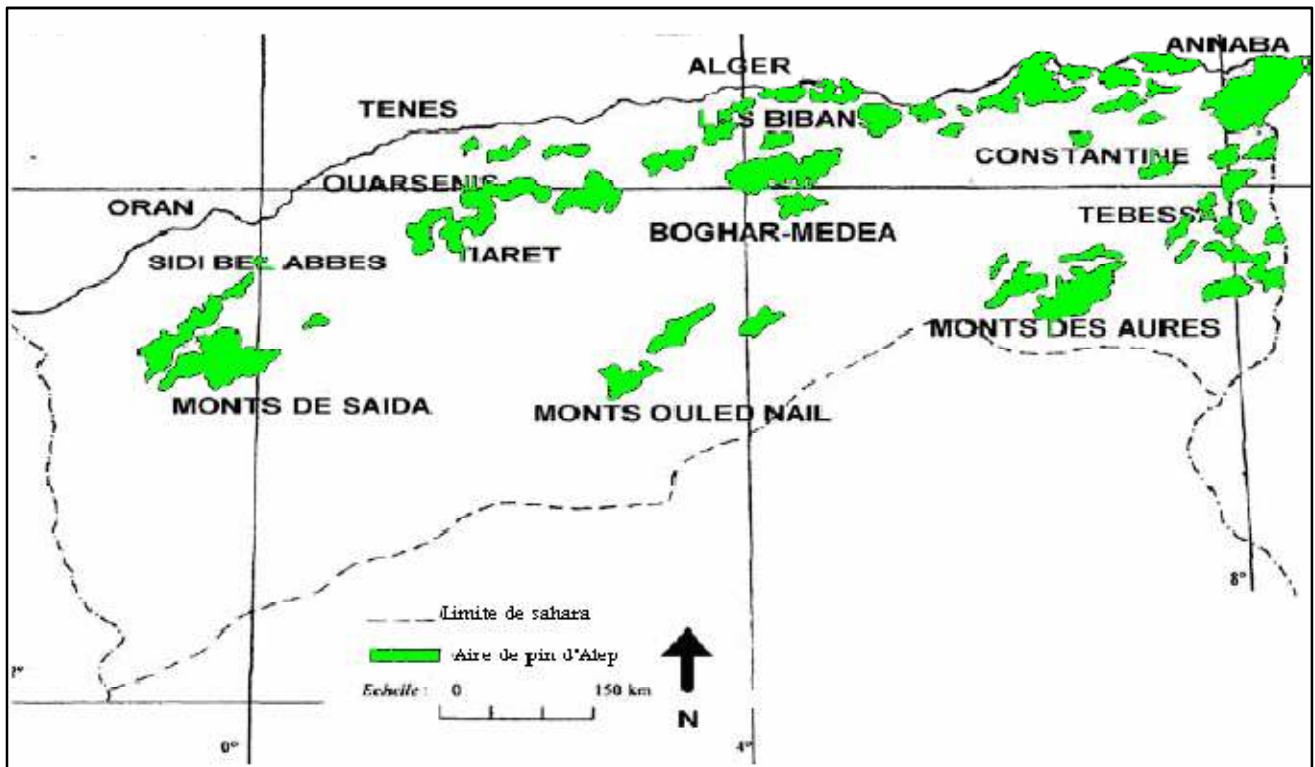


Figure 02 : Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie (Kadik, 1987)

1.3 Caractéristiques dendrologiques

Le Pin d'Alep est un arbre de taille moyenne pouvant atteindre une hauteur de 25 à 27 mètres (Nahal, 1962).

En Algérie le Pin d'Alep est un arbre de seconde grandeur, sa hauteur dépasse rarement les 20 mètres. Cependant, il existe quelques sujets dépassant 25 mètres dans les Aurès et les monts des Ouled Naïl où se trouve les plus belles futaies de Pin d'Alep au fût élancé et droit (Leutrech, 1981). Le fût peut être tortueux et taré comme les forêts de littoral (Kadik, 1983). L'écorce de Pin d'Alep est gris argenté et lisse surtout chez les jeunes sujets. Le cône d'un brun rouge luisant est de forme ovoïde mesurant est de (6 à 12 cm). Les aiguilles sont de couleur verte claire, groupées par 2, elles ont une forme très fine et souple mesurant de 6 à 10cm de long (Kadik, 1983, Role, 1983). L'enracinement de l'espèce est pivotant lui permettant une fixation solide.

Il peut s'installer et croître dans des conditions où aucune espèce ne pourrait s'y développer (Meddour, 1983). La longévité du Pin d'Alep est estimée à 150 ans. La fructification s'observe dès l'âge de 18 à 20 ans (Yessad, 1988).

1.4 Ecologie de Pin d'Alep

Le Pin d'Alep est une essence méditerranéenne à caractère continental de tempérament robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions écologiques difficiles. C'est une essence aussi xérophile, thermophile et héliophile, (Letrech, 1991). Sa régénération est très abondante après incendie mais il ne résiste pas aux incendies répétés. La multiplication se fait par semis sous châssis au printemps ou semis de graines fraîches à l'automne.

Le Pin d'Alep peut se rencontrer de la basse altitude jusqu'à 2200 m. Il demande une tranche pluviométrique annuelle de 400 mm et une température moyenne de 14°C. Il peut supporter des amplitudes thermiques très élevées et une forte sécheresse atmosphérique (Boudy, 1955). Il résiste au froid, il supporte rarement des températures inférieures à - 10°C.

C'est une essence indifférente à la nature de la roche mère et au pH, (Boudy, 1950). Elle supporte un taux élevé de calcaire actif surtout dans les substrats chauds et bien drainés, en particulier les sols squelettiques. Elle préfère les sols calcaires ou argilo-calcaires.

Le Pin d'Alep est une espèce frugale et plastique appartenant exclusivement au bassin méditerranéen. Il supporte assez bien la sécheresse estivale et occupe tous les étages bioclimatiques à l'exception du saharien. Son optimum de croissance varie de 250 à 700 mm de précipitations par an. Il est indifférent à la nature du sol mais craint les sols à hydromorphie importante. 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.



Figure 03: Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

(Source : <http://www.foretnumide.com/blog-forecirt-numide/barrage-vert-originel-1968-1973-bandes-routieres-de-reboisement-troncon-ain-oussera-djelfa-9>)



Figure 04 : Forêt de Pin d'Alep à Souk-Ahras

(Source : <http://cijsa.blogspot.com/2012/04/des-forets-de-pin-dalep-en-souk-ahras.html>)

1.5 Les facteurs influençant le développement du Pin d'Alep

Le Pin d'Alep est une essence méditerranéenne, donc adaptée à une sécheresse estivale marquée, à l'irrégularité des précipitations, aux vents de secteur nord et à un ensoleillement élevé. Malgré cette adaptation, le Pin d'Alep peut être atteint par divers problèmes sanitaires d'origine abiotique ou biotique. Les dépérissements, phénomènes complexes et évolutifs, sont moins marqués que chez d'autres conifères en région méditerranéenne.

1.5.1 Les facteurs abiotiques

Le Pin d'Alep est sensible au froid hivernal : le rougissement, le dessèchement et la chute des aiguilles peuvent être observés dès -6°C , notamment sur les lisières exposées au nord. Des dégâts au niveau du bois et des mortalités apparaissent lorsque la période de froid est durable. Le Pin d'Alep est également très sensible aux gelées tardives, phénomène toutefois rare dans la région méditerranéenne.

Les chutes de neige lourdes sont à l'origine de bris de branches ou de houppiers. Ces dégâts sont favorables à la multiplication des insectes sous-corticaux et accentuent le risque incendie, si les bris au sol ne sont broyés ou évacués de la forêt.

Si la sécheresse hivernale entraîne peu de dégâts directs sur cette essence, elle affecte l'état physiologique des arbres.

La population (véhicules, unités industrielles) en région méditerranéenne entraînent une forte émission de polluants, dont une partie se transforme en ozone lors des épisodes de chaleur (température $>25^{\circ}\text{C}$). Des symptômes de dégâts d'ozone, composé photo-oxydant, sont donc observés sur le pin d'Alep, notamment au niveau de cols. Il s'agit de taches chlorotiques vert-clair à jaune observées à la face supérieure des aiguilles les plus anciennes. Ces dommages peuvent contribuer au mauvais fonctionnement physiologique des arbres touchés (Boutte et Durand-Gillman, 2012).

a) Le surpâturage

Le bétail constitue un danger permanent pour toutes les forêts particulièrement aux pineraies où il empêche la régénération naturelle.

Le danger peut provenir soit par piétinement qui induit le tassement des sols et empêche ainsi les jeunes plants de Pin et l'herbe de se développer, soit par broutage des jeunes plants et des herbes avoisinantes, ce qui entraîne la dégradation du patrimoine forestier (Chaba, 1983).

b) Les incendies

Le feu est l'ennemi principal des forêts et particulièrement du Pin d'Alep. La présence de résine lui confère une caractéristique de pyrophyte ainsi le feu s'y propage avec une grande rapidité et fait périr facilement des peuplements de Pin d'Alep (Boudy, 1950). La propagation du feu se fait surtout par éclatement des cônes qui se font propulser loin favorisant ainsi l'extension du feu.

Généralement, après un incendie une bonne régénération peut répandre à cause de la dispersion des graines. Le manque d'aménagement de poste vigie ou de surveillance et des tranchées pare-feu sont des facteurs majeurs pour le déclenchement des incendies (Seigue, 1987).

1.5.2 Les facteurs biotiques

Les attaques des insectes aux plantes hôtes ne se font sentir que si la densité et la localisation des déprédateurs est importantes. Ces derniers peuvent être des défoliateurs, des xylophages ou des insectes des fruits et des graines. Ils sont présents à tous les stades de la vie de l'arbre ou de la forêt et de l'utilisation du bois (Joly, 1975 et Dajoz, 1980).

L'exemple le plus fréquent est la chenille processionnaire *Thaumetopea pityocampa*. Elle est le principal ennemie des aiguilles de Pin dans nos forêts, elle provoque souvent des défoliations totales des peuplements reboisés (Chakali, 1992). Et elle provoque un ralentissement de la croissance de l'arbre, une vulnérabilité plus forte aux maladies et aux autres ravageurs des forêts (Zamoum, 1998).

- **Conclusion**

Dans la partie méridionale du bassin méditerranéen, le Pin d'Alep contribue largement à la reforestation des zones dégradées.

En effet, d'un point de vue écologique, cette essence constitue un apport très important à la nature. En Algérie, elle est la principale espèce utilisée dans les programmes de reboisement. La surface annuelle consacrée est de 20.000 ha soit environ 40 millions de plants mis en terre (Leutrech, 1981). Cette espèce permet une meilleure fixation du sol, lutte contre l'érosion et la dégradation des sols (Meddour, 1983).

Pour ces qualités technologiques le Pin d'Alep est utilisé dans la fabrication des poteaux de mines et de télégraphique, des boîtes de caisseries, des traverses. Il fournit un bois qui est un bon combustible et en tire aussi du charbon.

D'autre part l'écorce contient plusieurs types de tanins très appréciés pour le tannage du cuir. En plus il est à préciser que la qualité de pâte de papier provenant du Pin d'Alep d'Algérie est supérieure à celle importée (Khelifi, 1985).

- **Introduction**

Les réserves naturelles nationales sont des territoires d'excellence pour la préservation de la diversité biologique et géologiques. Elles visent une protection durable des milieux et des espèces en conjuguant réglementation et gestion active.

La Réserve de chasse de Zéralda est une zone protégée rattachée au patrimoine présidentiel comme résidence, et terrain de chasse touristique. Sa mission principale est la protection et le développement de la faune et de la flore.

2.1 Présentation géographique et administrative de la Réserve de Chasse de Zéralda

2.1.1 Bref historique

La forêt domaniale de Oued El-Aggar dénommée jadis forêt de Saint-Ferdinand fait partie du domaine forestier en vertu des dispositions de la loi du 16 Juin 1851, corroborée par un arrêté ministériel de soumission au régime forestier du 20 Avril 1852. Elle est composée essentiellement de Pin d'Alep, de Caroubier, d'Olivier et d'Arbousier.

Elle fut classée comme parc national par l'arrêté du 08 novembre 1928. La quasi-totalité de cette forêt est artificielle d'où son nom « forêt de planteurs ». Les premiers travaux de reboisements ont été effectués en 1858 par des compagnies militaires spéciales dites «compagnie des planteurs».

En 1969, cette forêt à l'origine à vocation touristique a été rattachée au patrimoine présidentiel comme résidence et terrain de chasse touristique.

La Réserve de Chasse de Zéralda fut créé officiellement par le décret n°84-45 du 18/02/1984 suite au rapport du ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement et des forêts sur la base de la loi n°82610 du 21 Aout 1982 qui avant cette date, était rattachée à l'inspection générale des forêts. Sa mission principale est la protection et le développement de la faune et de la flore.

Ses principales missions que stipule son décret de création sont :

*Développer et protéger la faune ;

*Aménager le biotope des espèces qui vivent pour permettre au gibier d'évoluer dans des conditions optimales ;

*Servir de lieu d'observation, de recherche et d'expérimentation du comportement de la faune existante ;

*Etablir un plan de gestion de façon à maintenir l'équilibre des populations animales.

2.2 La Situation géographique

La Réserve de Chasse de Zéralda s'étend sur une superficie de 103 ha. Elle est située à 30km à l'Ouest d'Alger, 50km à l'Est de Chef-lieu de Wilaya de Tipaza et à 2km de la mer dans la commune et Daira de Zéralda sur la rive gauche de l'Oued Lagha, sur le plateau de l'ex-Ferdinand (Soudania actuellement).

Elle est limitée au Nord par Staouéli, au Nord-Ouest par Zéralda, au Nord-Est par Soudania, au Sud-Est par Rahmania, et par Mahelma au Sud-Ouest.

Elle est comprise entre les coordonnées Lambert suivant :

$$X = 513,700 \quad Y = 375,980$$

$$X' = 518,800 \quad Y' = 380,470$$

La zone d'étude dépend administrativement de quatre communes: Mehelma, Soudania, Staouéli, Rahmania. La Réserve de Chasse de Zéralda a été agrandie en 1977 sur 640ha à partir de terrains privés de l'état, cette partie est dénommée «zone d'extension».



Figure 05 : Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (maps.google.dz)

2.3 Le milieu physique

2.3.1 La topographie

La Réserve de Chasse de Zéralda est formé de relief relativement accidenté, elle se présente sous forme de plaines, de collines et de vallons. Le plus haut point culmine à une altitude de 190m et le plus bas est de 10m. Généralement, elle est constituée de plusieurs versant, d'exposition multiples (Sud, Nord, Est, Nord-Est...) entre lesquelles se dessinent des vallons collectant les eaux de réception dévalant des pentes environnantes. Ces dernières sont comprises entre 3% et 50%.

2.3.2 La géologie

La zone d'étude se développe sur une roche mère hétérogène qui a donné naissance à des grés, sables et poudings du quaternaire, des dépôts caillouteux du pliocène, argiles et marnes. Cette organisation est constituée actuellement par :

a- Les dépôts actuels

Ils sont de faibles extensions et proviennent des formations pliocènes. Ces dépôts sont constitués d'alluvions actuels.

Les formations quaternaires sont formées essentiellement par les dépôts suivants : Un substratum marneux, grés et sable.

b- Les dépôts de Quaternaire

Ils sont de faibles extensions et proviennent des formations pliocènes. Ces dépôts sont constitués d'alluvions actuelles.

c- Les dépôts du pliocène

Ils occupent la moyenne partie de la zone formée par une forte couche alluviale dont l'épaisseur peut varier de 10 à 250 m. Ces dépôts sont constitués d'argiles et des marnes grises.

2.3.3 La Pédologie

Les principaux types de sols rencontrés sont des sols bruns forestiers notamment sous les peuplements de Pin d'Alep, et des sols rouges méditerranéens (fersialitiques). Ce sont généralement des sols profonds et légèrement calcaires caractérisés par trois horizons (A, B, C).

2.3.4 Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone d'étude est constitué de cinq principaux oueds à écoulements temporaires :

- Oued El-Aggar avec une longueur de 11,9 km.
- Oued Sidi-Harrach avec une longueur est de 5,11km.
- Oued Larha dont la longueur est de 3,6 km.
- Oued Bougandoura dont la longueur est de 0,62 km.
- Oued Saf-Saf dont la longueur est de 0,25 km.

Ces oueds alimentent le barrage qui couvre une superficie de 25,56 ha avec une capacité de 1600000 m³ et constituent la limite qui sépare « la forêt des planteurs » de la zone d'extension.

2.3.5 Le Climat

Le climat de Zéralda reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen caractérisé par deux grandes saisons :

-Une saison hivernale peu rigoureuse et assez pluvieuse, s'étalant de la fin de l'automne jusqu'au début printemps dont les mois les plus pluvieux est le mois de novembre et décembre.

-Une saison estivale, chaude et sèche qui s'étend de la fin du printemps jusqu'à la fin de l'été dont le mois le plus chaud est le mois de d'Août.

2.4 Précipitation (Tab.1)

La pluviométrie et la température sont les principaux facteurs du climat. Leur combinaison constitue un élément important pour la caractérisation des écosystèmes de type méditerranéen car elle détermine leur distribution et leur développement (Quezel & Medail, 2003).

Nous considérons comme station de référence celle de Staouali, car elle présente les mêmes caractéristiques que la Réserve : 2 km environs la sépare de la mer, la différence d'altitude est de 60m, la distance entre les deux zones est de 10km et aucune barrière climatique ne les sépare.

Le tableau 01 montre que la pluviosité moyenne annuelle est de (563 mm), les fortes précipitations sont enregistrées pendant les mois de novembre et décembre avec un pic en novembre (108mm). Les plus faibles pluviosités sont enregistrées durant les mois de juin, juillet et août.

Tableau 01 : Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouali durant la période 1997-2007.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
P (mm)	92,9	85,7	35,67	35	43,39	0,81	0,50	5,10	20,70	29,6	108	105,91	563

Source (I.T.C.M.I, 2007)

2.5 Les températures (Tab.02)

Pour caractériser le régime de la zone d'étude, nous avons retenu la station de Staouali, pour les mêmes raisons citées précédemment. Nous ne tiendrons donc pas compte des corrections de PEGUY(1970), qui note que la température maximale (M) diminue de 0,7°C et la température minimale (m) diminue de 0,4°C par 100 mètres d'élévation.

Tableau 02 : Les températures maximales, minimales et moyennes (Mensuelles et annuelles) de la station de Staouali durant la période 1997-2007.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
M(°C)	16,14	16,14	19,77	20,52	23,41	27,97	28,3	31,3	28,1	25,67	19,96	17,09	22,83
m (°C)	9,25	8,67	10,96	12,78	15,63	18,72	22,5	22,6	19,8	19,65	18,99	10,39	15,83
(M+m)/2	12,69	12,55	15,36	16,65	19,52	23,24	25,4	26,95	23,95	22,66	19,47	13,74	19,35

Source : (I.T.C.M.I, 2007)

2.6 Synthèse des données climatiques

Les précipitations et les températures sont utilisées pour la réalisation du Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et le Climagramme d'EMBERGER.

2.6.1 Diagramme ombrothermique de Bagnoule et Gausсен

Le diagramme Ombrothermique est une représentation graphique obtenue par la superposition des deux courbes de variation annuelle des précipitations et des températures. Ces dernières sont reliées par la relation : $P < 2T$. Sont portées en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations et les températures. Le diagramme réalisé (figure 2) montre que la période sèche s'étale de la mi-mai jusqu'à la mi-octobre, soit sur une durée de cinq mois. La période humide et froide apparaît début novembre jusqu'à la mi-avril sur une durée de sept mois.

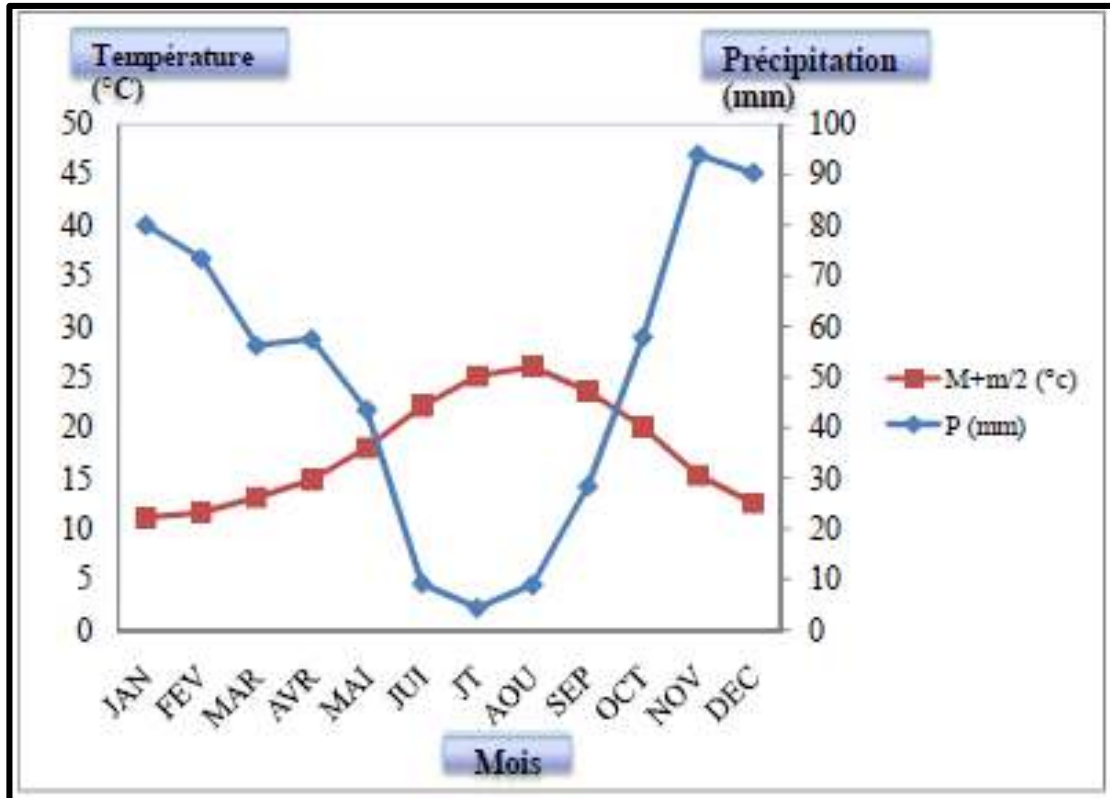


Figure 06 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station météorologique d'Alger (wilaya d'Alger)

2.6.2 Quotient pluviothermique (Climagramme d'Emberger)- Q2

L'étude des bioclimats de la région méditerranéenne a été initiée par Emberger (1955). Pour caractériser l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons calculé le quotient d'Emberger qui tient compte de la variation annuelle de la température et les pluviométries moyennes, le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humique (Dajoz, 1982).

$$Q2 = 1000P / [(M+m)/2] [M-m]$$

Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger.

M : La moyenne des maximums du mois le plus chaud (Kelvin).

m : la moyenne des minimums du mois le plus froid (Kelvin).

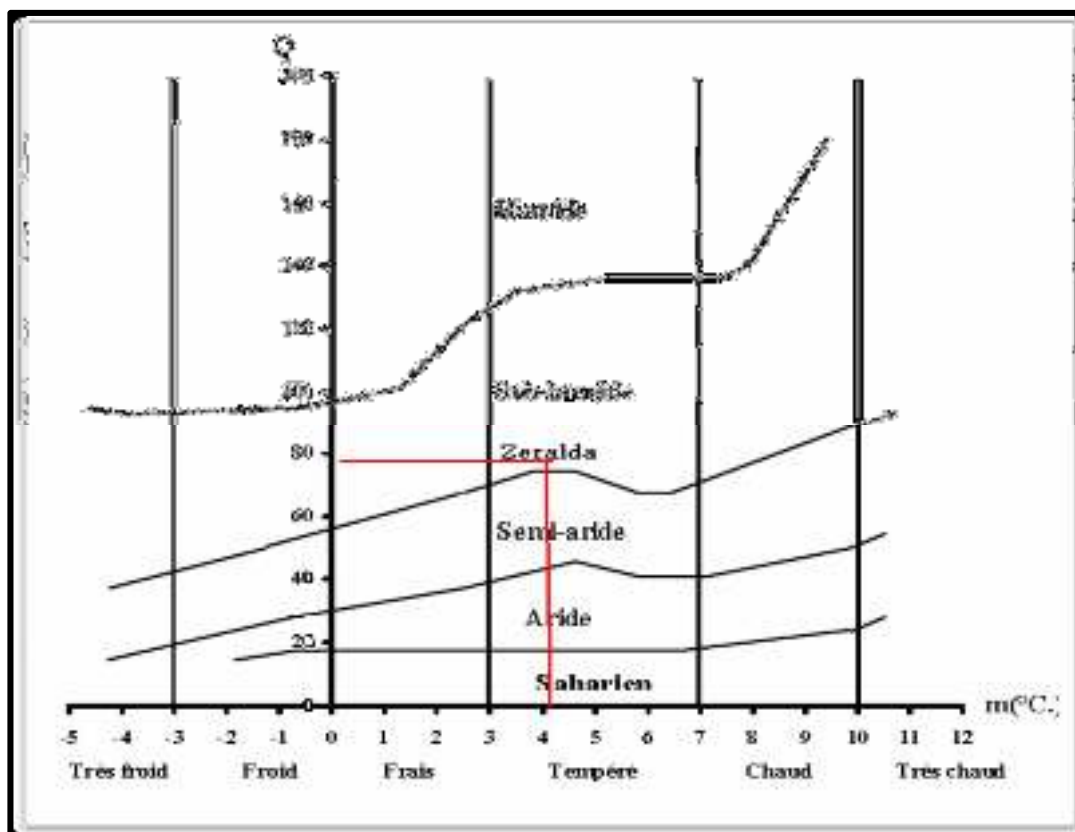


Figure 07 : Climagramme d'Emberger pour la station de Staouéli (1997-2007)

Le quotient pluviométrique Q2 calculé donne la valeur de 79,54. En portant cette donnée sur le climagramme d'Emberger ainsi que la température du mois le plus froid $m=8,67$ (tableau2), notre zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (figure7).

2.6.3 Les vents

En général, il y a une prédominance des vents du secteur Ouest et Nord-Ouest en hiver, automne et au printemps, en revanche, en été se sont les vents du secteur Est et Nord-Est qui dominent.

2.7 Le milieu biotique

2.7.1 Formation forestière

La forêt de l'Oued El Aggar est composée essentiellement de Pin d'Alep, issu presque en totalité de reboisement dans l'âge varie entre 20 à 80 ans (gaulis, perchis, futaie).

Dans la zone d'extension le Pin d'Alep est représenté par quelque bosquet occupant une faible superficie, ce sont des peuplements purs, naturels au stade de développement futaie dont l'âge varie entre 60 à 80 ans.

Leur recouvrement varie entre 10 à 70%. La strate arbustive est constituée d'Olivier (*Olea europea*), Filaire (*Phyllirea media*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*), Chêne kermès (*Quercus coccifera*), de nombreuses lianes et les vestiges de Chêne liège (*Quercus suber*), qui occupent une superficie très réduite.

a- Les maquis

Ils sont constitués par formation caractérisées par des espèces thermophiles et héliophiles et telles que l'Olivier (*Olea europaea*), Lentisque (*Phyllirea media*), Chêne kermès (*Quercus coccifera*) et par une autre formation de Chêne liège (*Quercus suber*) caractérisé par une végétation assez calcifuge telles que la Bruyère (*Erica arborea*), le Myrte (*Myrtus communis*), l'Arbousier (*Arbutus unedo*),.....

b- Les Ripisylves

C'est une formation arborescente rencontrée au bord des oueds et des vallons constituée essentiellement d'espèces hygrophiles telles que le Peuplier blanc (*Populus alba*), Frêne (*Fraxinus*), Tamarix (*Tamarix*), Laurier rose (*Nerium oleander*) et l'orme (*Ulmus*) en mélange avec le Roseau (*Arundo*), La Ronce (*Rubus fruticosus*), Rosier églantine (*Rosa canina*), quelques pieds de Prunellier (*Prunus spinosa*) et de nombreuses Lianes.

c- Les terrains incultes

Ce sont des formations herbacées basses à rythme saisonnier très marqué. Elles dérivent de la dégradation accentuée de la matorral, occupant une superficie de 81,77 ha de la zone d'extension. Durant la saison humide, elle couvre entièrement le sol, elle est caractérisé par des plantes annuelles en particulier les graminées qui jouent un rôle à la fois important et éphémère pour la protection et l'évolution du sol ainsi que pour l'alimentation de petit gibier. Quant aux vivaces, elles comprennent le plus souvent un nombre important d'espèces non ou peu pâturées.

d- Des terrains à caractère agricole

Ce sont des terrains ayant un sol profond, fertile à faible pente (0-6%). ils sont surtout occupés par les cultures céréalières et fourragères ainsi que les vergers.

Signalons la présence de tranchées pare-feu cultivées découpent cette forêt. Elles constituent à la fois un moyen de défense contre les incendies, et des zones de gagnage pour le petit et le grand gibier.

2.7.2 La faune

La diversité des biotopes, les potentialités trophiques de la Réserve de Chasse a permis le développement d'une faune aussi riche que diversifiée.

La faune avienne compte plus de 43 espèces, dont 12 rapaces qui témoignent la richesse du milieu et la diversité faunistique de la Réserve

Le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda (RCZ) à la faveur d'une quiétude total et des ressources trophiques accueillent annuellement plus de deux milles oiseaux migrateurs, représentés par dix espèces d'anatidés, nous citons le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), le Canard souchet (*Anas clypeata*)

La faune piscicole est représentée par 03 espèces de Carpes introduites qui se multiplient naturellement : la Carpe commune, la Carpe argenté et la Carpe royale.

La faune mammalienne comprend près de 14 espèces dont les espèces gibiers telles que le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), le Cerf d'Europe (*Cervus elaphus elaphus*), le Sanglier (*Sus scrofa*)... La faune herpétologique est constituée par : la Couleuvre de montpellier (*Malpolonmon spessulanus*), le Crapaud (*Bufo bufo*), la Tortue bourbeuse (*Emysor bicularis*)...

- **Conclusion**

La Réserve de Chasse de Zéralda est un milieu riche et diversifié. Ses potentialités trophiques et hydriques ont permis le développement d'une faune aussi riche que diversifiée.

La faune représente plus de la moitié des espèces de la Réserve (53,17%), elle est répartie en 4 classes dont la plus abondante est la classe des oiseaux avec 89 espèces représentant 35,31% de la biodiversité. La flore est composée essentiellement de Pin d'Alep, sur une superficie de 214ha, issus presque en totalité de reboisement, quelques bosquets de chêne liège persistent, vestiges de la dégradation de la subéraie.



Figure 08 : Photos de la Réserve de Chasse de Zéralda (Source : originale 2016)

- **Introduction**

Dans l'écosystème forestier, vit une entomofaune diversifiée tant sur le plan systématique que sur le plan régime alimentaire. Son importance économique pour les arbres passe inévitablement par son inventaire ainsi que l'étude de son impact sur la vigueur des arbres hôtes, (Boukreris, 2008).

De tous temps, les chercheurs entomologistes ont essayé de proposer des techniques et à construire des pièges qui soient les plus satisfaisants possibles. Il existe, de ce fait, différentes méthodes d'échantillonnages des insectes, soit celles des pots barber, quadrats, filets fauchoire et la capture directe.

Pour établir la liste des insectes vivant aux dépens du Pin d'Alep, nous avons recouru la méthode des pièges à trappe qui est couramment utilisée dans le domaine de l'entomologie.

La réalisation de telle étude passe avant tout par une prospection large du terrain. Dans la plus part des cas, il est indispensable de conserver les individus récoltés afin de les identifier correctement et surtout pour gardes une empreinte des échantillons observés, dont l'identification pourra toujours être vérifiée dans l'avenir par un spécialiste (Lachgueur, 2010).

Ce présent travail, réalisé dans la forêt de Zéralda, a pour but de mieux connaître les ravageurs du Pin d'Alep par la réalisation d'un inventaire de l'entomofaune. Par ailleurs, l'évaluation de la biodiversité des insectes inféodée à cette essence, permettra d'établir l'impact qu'ont ces insectes sur l'espèce hôte.

3.1 Choix de la station

Selon LAMOTTE (1969), la station doit être la plus homogène possible, si on considère ses caractéristiques pédologiques, floristiques, climatologiques et topographiques afin d'analyser l'action de certains facteurs forestiers comme la nature et la composition du peuplement et l'abondance du sous bois sur les populations d'insectes.

Notre station est située à 138m d'altitude et dont les coordonnées géographiques sont 36°42'45.24''N- 2°51'26.37''E. Il s'agit d'une futaie de Pin d'Alep, issue presque en totalité de reboisement dont l'âge atteint les 80 ans.



Figure 09 : Situation géographique de la station (Google earth 2016)

3.2 Matériel utilisé

Pour la réalisation de notre échantillonnage, le travail de récolte de l'entomofaune sur *Pinus halepensis* a nécessité l'utilisation de matériel constitué de :

- Pots métalliques
- Piluliers
- Binette
- Pincés
- Seau
- Papier absorbant
- Passoire
- Détergeant
- L'eau
- L'alcool à 70%



Figure 10 : Matériel utilisé sur terrain (original 2016)

3.3 Méthodologie de travail

3.3.1 Sur le terrain

Chez les invertébrés, l'échantillonnage peut être réalisé par de nombreuses techniques; soit par le prélèvement direct ou par le piégeage.

a- Description de la méthode des pièges à trappes

Le piège trappe est un outil pour l'étude des arthropodes de moyennes et de grandes tailles. Ce genre de piège permet surtout la capture de divers arthropodes marcheurs, les araignées, les coléoptères, ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent. Ce type de piège consiste simplement en un récipient de tout nature, boîtes de conserve, bouteilles en plastique coupée de 15 cm de diamètre et de 18 cm de hauteur.

Ce matériel est enterré, verticalement, de façon à ce que l'ouverture se trouve légèrement au-dessus du sol. La terre étant tassée autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces (fig. 13) et une plaque (pierre, tuile ou écorce), disposée un centimètre au-dessus du bord supérieur du piège. Cette dernière protège le piège des mammifères ongulés, pour être donc sur de garder les pièges en bon état et par conséquent d'assurer les résultats.

Ces pièges sont remplis d'eau au tiers de leur hauteur, a la quelle il est additionné d'un détergeant qui joue le rôle de mouillant qui empêche les invertébrés piégés de s'échapper (Benkhelil, 1992).

L'échantillonnage est réalisé de façon hebdomadaire, nous avons placées 10 pots Barber en ligne équivalant à un piège tous les 5 mètres dont 5 pots au côté nord et 5 au côté sud. Après 7 jours le contenu de 10 pièges est récupéré dans des piluliers portant le numéro du pot, l'orientation, et la date du piégeage (Fig.14).



Figure 11: Piège à trappe (original 2016)



Figure 12 : Piège à trappe (original 2016)



Figure 13: Pilulier (original 2016)

3.3.2 Au laboratoire

L'identification est parfois réalisable sur le terrain, mais nécessite presque toujours l'utilisation d'une loupe binoculaire et des ouvrages de déterminations spécifiques en citant : FAUNA EUROPAEA (<http://www.faunaeur.org/>), LE MONDE DES INSECTES (<http://www.insecte.org/>), IOWA STATE University (<http://bugguide.net/node/view/15740>). La qualité des identifications assure la qualité de l'étude. C'est pourquoi il est souvent indispensable de faire appel à des spécialistes pour des groupes particulièrement difficiles.

3.4 Evaluation de la diversité entomologique

3.4.1 Les indices écologiques

Ils permettent de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à $\ln S$ ($\log_2 S$). En effet, évaluer la biodiversité d'un écosystème, permettrait des choix de préservation plus efficaces.

VIEIRA (1979), observe que la diversité est le caractère d'un écosystème qui représente les différentes solutions prises par une catégorie des composants, pour occuper cet écosystème.

3.4.1.1 Richesse spécifique totale (S)

La richesse totale spécifique d'une biocénose correspond à la totalité (le nombre total) des espèces qui la compose (Ramade, 1984).

3.4.1.2 La richesse moyenne

La richesse moyenne est le nombre moyen des individus par espèces présenté dans le milieu considéré (Ramade, 1984). Elle est égale à N/S «N» étant le nombre d'individus total pour toutes espèces confondues et «S» le nombre insectes trouvés.

3.4.1.3 L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver est la qualité d'information apportée pour un échantillon sur les structures de la population dont provient l'échantillon sur la façon dont les individus sont répartis (Barbault, 1981).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver reflète l'équilibre dynamique de la biocénose. Il est calculé par la formule suivante (Blondel, 1979).

$$H' = -\sum P_i \cdot \log_2 P_i$$

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en unité bits.

P_i : la probabilité de rencontre de l'espèce (i) « $P_i = n_i / N$ »

N: nombre total des individus de l'espèce (i).

- **Conclusion**

L'emploi de la méthode des pièges à trappes est facile à mettre en œuvre car elle ne nécessite pas beaucoup de matériel tout au plus 10 boîtes de conserve vides récupérées, une pioche, de l'eau et du détergent. Elle permet, toutefois, d'obtenir des résultats qui peuvent être exploités par différents indices écologiques et des techniques statistiques.

L'inconvénient que présente cette méthode est la faiblesse de rayon de l'échantillonnage, d'ailleurs les espèces capturées sont celles qui se déplacent à l'intérieur de l'aire de l'échantillon (Benkhelil, 1992).

4. Résultats

4.1 Inventaire des espèces recueillies au cours de l'échantillonnage

Les espèces récoltées sont les résultats des cinq sorties effectuées pendant cinq mois d'étude. En utilisant la méthode des pièges à trappe, nous avons pu recenser 25 espèces d'insectes regroupées dans le tableau ci-dessous (Tab.03).

Tableau 03 : Liste des espèces recensées au niveau de la zone d'étude

Ordre	Famille	Nom scientifique	Abondance
Coleoptera	Curculionidea	<i>Crypturgussp</i>	+++
		<i>Orthotomicussp</i>	+++
		<i>Hylobiussp</i>	+++
		<i>Tomicunpiniperda</i>	+++
		<i>Curculiosp</i>	++
		<i>Hylobiusabietis</i>	++
		<i>Hylastessp</i>	+
		<i>Crypturgusmediterraneus</i>	+
		<i>Rhyncolussp</i>	+
	Carabidae	<i>Carabussp</i> <i>Carabusmorbillos</i>	+++ ++
Scarabaeidae	<i>Polyphyllafullo</i> <i>Scarabaeussp</i>	++ ++	
	Geotrupidea	<i>Geotrupessp</i>	+++
Cerambycidae	<i>Criocephalusferrus</i>	++	
Scolytidae	<i>Blastophaguspiniperda</i>	+	
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Blastesthia (=Evetria)</i> <i>turionella</i>	+++
	Papilionidae	<i>Papiliomanchaon</i>	++
	Pyralidea	<i>Dioryctriasplendidelia</i>	+
Blattodea	Blattidae	<i>Blattellasp</i> <i>Labopterasp</i>	+++ +++
		Hymenoptera	Formicidae
	Vespidae	<i>Vespa germanica</i>	+
Hemiptera	Cicadidae	<i>Cicada sp1</i>	+
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Cecidomiyasp</i>	+

Les résultats de la présente étude sur l'entomofaune inféodées au Pin d'Alep a permis d'inventorier (S=25) espèces d'insectes (la richesse totale) regroupées en six ordres qui sont : *Coléoptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Hemiptera*, *Diptera*, *Blattodea*.

Par ailleurs, l'abondance mesurée, c'est l'abondance relative (Ar) des espèces qui est exprimée en pourcentage ; c'est le nombre des individus d'une espèce par rapport au nombre total des individus. Pour exprimer cette abondance, on a pris une échelle de calcul pour cette étude comme celle utilisée par (Nichane et *al.* 2013) :

Une espèce est très abondante si **Ar > 5%**

Une espèce est abondante si **2 < Ar < 5%**

Une espèce est peu abondante si **Ar < 2%**



Labopterasp(<https://arthropodus.com/2014/03/11/fiche-d-elevage-loboptera>)



Blattellasp(<http://bugguide.net/node/view/1228408>)

Figure 15 : Photos des Blattodés



Cicadasp

(<http://bugguide.net/node/view/251686>)

Figure 16 : Photo d'Hémiptère



Tomicus piniperda *Blastophagus piniperda* *Hylastes* sp



Rhyncolus sp



Curculio sp *Hylobius* sp



OrthotomicusspCarabussp



ScarabaeusspCarabusmorbullosus

Figure 17 : photosdes Coléoptères(<http://bugguide.net/index.php>)



Vespa germanica *Crematogaster scutellaris*

(<http://bugguide.net/node/view/466393>)

(<http://www.myrmecofourmis.com/fiches/21>)

Figure 18 : Photos d'Hyménoptères



Papilio manchaon (<http://bugguide.net/node/view/566319>)

Figure 19 : Photo de Lépidoptère



Cecidomyia sp. (<http://bugguide.net/node/view/763696>)

Figure 20 : Photo de Diptère

4.2 Répartition des insectes recensés par ordre

Les insectes inventoriés totalisent une liste de 25 espèces identifiées. Ces dernières sont réparties entre 6 ordres systématiques.

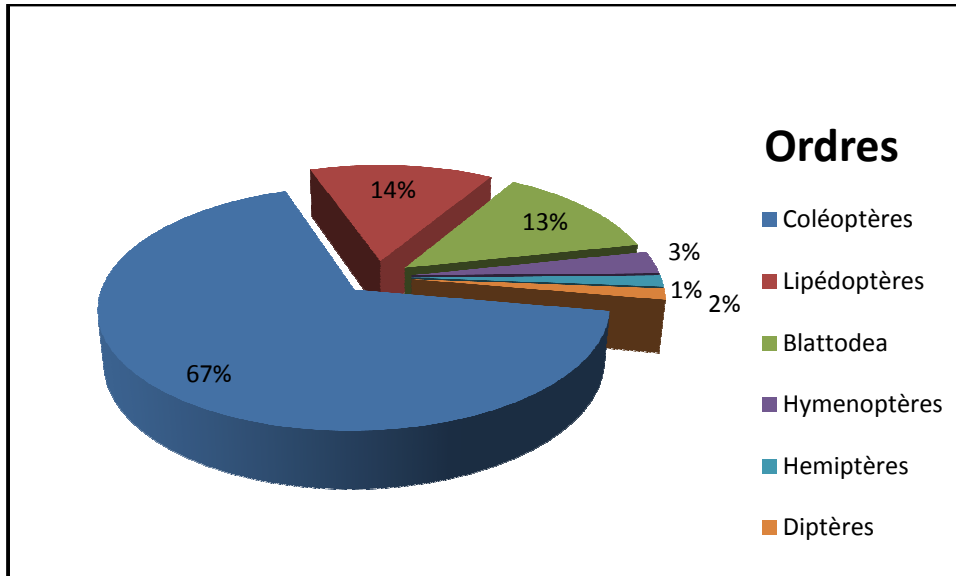


Figure 21 : Abondance relative des ordres d'insectes au niveau de la station

Le calcul de l'abondance relative a montré que l'ordre le plus dominant est l'ordre des coléoptères avec une fréquence de **64.92%** suivie de l'ordre des lépidoptères avec **13.43%**. En troisième position on trouve l'ordre des *blattodea* avec **12.68%**, l'ordre des hyménoptères avec **2.98%**. La dernière position est occupée par les deux ordres des hémiptères et les diptères avec une valeur de **1.49%**.

4.3 Répartition des espèces recensées par familles

Les 25 insectes inventoriés dans la zone d'étude sont répartis en 14 familles

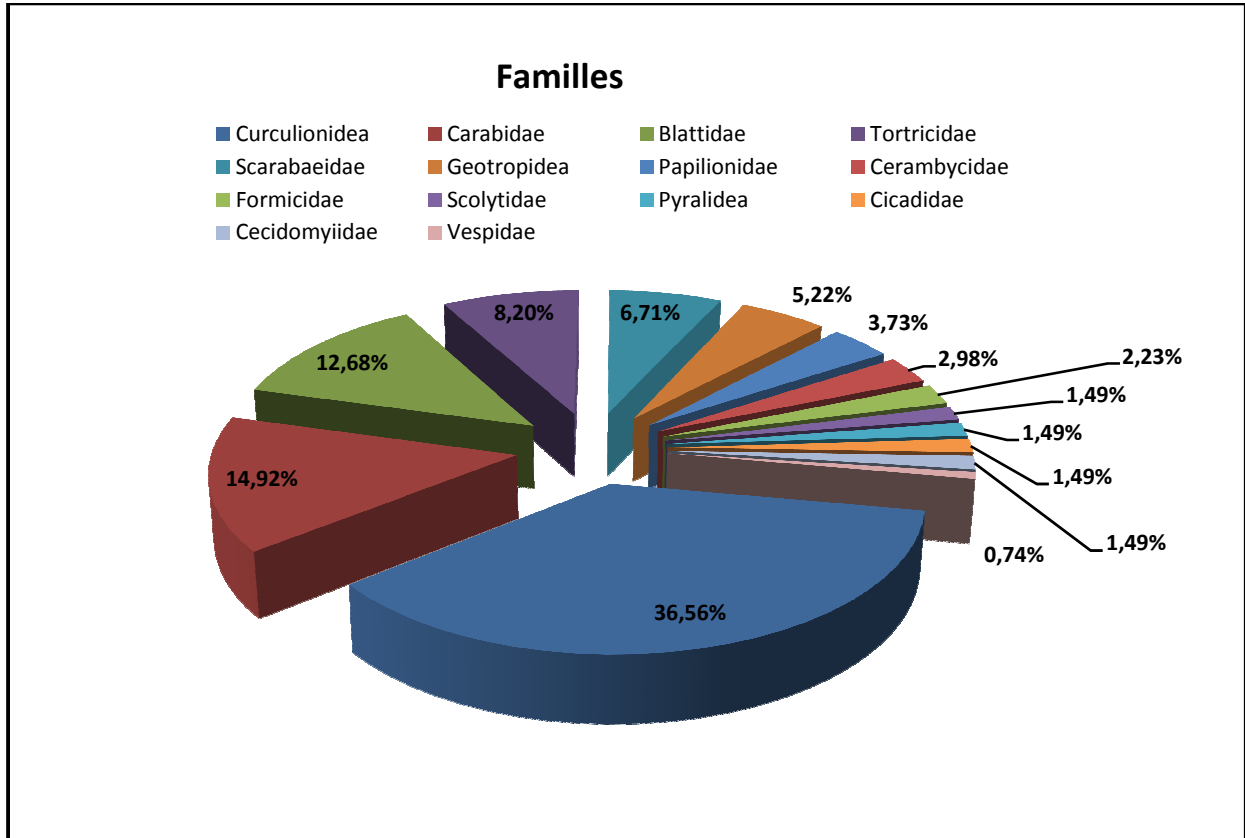


Figure 22 : Abondance relative des familles d'insectes au niveau de la station

Le calcul de l'abondance relative des familles des insectes a montré que la famille la plus représentée est la famille des curculionidés avec **36.56%** suivie par la famille des carabidés avec **14.92%**. En troisième position on trouve les blattidés avec **12.68%** suivie par les tortricidés avec 8.2%. En cinquième position les scarabaeidés avec **6.71%** suivie par les géotrupidés avec **5.22%**. Les autres familles de faible portion sont : les scolitidés, les cerambicidés, les pyralidés, les papilionidés, les cecidomyiidés, les cicadidés, et en fin les vespides.

4.4 Les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep

La mesure de la biodiversité par le biais de l'indice de Shannon-Weaver a permis d'estimer ce dernier à **H'=2.96**. Cet indice varie toujours de 0 à $\ln S$ (**Log2 S**) (c'est-à-dire 3,21).

En effet, plus l'indice de diversité de Shannon est élevé (H' tend vers $\ln S$), plus la communauté est équilibrée et stable : toutes les espèces se rencontrent avec la même fréquence, ce qui est le cas pour la présente étude.

En revanche, lorsque cet indice est plus faible, on parle de milieu hétérogène dont les communautés sont perturbées : cela peut être dû à un effet de compétition entre les espèces, ou encore à un effet de pollution du milieu.

4.1.5 Répartition des espèces recensées selon leur régime alimentaire

Les espèces recensées sont réparties selon leur régime alimentaire en sept catégories : les xylophages, défoliateurs, prédateurs, conophages, omnivores, opophage, gallicole.

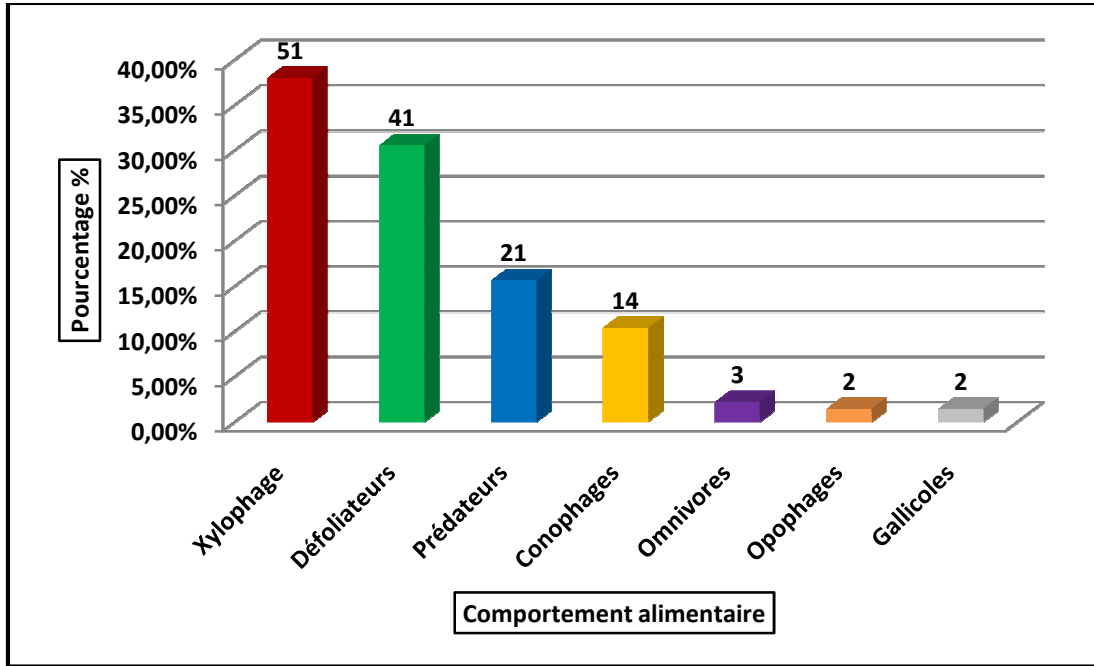


Figure23 : Répartition de l'entomofaune selon le comportement alimentaire

A travers cet histogramme, nous remarquons que les insectes xylophages sont les plus dominants et totalisent 51 individus appartenant à l'ordre des coléoptères, ce qui représente un taux de 38%. Cette catégorie regroupe toutes les espèces qui se développent dans le bois en voie de décomposition dont les *Scarabaeidae* (*Scarabaeus* sp) et les insectes xylophages qui se nourrissent du bois sain ou vivant tels que les *Scolytidae* (*Tomicus piniperda*, *Orthotomicus* sp, *Blastophagus piniperda*, *Crypturgus* sp), les *Curculionidae* (*Rhyncholus* sp, *Hylobius abietis*, *Hylobius* sp), les *Carabidae* (*Carabus* sp, *Carabus morbillus*), les *Cerambycidae* (*Criocephalus ferrus*).

Les insectes défoliateurs viennent en second rang avec 41 individus représentés par 18 lépidoptères, 6 coléoptères et 17 blattodés, soit un taux de 30%.

Les prédateurs occupent le troisième rang avec 21 individus représentés par 20 coléoptères et 1 hyménoptère, soit un taux de 15%.

Les conophages viennent en quatrième rang avec 14 individus appartenant à l'ordre des coléoptères avec un taux de 10%.

Les omnivores viennent en cinquième rang avec 3 individus de l'espèce *Crematogaster scutellaris* appartenant à l'ordre des hyménoptères avec un taux de 2%.

En dernière position ils viennent les opophages (insectes qui se nourrissent de sève) avec 2 individus de l'espèce *Cicada sp1* appartenant à l'ordre des hémiptères, et les gallicoles (insectes qui incorporent ou injectent dans leur salive une toxine hormonale extrêmement active qui induit un développement anormal des tissus et qui provoquent la formation de galles) avec 2 individus de *Cecidomyia sp* appartenant à l'ordre des diptères soit un taux de 1%.

Discussion générale

Les insectes forment une classe extrêmement diversifiée et d'une grande importance pour les écosystèmes (Wiggins, 1983; Finnamore, 1996). Ils participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques, et représentent aujourd'hui plus de 75 % des espèces animales connues (Danks, 1996).

En effet, Les insectes livrent une contribution majeure à la biodiversité forestière, avec plus de la moitié du nombre d'espèces, loin devant les champignons et les autres invertébrés (Gosselin *et al.*, 2004). Ils peuvent être considérés soit comme des facteurs déclenchant le phénomène de dépérissement à court terme, soit comme des facteurs aggravants à long terme, cela dépend de l'agressivité des espèces impliquées et du moment de l'attaque par rapport à d'autres facteurs (Gillmann, 2010).

Selon le type des dégâts qu'ils occasionnent, les principaux insectes forestiers rencontrés au niveau de la zone d'étude se classent en huit catégories : les xylophages, les défoliateurs, les opophages, les gallicoles, les prédateurs, les conophages et omnivores. Ces derniers peuvent avoir un effet néfaste sur le développement des sujets de Pin d'Alep et sur la forêt en conséquence. Tous les organes d'un arbre peuvent être attaqués par des insectes, mais la plupart des phytophages opèrent un choix (feuilles, phloème, méristème, sève...). Un insecte phytophage est un ravageur potentiel qui ne devient nuisible que lorsque ses populations dépassent occasionnellement ou de façon durable une certaine densité (seuil de tolérance) que l'arbre peut supporter sans qu'il en résulte une diminution de sa production ou de sa vitalité (Bovey, 1970).

a) Impact des insectes xylophages sur *Pinus halepensis*

Le bois est un matériau très particulier par sa composition chimique et par ses propriétés physiques, ce qui retentit sur la morphologie et la physiologie des insectes qui s'en nourrissent ou s'y développent, (Dajoz.1980).

Ils sont les « dénominateurs communs » de tous les phénomènes de dépérissement forestier et, en forêt méditerranéenne. Leur agressivité présente des incidences économiques non négligeables puisqu'elle provoque, outre la détérioration des peuplements, une perte à l'exploitation et la dépréciation technologique des bois.

Par ailleurs, dans la plupart des régions, les conséquences de la sécheresse estivale provoquent une chute d'activité physiologique des végétaux sensible dès la fin août et souvent en bonne coïncidence chronologique avec la période d'attaque d'un ravageur xylophage. (Carle, 1975).

L'exemple le plus fréquent des xylophages est l'hylésine des Pins *Tomicus pinipetra* qui appartient à la famille des *Scolytidae*. Cet insecte se localise essentiellement sur les arbres en pleine vitalité (ravageur primaire) du genre *Pinus* (Charasas, 1962)

Les autres espèces de cette même famille des *Scolytidae* (coléoptères perceurs) causent la mortalité des arbres en creusant des galeries dans le phloème, altérant ainsi la distribution des photosynthétats (sucres servant à la croissance végétale) et causant des dommages structurels au niveau de l'aubier (Haavik *et al.* 2008) (ils creusent des galeries entre l'écorce et l'aubier et entraînent la mort de l'arbre par interruption de la circulation de la sève).

b) Impact des insectes défoliateurs sur les sujets de *Pinus halepensis*

Plusieurs espèces d'insectes entraînent des défoliations chez les arbres, cela n'aboutit pas forcément à leur mort, excepté pour les arbres déjà affaiblis par d'autres stress (Frelich, 2002). Les insectes défoliateurs provoquent chez leurs hôtes un stress physiologique proportionnel à l'importance de leurs attaques.

Ils sont représentés par la grande majorité des chenilles de Lépidoptères et les fausses chenilles des Hyménoptères. La défoliation diminue la résistance de l'arbre, réduit la photosynthèse et la formation d'organes reproducteurs se qui peut compromettre la régénération.

Nageleisen (2011) estime qu'en cas de pullulation, les défoliations peuvent être totales et le peuplement prend alors un aspect hivernal en pleine saison de végétation. Ces défoliations affaiblissent les arbres. Si elles interviennent en même temps qu'une crise climatique (sécheresse par exemple) elles permettent à d'autres ravageurs.

– dits secondaires – de s'installer qui peuvent, dans certains cas, entraîner la mort des arbres colonisés.

En effet, cette perte de feuillage ou la destruction du parenchyme des feuilles réduit considérablement le pouvoir photosynthétique des arbres. Leur croissance en est affectée et leur vitalité réduite. Si les attaques se répètent, l'arbre affaibli peut être envahi par d'autres insectes ou par des champignons pathogènes.

c) Impact d'autres insectes

D'autres insectes, présents en faibles proportions, causent de graves dommages sur la plante hôte, à savoir les conophages qui se nourrissent des tissus des cônes, peuvent freiner la régénération du Pin d'Alep. Par ailleurs, les opophages affaiblissent les arbres en pompant la sève du tronc, des branches. Les gallicoles sont responsables de la formation de galles qui peuvent affecter les feuilles, les racines, les tiges, les fleurs, les fruits ou les graines.

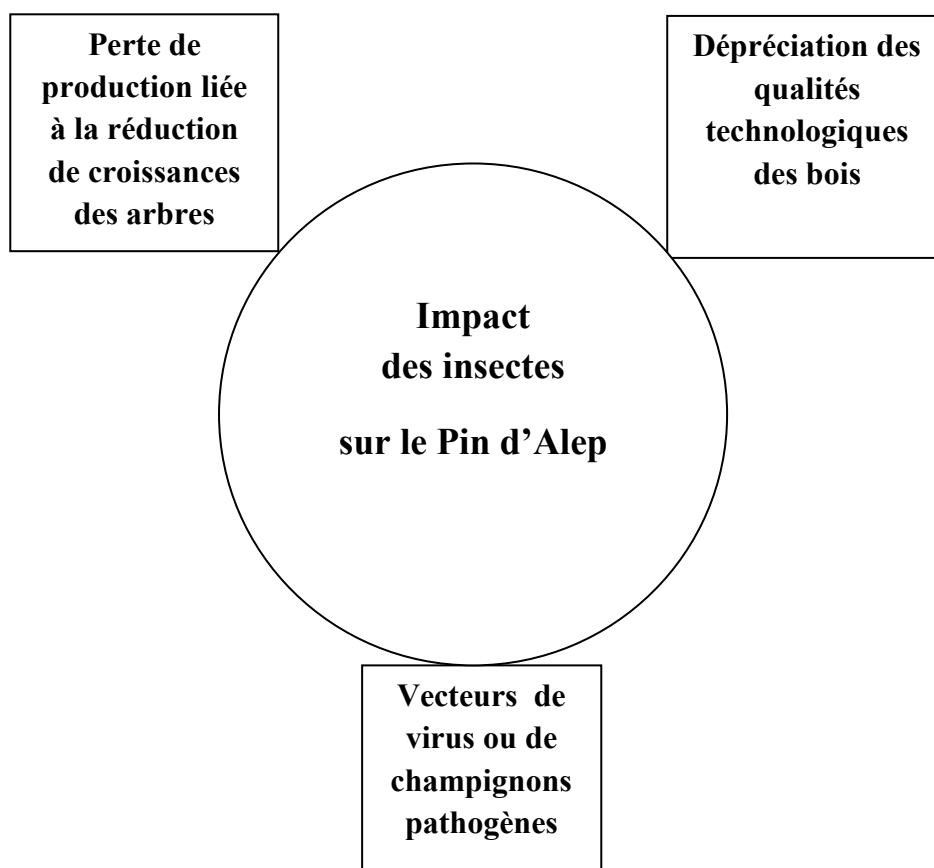


Figure 24 : Schéma représente les impacts des insectes nuisibles sur la forêt

Conclusion générale

L'étude du complexe d'insectes inféodés au Pin d'Alep dans la Réserve de Chasse de Zéralda a permis d'une part, de mettre en avant l'impact de l'entomofaune fréquentant cette espèce ayant une valeur patrimoniale et écologique en Algérie, et d'autre part de diagnostiquer les impacts d'un dégât ou d'une menace sur le sujet. Cependant, l'action de repérer la présence de ravageurs permet de déterminer les risques et de choisir les méthodes de lutte appropriées.

Parmi la dizaine de milliers d'espèces d'insectes que les forêts hébergent, plusieurs centaines peuvent coloniser les arbres forestiers et potentiellement leur causer des dommages et de fortes infestations de ravageurs peuvent compromettre des années d'efforts de gestion et hypothéquer gravement la réalisation des objectifs de la gestion des forêts. Les ravageurs peuvent affecter négativement la croissance, la vigueur et la survie des arbres et réduire les rendements et la qualité du bois et des produits non ligneux.

De ce fait, la fragilité biocénotique de la forêt méditerranéenne de résineux exige une protection. Il convient cependant de proposer une stratégie de répression et de prévention contre les éventuels déprédateurs.

En effet, les dommages entomologiques en forêt de production peuvent être très importants et les mesures de surveillance exigent la connaissance de l'état sanitaire des peuplements et l'appréciation des potentialités des agents d'agression du milieu.

Mais le coût élevé, le manque d'efficacité et les risques environnementaux des insecticides proscrivent souvent leur usage en forêt, impliquant la recherche de méthodes de lutte alternatives.

Les mesures d'action préventive reposent essentiellement sur la recherche d'un accroissement de la vigueur générale des peuplements qui peut être obtenue grâce à l'application de méthodes sylvicoles appropriées.

Moins coûteuse et pourtant efficace une sylviculture appropriée (soins cultureux à donner aux peuplements) vise aussi, et parvient, à maintenir les peuplements dans le meilleur état sanitaire possible. Elle peut avoir une valeur préventive, mais aussi curative.

Enfin, notons la gestion des ravageurs forestiers fait appel à plusieurs disciplines allant de la connaissance de l'écologie des essences ligneuses, l'éthologie de leurs ravageurs (existants ou potentiels) ainsi que la pratique d'une sylviculture adéquate.

Références bibliographiques

- 1-Abgrall, J. F. et Soutrenon, A. 1991.** *La forêt et ses ennemis*. Ed. Cemagref, Grenoble Diosa, France, 400p.
- 2-AMMARI Y, SGHAIER T, KHALDI A et GARCHI S (2001)** - Productivité du pin d'Alep en Tunisie: Table de Production. Annales de L'INGREF N_ Spécial pp 239-246.
- 3-ANONYME., 2009.** *Que faire pour sauver la forêt algérienne*. 2p.
- 4-ANONYME., 2010-** Evaluation des ressources forestières mondiale. FAO. 88pp.
- 5-ANONYME., 2015-**Etat des connaissances et lignes directrices pour un essai d'introduction de la loutre (*Lutra lutra*) dans la Réserve de Chasse de Zéralda,Ed.RCZ.
- 6- BAGNOULS. F et GAUSSEN H., 1953,** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Toulouse. 193 – 259 pp.à4
- 7-BARBAULT R., 1981-** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson. Paris. 200p.
- 8-BOUTTE B. et DURAND-GILLMAN M. , Novembre 2012-** Pin d'Alep, les principaux problèmes sanitaires. Information santé des forêts.
- 9- BOUTTE B., DSF ; M. DURAND-GILLMANN., Novembre 2012-** INRA Avignon pour la partie T. destruens ; Département de la santé des forêts ; INFORMATION SANTÉ DES FORÊTS.
- 10-BENKHELIL M.L., 1992** – Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office. Pub. Univ., Alger, 60 p.
- 11-BETTAYEB Abderrahmane AZZAOUI Mohamed Essalah., 2010-** Etude comparative entre les propriétés physiques de base du bois de pin d'Alep et de pin maritime ; Université Ibn Khaldoun Tiaret (Algérie) - ingénieur d'état en agronomie.
- 12- BLONDEL J., 1979** – Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173p.
- 13-BLONDEL J., 1979** - Biogéographie de l'avifaune algérienne des dynamiques des communautés. Alger. INA. 220p.
- 14-BLONDEL J., 1975-** L'analyse du peuplement d'oiseaux élément d'un diagnostic des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P), Rev. Ecol. (Terre et vie) 30 (4) :533-589.

- 15-BOUDY P., 1950** – Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences .Ed. Larousse, Paris, pp 29-249.
- 16-BOUDY P.,1950-** Guide du forestier en Afrique du Nord .Edition la maison rustique.505p.
- 17-BOUDY., 1950** - Economie forestière Nord-Africaine des essences forestières. Ed. La maison rustique T .II Paris, 509 p.
- 18-BOUDY P., 1955** - Guide des forestiers en Afrique du Nord. Ed. Larousse, Paris, pp258-260.
- 19-BOUKRERIS F., 2008** – Contribution à l'étude des insectes gallicoles des chênes (*Hymenoptera, Cynipidae*) dans le massif forestier Zariéffet – Hafir.
- 20-BOVEY P., 1970-** Impact De l'insecte Déprédateur Sur La Forêt. N° spécial "La lutte biologique en foret" - R . F . F . XXII.
- 21-BRAHMI K., 2005-** Place des insectes dans le régime alimentaire des mammifères dans la montagne de Bouzeguène (Grande Kabylie). Thèse magister, INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL-HARRACH, 300 P.
- 22-CARLE P., 1975-** Problèmes posés par les ravageurs xylophages des conifères en foret méditerranéenne- REF. XXV I I.
- 23-CHABA B., 1983** - Etude de développement de jeunes plants de Pin d' Alep (*Pinus halepensis*) : Conséquences pratiques pour le reboisement en zone semi-aride. Thèse mag Agr. INA. El-Harrach 68p.
- 24-CHAKALI G., 1992.** Les insectes ravageurs du Pin d'Alep, *Pinus halepensis* Mill., en Algérie. Mém. Soc. r. belge Ent., 35, 505-509.
- 25-CHARARAS C. 1962:** Étude Biologique des Scolytides des Conifères. Enc. Ent. 37, Lechevalier, Paris, 555 pp
- 26- CHINERY M., 1983-**Les insectes d'Europe. Ed. Bordas. Paris, 380 p.
- 27-DAJOZ R., 1982.-**Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Ed Bordas, Paris, 503p.
- 28-DAJOZ R., 1980** – écologie des insectes forestiers. Ed. Gauthier Villars, Paris, 489p.
- 29-DAJOZ R., 1971-** Précis d'écologie. Ed. Dunot, Paris, 434p.

- 30- DALE et al., 2001-** Climate change and forest disturbances. *BioScience* 51:723–734.
- 31-Danks, H.V.,1996.** L'intégration plus large des études sur les insectes résistance au froid. *European Journal of Entomology* 93 (3): 383-403.
- 32-DAOUI A, DOUET J, MARCHEL R, ZERIZER A., 2007-** valorisation du bois de pin d'Alep pour déroulage : optimisation de son étuvage ; bois et forêts des tropiques. n0 294 (4) .p. 53.
- 33- EMBERGER. L., 1955-**Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Labo. Bot. et Zool. Fasc. Sci. Montpellier.* 143 p.
- 34- FINNAMORE, A.T. ,1996-** The advantages of using arthropods in ecosystem management. A brief from the Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods). 11 pp.
- 35-FRELICH L.E., 2002.** Forest Dynamics and Disturbance regimes: Studies from temperate evergreendeciduous forests. Ed. Cambridge Studies in Ecology. 754 p
- 36-GILLMANN M., 2010-**Impact des pathogènes sur le fonctionnement des arbres et leur importance dans les processus de dépérissement et de mortalité. Mémoire bibliographique. Université de Rennes. INRA. 19p.
- 37-GOSSELIN M., LAROUSSINIE O., GOSSELIN F. & BERGÈS L., 2004.** – Biodiversité et gestion forestière : pour une interaction croissante entre gestion et recherche. In *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique* (ed. M. Gosselin & O. Laroussinie), p. 41-56. Antony : Coédition GIP Ecofor - Cemagref Editions.
- 38- HAAVIK L.J., STEPHEN F.M ., FIERKE M.K., SALISBURY V.B. , LEAVITT S.W., BILLINGS S.A., 2008-** Dendrochronological parameters of northern red oak (*Quercus rubra* L. (*Fagaceae*)) infested with red oak borer (*Enaphalodes rufulus* (Haldeman) (*Coleoptera: Cerambycidae*). *Forest Ecology and Management* 255.
- 39-JOLY R p. ,1975 -**Les insectes ennemis des Pins. Ecole Nationale de Génie Rural des eaux et forêts. Nancy 2 vol 1(texte) 222p , 2 (Atlas) 45p.
- 40-KADIK Y . ,1983 -** Contribution à l'étude de Pin d'Alep(*Pinus halepensis* Mill) Thèse Doctorat. Faculté des Sciences et Thechnique Saint Jérôme
- 41-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.

- 42-KHELIFI L. , 1985** -Contribution à l'étude des propriétés physique et mécanique de la pâte de *Pinus halepensis* Mill. I.N.A, El-Harrach Alger, 81p
- 43-LACHGUEUR M., 2010** – Contribution à l'étude de l'entomofaune de la forêt domaniale de 127 M'Sila (w.Oran).Mem.Mag.For.Univ.Tlemcen, 105p.
- 44-LAMOTTE M., 1969** – Problème d'écologie. Echantillonnage des peuplements des animaux et milieu terrestre. Ed. Masson, Paris, 302p.
- 45-LEUTRECH B. , 1981-** Le reboisement dans la lutte contre la desertification . Thèse ing. INA, El-Harrach.
- 46-LETREUCH B.N., 1991** – Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. OPU, vol I et II, 641p.
- 47- MEDDOUR H. , 1983-** Contribution à l'étude de la croissance de *Pinus halepensis* Mill en relation avec les groupements végétaux dans la forêt de Bâinem.
- 48- MAELFAIT J. P et BAERT L., 1975-**Contribution to the knowledge of the arachno – and entomofauna of different woodhabitats. Part I. Sampled habitats, theoretical study of the pitfall method, survey of the captured taxa. Biologisch Jaarboek Dodonaea, 43: 179 – 196.
- 49-MEZALI M. 2003-**Rapport sur le secteur forestier en Algérie. .3ème session du forum des Nations Unis sur les forêts.. 9 p.
- 50- MATHYS G., 1988-**Principaux ennemis des cultures du Sahel. Organisation météorologique mondiale. Niger,: 112 – 113.
- 51-MONTERO G , CMELLAS I .et RUIS D. , 2001** -growth and yield model for *Pinus halepensis* Mill . Invest .Agr. Sist. Recur. For; 10 .p.24.
- 52-NAGELEISEN J.L, 2011-** Insectes et santé des forêts. INSEC T E S n ° 1 6 2 - (3). pp 29-31.
- 53-NAHAL. ,1962** - Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne par Pierre QUEZEL * et Marcel BARBERO
- 54-NAHAL., 1962** - Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Etude taxonomique . Phytogéographique. Ecologie et sylvicole.

- 55-NICHANE M. BOUCHIKHI TANI Z. et KHELIL M-A., 2012.** Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des traras occidentaux (Tlemcen-Algérie). *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, No. 2, 2013, pp 25-39.
- 56-QUEZEL P. , 1980 -** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. *Actualité s d'écologie forestière*. Edition Gautier-Villars. Paris, 205-255.
- 57-QUEZEL P.,1986-** Les pins du groupe «ha/epensis»: Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. *Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1*, 11-24.
- 58-QUEZEL P et BARBERO M. ,1992-** Le Pin d'Alep et les essences voisines: Répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France Méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne*, XIII(3), 158-170.
- 59-RAMADE F. 1984.** *Eléments d'écologie-écologie fondamental*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397p.
- 60-REMINI L., 2007-** Etude faunistique, en particulier l'entomofaune de parc zoologique de BEN-AKNOUN, thèse de magister, INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL HARRACH, 212p.
- 61-ROLE A. , 1983 -**Flore des arbres, arbustes et arbusseaux , Ed. Masson rustique 92p.
- 62-ROQUES A., 1983 -**Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France. Paris INRA, 134p.
- 63-SADI N ., 2005-**Etude d'aménagement Sylvo-cynégetique de la Réserve de Chasse de Zéralda sur 1034 ha .
- 64-SEIGUE A.,1985-**La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Maison neuve et Larose Edition. Paris. 502p.
- 65-SEIGUE A .,1987 -**la forêt méditerranéenne française. Ed sud 159.
- 66-SIMO N. et NAVARRETE E. (1990) :** Restauracion de la vegetacion en cuencas mediterraneas: repoblaciones en zonas aridas. *Ecologia* 1, 401–427.
- 67-SOUTH WOOD T. R. E.,1978 -**Ecological methods. Ed. Chapman and Hall, London, , 524p.
- 68-YESSAD. ,1988 -** Contribution à l'étude éco dendrométrique du *Pinus halepensis* Mill dans la zone sub humide littorale centre : cas de la forêt de Taourira Cherchell. Thèse mag. I.N.A. El-Harrach Alger 139p.

69-VIERA DA SILVA J. 1979. Introduction à la théorie écologique. Ed.Masson. Paris, 30 p.

70-WIGGINS, G.B.,1983 - Entomology and society. Bulletin of the Entomological Society of America 29: 27-29.

71-ZAMOUM M., 1998. Données sur la bio-écologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller. (Lep., Thaumetopoeidae) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie). Thèse de Doctorat, Université des Sciences de Rennes I, 247 p.

Annexe I : Liste des essences forestières de la R.C.Z

1. Strate arborescente :

Nom Commun	Nom Scientifique
Le Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis</i>
Le Pin des Canaris	<i>Pinus canariensis</i>
Le Pin maritime	<i>Pinus pinaster</i>
Le Pin pignon	<i>Pinus pinea</i>
le Cyprès vert	<i>Cupressus sempervirens</i>
le Cyprès bleu	<i>Cupressus arizonica</i>
Le Chêne liège	<i>Quercus suber</i>
Le Peuplier noir	<i>Populus nigra</i>
Le Peuplier blanc	<i>Populus alba</i>
le Frêne oxyphyle	<i>Fraxinus augustifolia</i>
l'Orme champêtre	<i>Ulmus campestris</i>
Le Filao	<i>Casuarina torulosa</i>
L'Eucalyptus	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus gomphocephala</i>
Le Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>

Source : (R.C.Z, 2003)

2. Strate Arbustive, Buissons et Lianes :

Nom commun	Nom scientifique
L'Oléastre	<i>Olea euporea sylvestris</i>
Le Pistachier lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>
Le chêne Kermès	<i>Quercus coccifera</i>
Le Filaria intermédiaire	<i>Philyrea media</i>
Le Filaria à feuilles étroites	<i>Philyrea angustifolia</i>
Le Nerprun alaterne	<i>Rhamnus alaternus</i>
Le Tamaris	<i>Tamarix galica</i>
Le Prunier sauvage	<i>Prunella vulgaris</i>

l'Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>
Le Genévrier de Phénicie	<i>Juniperus phoenicea</i>
Le Myrte	<i>Myrtus communis</i>
Le Catalycotome épineux	<i>Calycotome spinosa</i>
La Bruyère multiflore	<i>Erica multiflorus</i>
Le Cytise a trois fleurs	<i>Cytisus triflorus</i>
Le Palmier nain	<i>Chamaerops humilis</i>
Le Diss	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>
l'Aubépine monogyne	<i>Crataegus monogyna</i>
Le Genêt	<i>Genista tricuspidata</i>
La Lavande Stéchade	<i>Lavandula stoechas</i>
Le Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>
Le Ciste a feuille de sauge	<i>Cistus salvifolius</i>
Le Ciste de crête	<i>Cistus monspeliensis</i>
Le Rosier sauvage	<i>Rosa sempervirens</i>
Les Ronces	<i>Rubus ulmifolius</i>
L'Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>
L'Asperge blanche	<i>Asparagus albus</i>
La Clématite a vrilles	<i>Climatis cirrosa</i>
La Clématite flammule	<i>Climatis flammula</i>
Le Rubia	<i>Rubia perigrina</i>
La Salsepareille	<i>Smilax mauritanica</i>
Le Lierre	<i>Hedera helix</i>
Le Roseau commun	<i>Phragmites australis</i>

Source :(R.C.Z, 2003)

3. strate herbacée :

Nom commun	Nom scientifique
La Folle avoine	<i>Avena sterilis</i>
L'avoine bromoïde	<i>Avana bromoïde</i>
Brome stérile	<i>Bromus sterilis</i>
Luzerne bardane	<i>Medicago hispida</i>
Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>
Moutarde blanche	<i>Sinapis alba</i>
Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>
Mauve sylvestre	<i>Malva sylvestris</i>
Fenouil sauvage	<i>Ridolfia segetum</i>
Bourache	<i>Borago officinalis</i>
Mourons des champs	<i>Anagalis arvensis</i>
Inule visqueuse	<i>Inula viscosa</i>
Asphodèle a petits fruits	<i>Asphodelus microcarpus</i>
Asphodèle fistuleux	<i>Asphodelus fistulosus</i>
Urginée maritime	<i>Urginea maritima</i>
Marrube	<i>Marrubium vulgare</i>
Arum	<i>Arum arisarum</i>
Euphorbe réveille	<i>Euphorbia helioscopia</i>
Coquelicot	<i>Papaver sp</i>
Le chardon	<i>Galactites tomentose</i>
Scolyme tacheté	<i>Scolymus maculatus</i>
Scolyme d'Espagne	<i>Scolymus hispanicus</i>
Atractyle chardon	<i>Atractylus carduus</i>
Centauree d'Algérie	<i>Centaurea algeriensis</i>
Atractyle	<i>Atractyle gummifera</i>
Atractyle a plusieurs têtes	<i>Atractyle polycephala</i>
Atractyle nain	<i>Atractyle humilis</i>
Vesce cultivée	<i>Vicia sativa</i>
Chicorée sauge	<i>Cichorium intybus</i>

Chardon a ailes épineuses	<i>Carduus pycnocephalus</i>
Chrysanthème couronné	<i>Chrysanthemum coronarium</i>
Chrysanthème des moissons	<i>Chrysanthemum segetum</i>
Anacycle en massue	<i>Anacyclus clavatus</i>
Camomille champêtre	<i>Ormenis praecox</i>

Source : (R.C.Z, 2003)

Annexe II : Liste des espèces de la faune mammalienne de la R.C.Z

Nom commun	Nom scientifique
Le Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Le Lièvre du cap	<i>Lepus capensis</i>
Le Sanglier	<i>Sus scrofa</i>
Le Cerf d'Europe	<i>Cervus elaphus elaphus</i>
Le Chacal doré	<i>Canis aureus</i>
Le Chat forestier	<i>Felis sylvestris</i>
La Genette commune	<i>Genetta genetta</i>
La Musaraigne musette	<i>Crocidura russula</i>
Le Hérisson d'Algérie	<i>Atelerix algirus</i>
Le Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>
Le Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>
Le Rat noir	<i>Rattus rattus</i>
La Belette	<i>Mustela nivalis</i>
La Mangouste	<i>Herpestes ichneumon</i>

Source : (R.C.Z, 2003)

Annexe III : liste des espèces de la faune avienne de la R.C.Z

Nom commun	Nom Scientifique
La Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>
Le Milan noir	<i>Milvus migrans</i>
La Buse variable	<i>Buteo rufinus</i>
La Buse féroce	<i>Tringa hypoleucos</i>

Le Chevalier combattant	<i>Philomachus pugnax</i>
L'Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>
Engoulevent a collier roux	<i>Caprimulgus ruficollis</i>
La Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>
la Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>
L'Elanion blanc	<i>Elanus caeruleus</i>
Le Hibou Moyen-Duc	<i>Asio otus</i>
Le Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
La Fauvette a tête noire	<i>Sylvia articapilla</i>
La Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>
Le Hibou Grand-duc	<i>Bubo bubo</i>
L'Etourneau unicolore	<i>Sturnus unicolor</i>
L'Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>
Le pigeon biset	<i>Columba livia</i>
Le pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>
La Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>
Le Merle noir	<i>Turdus merula</i>
La Mésange bleu	<i>Parus caeruleus</i>
La Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>
Le Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>
Le Serin cini	<i>Serinus serinus</i>
La Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>
La Grive musicienne	<i>Turdus viscivorus</i>
La Grive draine	<i>Fulica atra</i>
La Foulque macroule	<i>Anas platyrhynchos</i>
Le Canard colvert	<i>Fulica atra</i>
Le Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>
La Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
Le Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>
Le Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>
Le Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>
La Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>
La Beccroisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>

La Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
La Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
La Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
Le Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>
Le Bulbul des jardins	<i>Pycnonotus barbatus</i>

Source : (R.C.Z, 2003)

Annexe IV : Liste des espèces de la faune herpétologique et batracologique de la R.C.Z

Nom commun	Nom scientifique
La Tortue grecque	<i>Testudo graeca</i>
La Couleuvre de Montpellier	<i>Malpolon monspessulanus</i>
La Grenouille	<i>Rana sp</i>
Le crapaud	<i>Bufo bufo</i>
La Salamandre tachetée	<i>Salamandra salamandra</i>
La tortue bourbeuse (Cistude d'Europe)	<i>Emys orbicularis</i>

Source : (R.C.Z, 2003)

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I
Données
bibliographique sur le
Pin d'Alep (*Pinus*
***halepensis*)**

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude : la Réserve de Chasse de Zéralda

Chapitre III

Matériel et méthodes

PARTIE
EXPÉRIMENTALE

Chapitre IV

Résultats et

Interprétation

Chapitre V

Discussion

CONCLUSION GÉNÉRALE

Références bibliographiques