

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Agronomie

Spécialité : Protection des forêts



*Contribution à l'étude de l'état sanitaire des
cônes et des graines du pin noir (Pinus nigra)
au niveau du Parc National de Djurdjura*

Réalisé par :

➤ *M^{elle} BEDRANE Lydia et M^{elle} BOUSSAFEUR Zahia*

Membres du jury :

- ❖ Présidente : M^{me} MEDDOUR- SAHAR O. Professeur UMMTO
- ❖ Promotrice : M^{me} LEKMACHE-ARABDIOU Y. MAA UMMTO
- ❖ Examinatrice : M^{elle} SETBEL S. MCA UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

*On remercie tout d'abord **ALLAH** tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons avant tout à remercier Madame **LEKMACHE-ARABDIYOU Yasmina** Maître assistante à l'Université de Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, qui nous a encadrés, pour les nombreux conseils qu'elle nous a donnés, sa gentillesse, son attention, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail pour la réalisation de ce mémoire.*

*On tient à exprimer nos vifs remerciements et nos gratitude à Madame **MEDDOUR, SAHAR Ouahiba**, Professeur à l'Université de Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, qui nous a fait aimer la foresterie, et qui nous a honoré de présider le Jury, d'examiner notre travail.*

*Nous remercions également Madame **SETBEL Samira**, Maître de conférence (A) à l'Université de Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour avoir accepté d'examiner notre travail ainsi pour son aide précieuse pour la détermination des espèces récoltées.*

*Nous remercions également à Monsieur **RABHI Khellaf** Professeur à l'Université de Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, qui nous a aidé à réaliser notre étude statistique et pour ses conseils judicieux.*

*Nos sincères gratitude à Monsieur **MEDDOUR Rachid** Professeur à l'Université de Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, pour la qualité de son enseignement, sa patience, ses conseils donnés au niveau de la réflexion scientifique et son intérêt incontestable qu'il porte à tous les étudiants.*

*On remercie également **Mr DEHMOUCHE Ahmed**, Directeur du Parc National de Djurdjura qui a accepté aimablement notre accès à la station et à la bibliothèque du parc, Melle **CHABI Loundja** qui a mis à notre disposition le matériel biologique et une documentation précieuse, à **Mr ALLILECHE et Mr TOUMI** pour leurs aide et leurs orientation. Toute notre reconnaissance et remerciements à **Mr BAHI et Mr BOULIL**, gardes forestiers du Parc pour leur contribution et leur aide durant la période d'expérimentation*

Nous adressons nos sincères remerciements à nos parents pour leurs sacrifices et encouragements ainsi que toutes nos familles.

En fin nous tenons à remercier nos amis et toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail ;

A la mémoire de mon grand-père « Mouloud », mon plus fort repère, la source de mes efforts, merci pour ce que tu as été pour moi, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir. Que ton âme repose en paix.

A mes très chers parents, racine d'espoir, lumière de mes jours qui m'a toujours encouragé dans la vie et pour m'avoir soutenue à toute épreuve, et surtout pour leur éducation qui m'a permis d'arriver à ce stade, que Dieu les bénisse.

A mon unique frère « Mohamed » que j'aime très fort et pour toujours je le souhaite beaucoup de succès et de réussite.

A mon très chers oncle « Smaïl » qui est toujours présent et prêt pour me soutenir.

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur « Nabil » pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé.

A toute ma famille, mes amis (e).

A ma binôme et sa famille.

ZAHIA

Dédicaces

*Je tiens à dédier ce modeste travail tout
particulièrement :*

*A mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse
exprimer mes sentiments , pour tous leurs sacrifices,
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs
prières tout au long de mes études.*

*A mes chers frères ALI , NOURDINE , MOUMOUH
pour leur appuis et leur encouragements*

*A ma très chères Tante OUIZA qui as toujours était
la pour moi , que ce travail soit l'accomplissement
de tes vœux tant allégués, et le fruit de ton soutien
infaillible , merci d'être toujours la pour moi*

A toute ma famille et mes Amis

A ma binôme et sa famille

LYDIA

Liste des figures

Figure 01 : Caractères botanique de <i>Pinus nigra ssp mauretana</i>	07
Figure 02 : Cycle de reproduction chez le pin noir du Djurdjura	08
Figure 03 : Aire de répartition schématique du Pin noir et ses différentes sous-espèces en région méditerranéenne	11
Figure 04 : <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	16
Figure 05 : <i>Acantholyda erythrocephala</i>	17
Figure 06 : <i>Hylobius radicis</i>	17
Figure 07 : <i>Tomicus piniperda</i>	18
Figure 08 : Situation géographique du PND (Google Maps).....	20
Figure 09 : Le zonage du Parc National de Djurdjura (PND)	24
Figure 10 : Carte de répartition du Pin noir selon l'exposition dans la station de Tigounatine	30
Figure 11 : Position géographique du peuplement de Pin noir à Tigounatine	31
Figure 12 : Courbe de l'accroissement de la pluie avec l'altitude.....	32
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la station de Tigounatine de 2000 à 2009.....	36
Figure 14 : Projection de la station de Tigountine sur le Climagramme d'EMBERGER (QUEZEL, 1976) Durant la période 2000-2009	38
Figure 15 : pots barber	40
Figure 16 : les Assiettes jaunes	41
Figure 17 : La récolte des insectes	41
Figure 18 : Préparation des échantillons	42

Figure 19 : Cône de <i>Pinus nigra</i> présentant un trou d'insect	43
Figure 20 : Cône présentant un écoulement de résine	43
Figure 21 : Mesure des cônes à l'aide d'un pied à coulisse	43
Figure 22 : Les différentes catégories de graines de <i>Pinus nigra</i>	44
Figure 23 : Fréquences des individus collectés par ordre.....	54
Figure 24 : Taux d'attaques des cônes dans les différentes boîtes.....	59
Figure 25 : Taux d'attaques des différentes catégories de graines.....	60
Figure 26 : <i>Geotrupes</i> sp	64
Figure 27 : <i>Apis mellifera</i>	65
Figure 28 : <i>Nemastomella</i> sp	66
Figure 29 : <i>Messor structor</i>	67

Liste des tableaux

Tableau N°01 : classification du pin noir selon GOUSSEN et al. (1982)	04
Tableau N°02 : Classification du pin noir selon CRONQUIST (1988)	04
Tableau N°03 : caractères botanique du pin noir de Tikjda	06
Tableau N°04 : Communes limitrophe du territoire du PND	21
Tableau N°05 : Les différentes unités biologiques au sein du P.N.D (2013).	25
Tableau N°06 : la valeur du quotient pluviométrique pour Tigounatine à 1540 m d'altitude. 37	
Tableau N°07 : La valeur de l' indice d' arido-humide	37
Tableau N°08 : Espèces inventoriées au niveau de la station de Tigounatin.....	49
Tableau N°09 : les espèces récoltées a l'aide des pots barber	50
Tableau N°10 : les espèces récoltées a l'aide des pièges colorées	51
Tableau N°11 : Effectifs et fréquences centésimales des espèces capturées dans notre station d'étude	52
Tableau N°12 : Effectifs et taux des individus capturés en fonction des ordres	53
Tableau N°13 : Constance des espèces capturées dans la station d'étude	56
Tableau N°14 : valeurs des indices de Shannon Weaver (H), de la diversité maximale (H max) et de l'équitabilité (E).....	57
Tableau N°15 : Taux d'attaque des cônes de <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>Mauretunica</i>	58
Tableau N°16 : Catégories des graines et leurs taux d'attaque	60
Tableau N°17 : Dimensions des cônes.....	62
Tableau N°18 : Les circonférences et l'effectif d'insectes par arbre	63
Tableau N°19 : Analyse de la variance des insectes dans différents types de pièges (GLM) 64	

Liste des abréviations

%: Pourcentage.

AFC: Analyse Factorielle des Correspondances

al: Collaborateurs.

°C: Degré Celsius.

cm: Centimètre.

DGF : Direction Générale des Forêts.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

Ind: Indéterminée.

jr : Jours.

Km: kilomètre.

m: Mètre.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

N° : Numéro.

S : Seconde.

Sp: Espèce.

Sub sp: Sous espèce.

PND : Parc National de Djurdjura

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Généralité sur le pin noir	
I.1. Historique	03
I.2. Taxonomie du pin noir	04
I.3. Les caractères botaniques de l'espèce (<i>Pinus nigra</i>)	05
3-1. L'arbre.....	05
3-2. Feuillage	05
3-3. Le fruit	06
3-4. Les caractères botaniques du pin noir du Djurdjura	06
I.4. Le cycle phénologique du pin noir subsp. <i>mauretunica</i>	07
I.5. Répartition géographique du Pin noir	09
5.1. Dans le monde	09
a) Aire naturelle	09
b) Aire artificielle	09
5.2. En Algérie	10
a) Aire naturelle	10
b) Aire artificielle	10
I.6. L'écologie de l'espèce	12
6.1. Altitude.....	12
6.2. Température	12
6.3. La pluviométrie	12
6.4. Le climat.....	13
6.5. Le sol.....	13

I.7. Le cortège floristique	13
I.8. Les ennemis de <i>Pinus nigra</i>	14
8.1. Les incendies	14
8.2. Le pâturage	14
8.3. Le tourisme	15
8.4. La régénération	15
8.5. La pollution	15
8.6. Les insectes ravageurs et champignons.....	15
a) . <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	15
b) . <i>Acantholyda erythrocephala</i>	16
c) <i>Hylobius radicis</i>	17
d) <i>Tomicus piniperda</i>	18

Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Site d'étude (PND).....	19
I. 1. Aperçu historique du Parc National du Djurdjura	19
I. 2. Localisation et limites géographiques	19
I. 3. La superficie et le zonage du parc	22
3.1. Superficie	22
3.2. Zonage	22
I. 4. Occupation des terres	24
I. 5. Climat et bioclimat.....	25
5. 1) Pluviométrie et Températures	25
5. 2) la neige	26
5. 3) l'humidité de l'aire et le brouillard	26

5. 4) le vent.....	26
I. 6. La biodiversité du PND	27
6. 1) la flore	27
6. 2) la faune.....	28
II- Présentation de la zone d'étude.....	28
II. 1- Délimitation géographique.....	28
II.2- Facteurs physiques de la station de Tigounatine	29
2-1-Topographie et relief.....	29
2-2-Géologie	29
2-3- Pédologie.....	29
II. 3- facteurs climatiques de la station de Tigounatine.....	32
3-1- Pluviométrie.....	32
3-2-Températures	33
3-3--Le vent	33
3-4- La neige	33
3-5- Grêle	34
3-6- Le gel	34
II. 4- Synthèses Climatiques.....	34
4-1-Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	34
4-2 Quotient pluviothermique d'EMBERGER Q2.....	35
4-3 Indice d'arido -humide de GIACOBBE.....	37
4-4 Climagramme d'ENBERGER.....	37
III. Matériel utilisé.....	38
III.1. La récolte des insectes	39
1-1- Pots barber	39

1-2- Les assiettes jaunes	40
III.2. La récolte des cônes	42
a) Préparation des échantillons.....	42
b) Estimation du taux d'attaque des cônes	42
c) Mesure des cônes	43
d) Estimation du taux d'attaque des graines par cône	44
III.3. Identification des espèces d'insectes	44
3-1-Préparation des échantillons et détermination des espèces	44
IV- Indices écologiques.....	45
IV-1- Richesse spécifique	45
1-1- Richesse totale (S).....	45
1-2- Richesse moyenne.....	45
IV-2- Notion de fréquence	45
IV-3- Notion de constance	46
IV-4- Indice de diversité de Shannon-Weaver (H).....	47
IV-5-Indice d'équipartition ou d'équitabilité (E)	47
IV-6- Matrice de corrélation.....	48

Chapitre III : Résultats et Discussions

I-Inventaire de l'entomofaune de la pinède de Tigounatine	49
I-1-Espèces répertoriées	49
I-2-Liste des espèces rencontrées par méthodes	50
2-1-pots barber	50
2-2- pièges colorés	51
II-Exploitation des résultats par les indices écologiques	52
II-1-Frèquence centésimale	52
A-Résultat.....	52

B- Discussion	54
II-2-La constance	56
A. Résultat	56
B- Discussion	57
II-3- Indice de diversité de Shannon –Weaver et indice d'équitabilité	57
A- Résultat.....	57
B- Discussion	58
III-Importance des attaques au niveau des cônes et les graines	58
III-1-Taux d'attaque des cônes de <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>Mauretania</i>	58
A-Résultat.....	58
B-Discussion	59
III-2-Taux d'attaques des graines	60
A-Résultat	60
B-Discussion	61
III-3- La longueur et la largeur des cônes	62
A-Résultat.....	62
B-Discussion	62
IV- Corrélation entre la circonférence des arbres et l'effectif des insectes inventoriés	63
A-Résultat.....	63
B-Discussion	63
V- Calcul du degré de signification	64
A-Résultat.....	64
B-Discussion	64
VI- Quelques insectes inventoriés de la pinède de Tigounatine	64
Conclusion	68

Une forêt est un milieu naturel où vivent une multitude d'espèces animales et végétales. Elles ont toutes besoin les unes des autres, mais aussi de la forêt pour vivre. On dit qu'une forêt est un écosystème. (ARABDIOU ,Y 2005)

Les forêts méditerranéennes constituent des écosystèmes remarquables, du point de vue diversité biologique en termes de flore et de faune, mais aussi un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé, et la forêt algérienne ne fait pas exception. (OUYED , A et BEGRICHE ,M 2020)

Aujourd'hui, la biodiversité faunistique et floristique est de plus en plus menacées à l'échelle internationale. Chaque jour des espèces disparaissent et d'autres sont en voie de disparition, résultat de l'impact des facteurs anthropique (MYERS , 2003 MITTERMEAIR et AL, 2004) in (S. TAS, 2018).

Le Parc National du Djurdjura abrite une biodiversité exceptionnelle, qui lui a valu une reconnaissance mondiale et d'être classé comme une réserve de biosphère. La biodiversité forestière est en régression dans la plupart des régions forestières d'Algérie. En effet, outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise la forêt méditerranéenne et les formations végétales, en Algérie, la forêt continue à subir des pressions diverses et répétées réduisant considérablement ses potentialités végétales. (CHEKAOUI ,O et OUAMROUCHE , S 2017)

Le pin noir représente un exemple de ces espèces menacées. En Algérie, le pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica*) représente une essence forestière relique, endémique du Maghreb et très rare, son aire de répartition se limite au parc national du Djurdjura. Actuellement, il subsiste dans la cédraie de Tigounatine à Tikjda, son unique localité algérienne, entre 1450 et 1650 m d'altitude, où il forme un petit peuplement résiduel, composé de quelques 400 individus (MEDDOUR, 2010).

C'est une essence forestière menacée d'extinction par au moins deux phénomènes directs: l'absence de régénération naturelle sur de longues périodes et les incendies. A ces deux phénomènes, il faut ajouter l'action anthropique (ASMANI , 2003).

L'objectif de notre travail est d'apporter une contribution à l'étude de l'état sanitaire des cônes et les graines du pin noir de la station de Tigounatine, afin d'affirmer ou infirmer la bonne régénération de cette précieuse essence et ce par l'étude de l'état de l'organe responsable de sa régénération c'est-à-dire : son inflorescence. D'autre part, nous avons réalisé un inventaire qualitatif et quantitatif de la faune présente à proximité du pin noir

(*Pinus nigra ssp. mauretunica*), qui donnera une idée sur la richesse faunistique du sol qui abrite cette essence et s'il y'aurai présence éventuellement d'espèces nuisibles susceptibles d'occasionner à court ou à long terme, des dégâts sur la régénération et la production de cette sous-espèce déjà menacée d'extinction.

Pour ce faire nous avons scindé notre travail en trois chapitres. Le premier chapitre de cette étude portera sur des généralités du pin noir (*Pinus nigra*) et un aperçu bibliographique sur les ennemis naturels de cette espèce.

Le second chapitre, traitera la présentation de la zone et le site d'étude, il est consacré aussi à la méthodologie adoptée sur le terrain et au laboratoire, ainsi que les méthodes d'analyse des données.

En fin, le troisième chapitre exposera les résultats et les discussions et s'achevé par une conclusion.

Chapitre I :
Généralité sur le pin noir

I.1. Historique

Le pin noir est une essence majeure et de grande valeur dans les forêts méditerranéennes dont il occupe une superficie de 3 500 000 ha (**HOUERO , 1981**).

Pinus nigra est considéré comme une espèce indigène en France en 1800 par le botaniste allemand **Salzman**.

Aujourd'hui, la région méditerranéenne rassemble plusieurs espèces dont l'espèce collective *Pinus nigra*, représentée par plusieurs sous-espèces et variétés localisées dans les montagnes (**QUEZEL, 1980**).

Le genre *Pinus nigra* est représenté comme une essence forestière relique, rare et menacé d'extinction en Algérie.

Actuellement, il végète dans la cédraie de Tigounatine à Tikjda, son unique localité algérienne, entre 1450 et 1650 m d'altitude, où il forme un petit peuplement résiduel, composé de quelques 400 individus, dont les plus gros avoisinent 200 ans (**MEDDOUR, 2010**). C'est une espèce endémique algéro-marocaine menacée de disparition notamment par l'absence de régénération naturelle sur de longues périodes et les incendies récurrents (**MEDDOUR , 2010**).

Le pin noir est une espèce montagnaise qui présente une certaine rusticité vue sa résistance a la sécheresse de l'air, à la dessiccation du sol durant la période estivale (juin _aout), aux neiges persistantes, et son aptitude de croitre sur un sol peu évolué.

Il a été découvert en 1922 par un brigadier forestier **SOULIER** au versant sud du Djurjdura.

Au mois de mai 1927, **MAIRE** et **PEYER** en compagnie de **POITIER** étudient sur place le pin de Tikjda, à cette époque il y avait déjà des arbres qui dépassaient 200 ans, ce qui permet d'exclure l'introduction de l'espèce et confirmer son endémisme.

I.2.Taxonomie du pin noir

Tableau 01 : classification du pin noir selon **GOUSSEN** et *al* (1982)

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Gymnospermes
Classe	Conifères
Ordre	Coniférales
Famille	Pinaceae
Genre	<i>Pinus</i>
Espèce	<i>Pinus nigra</i>
Sous-espèce	<i>Ssp.mauretanica</i>

Tableau 02 : Classification du pin noir selon **CRONQUIST** (1988) :

Règne	Plantae
Sous-règne	Viridiaeplantae
Division	Pinophyta
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Pinacées
Genre	<i>Pinus</i>
Espèce	<i>Pinus nigra</i>

Selon **QUEZEL** et **MEDAIL (2003)** on distingue six (06) sous-espèces selon leurs critères biogéographiques et leurs caractères morphologiques :

1. La subsp. *laricio* : présente en Corse (45 000 ha), localise également sur les substrats acides, et sur l'Etna en Sicile (54 000 ha). (**GERBER, 1989**)
2. La subsp. *Mauretunica* : rencontrée dans le Rif calcaire au Maroc et au Djurdjura en Algérie. (**MAIRE et PEYERIMH**)
3. La subsp. *salzmani* : repartie en Espagne orientale et en France. (**DEBAZAC,1977**)
4. La subsp. *nigra* : réunit les peuplements d'Autriche (80 000 ha), Alpes orientales, et dans les monts Balkans (**DEBAZAC,1971**), elle est représentée aussi en Italie (**QUEZEL,1980**).
5. La subsp. *dalmatica* : elle occupe une superficie en Croatie dans les îles du dalmate (îles de Brac et Hvar), aussi dans les Alpes Dinariques. (**DOMAC,1965**)
6. La subsp. *pallasiana* : se localise dans les peuplements d'Anatolie méditerranéennes et de Grèce, aussi les chaînes pontiques. (**QUEZEL,1980**)

I.3. Les caractères botaniques de l'espèce (*Pinus nigra*)

3-1. L'arbre

Le pin noir (*pinus nigra* Arnold) est un grand arbre des conifères, sa taille atteint 20 à 50 mètres de haut. Généralement le tronc est bien droit, il peut avoir jusqu'à deux (02) mètres de diamètre, son écorce de couleur gris-clair à gris-brun foncé, crevassé sur les sujets âgés. Les branches de cet arbre sont étalées, avec une cime pyramidale et brusquement rétréci, élargissent de plus en plus avec l'âge. Les bourgeons ovoïdes, pointus à écailles plus ou moins opprimés. (**ASMANI,1993**)

3-2. Feuillage

Les feuilles, nommées aiguilles sont persistantes et fasciculées par deux (02) dans une gaine, elles sont de couleur vert-jaune à vert foncé selon la sous-espèce, et ont huit (08) à vingt (20) cm de longueur, et d'un (01) à deux (02) mm de diamètre. (**ISAJEV et al.,2003**)

3-3. Le fruit

Le fruit de cette espèce sont des cônes sessiles, de forme ovoïdes, disposés horizontalement et possèdent des écailles. Ils sont de petite taille dont 4 à 8 cm de long et 2 à 4 cm de large, leur couleur est de vert-clair au jaune-brun a la maturité. Les cônes mûrissent en mois de septembre ou octobre après deux ans de la pollinisation, ces derniers possèdent des graines d'une longueur de 3 à 4 mm munies d'une aile transparente d'environ 15 mm qui favorise la dissémination. Une fois les cônes sont matures les écailles s'ouvrent et libèrent les graines. (DEBAZAC,1963 et 1977)

3-4. Les caractères botaniques du pin noir du Djurdjura

En ce qui concerne les caractères botaniques du pin noir de Tikjda (*Pinus nigra* ssp. *mauretanica*) sont présents au niveau du tableau suivant :

Tableau 03 : caractères botaniques du pin noir de Tikjda

Taille de l'arbre	Un arbre dont la hauteur est de 25 m et une circonférence de 3 m , le tronc est droit (ADJAOUD, 2005).
Rhytidome	Il est d'une couleur gris, brun grisâtre, crevassé et en plaque (ASMANI,1993).
Rameaux	Jaune orangé (CHALABI,1980).
Aiguilles	Sont d'une couleur vert-clair, souples, piquantes, fasciculées par deux, 9,70 cm à 10,13 cm de long et 1,17 mm à 1,60 mm de large (ABDELLI et MOALI,1996), possédant des canaux résinifères (9-14) (ADJAOUD et AIDROUS,1992).
Cônes	Coniques, écaillés, brun clair, 5,53 cm à 6,28 cm de long (ABDELLI et MOALI,1996).
Graines	Sont longues de 5,67 mm à 7,34 mm et large de 2,80 mm à 3,64 mm, portent des ailles transparentes (ABDELLI,2002).

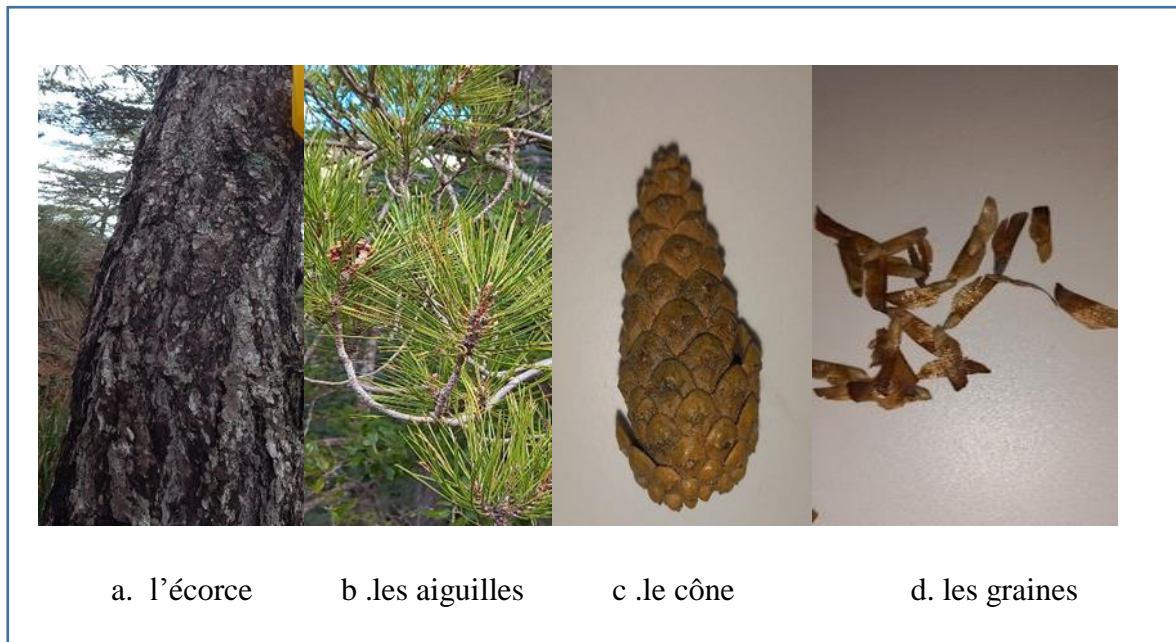


Fig 01 : Caractères botanique de *pinus nigra* ssp *mauretana* (originale)

I.4. Le cycle phénologique du pin noir subsp. *mauretana*

La connaissance des différents stades du cycle phénologique de cette espèce nous permet de prévoir les périodes de récolte du matériel végétal, cela se réalise sur la base d'une étude morphologique et anatomique des arbres.

Selon (ASMANI,1988) le pin noir de Djurdjura est une espèce monoïque à fleurs unisexuées, présente un cycle phénologique de deux ans et deux mois.

Le cycle commence par l'apparitions des chatons males à la fin du mois de février, qui sont d'une couleur jaune sur les rameaux moins vigoureux.

Un mois après, apparaissent les inflorescences femelles (les cônes) qui sont pourpre foncé, se localisant sur les pousses vigoureuses de la partie supérieure de la cime, arrivent à la maturation vers Juin ou au début Juillet en même temps que les fleurs males afin d'assurer la pollinisation vers la fin de l'été.

Après la pollinisation anémophile, les bractées des inflorescences femelles (cônelets) se renferment et se lignifient puis rentrent en dormance .

Dès la reprise de la végétation au printemps (année N+1) le cônelet entame une phase de croissance et leur taille définitive est atteinte en été puis se lignifie et cesse toute activité jusqu'à la saison végétative suivante.

Au mois de Mars, une déhiscence des cônes exposés aux premières chaleurs et libèrent les graines qui seront dispersées par le vent (année N+2). (ASMANI,1993)

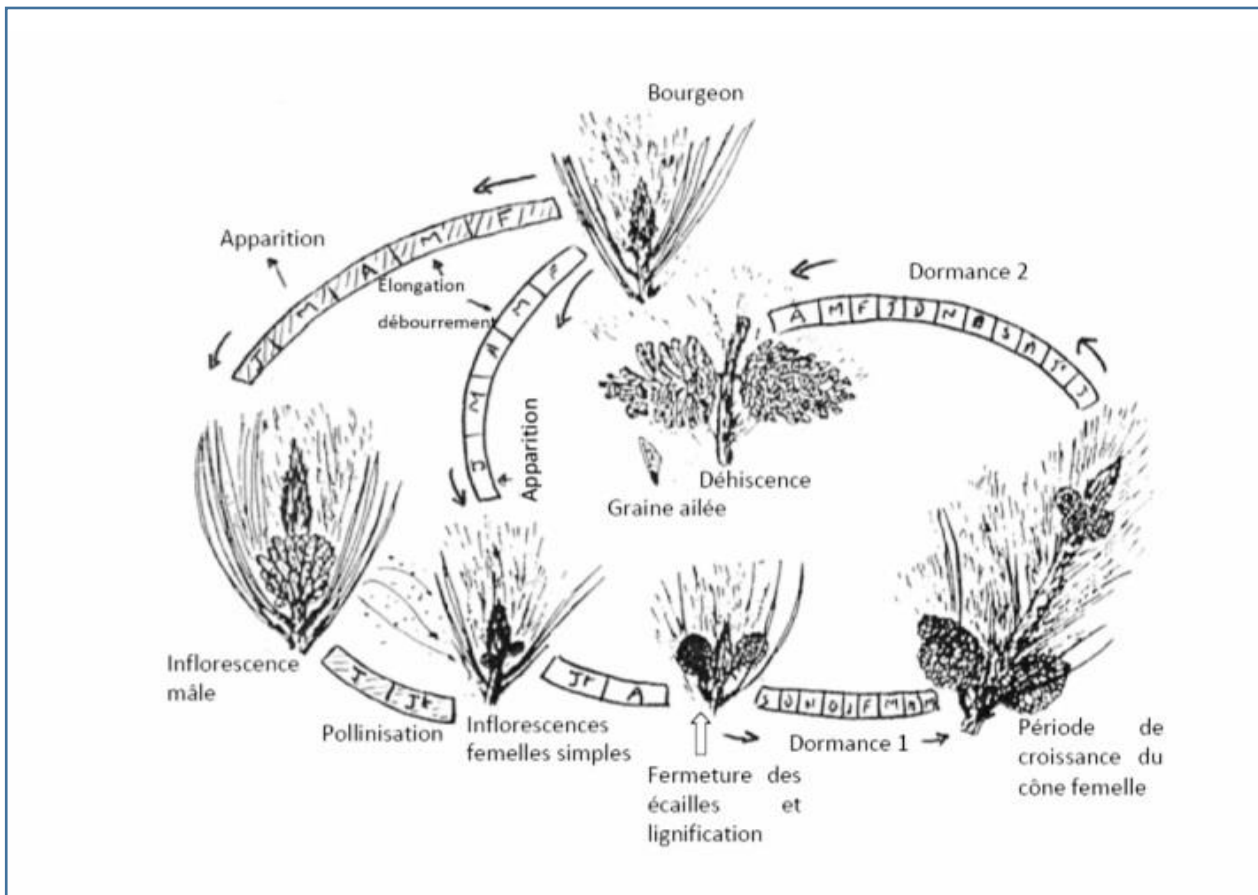


Fig 02 : Cycle de reproduction chez le pin noir du Djurdjura (ASMANI,1993)

I.5. Répartition géographique du Pin noir

5.1. Dans le monde

a) Aire naturelle

Le pin noir est présent sur 03 continents (ASIE, AFRIQUE, EUROPE) et dans 13 pays (GERBER, 1989 ; GERBER et al.1995).

D'après ROMAN AMAT (1984), cette espèce est répartie sur toute la bordure septentrionale du bassin méditerranéen, de l'Espagne à la Turquie orientale (Espagne, France, Italie, Autriche, ex-Yougoslavie, Bulgarie, Albanie, Roumanie, Grèce, Turquie, Crimée) et, localement, dans les montagnes de l'Atlas en Afrique du Nord (Maroc, Algérie).

Aire de répartition de *Pinus nigra* Arnold est discontinue c'est pour cela qui est considérée comme une espèce collective composée de six sous espèces principales (QUEZEL et MEDAIL 2003), elle constitue une des essences majeures des forêts méditerranéennes, ou il occupe une superficie qui est environ 2300 000 ha (BOJOVIC, 1995).

La sous espèce *mauretanica*, se trouve dans quelques stations du Rif occidental au Maroc et quelques centaines de pieds mélangés au cèdre dans le Djurdjura (SEIGUE, 1985).

Les peuplements naturels de cette espèce occupent des superficies variables d'un pays à un autre (DEBAZAC, 1971) :

- Espagne : 40 000 ha.
- Autriche : 80 000 ha
- Corse : 22 000 ha
- Calabre : 50 000 ha.
- Turquie : 1 million ha.

b) Aire artificielle

Le pin noir est une espèce intégrée dans les reboisements en Europe dès le XIX siècle, et pour améliorer les pratiques de reboisement, les sylviculteurs se sont basés sur la sélection des meilleures sources de graines tel que (peuplements naturels d'Autriche, de Corse et de Calabre DEBAZAC (1971).

Les qualités rustique, économique et esthétique du Pin noir ont fait de cet arbre une espèce de prédilection pour les reboiseurs, notamment en Europe (**ADJAUD, 2005**).

D'après (**VAN HAVERBEKE, 1990**), *Pinus nigra* est parmi les premier arbres introduit au Etat Unis, signalé en culture 1759, il est planté dans les états de nord-ouest, autours des grands lacs et il est naturalisé dans ces zones. Aujourd'hui il est l'une des espèces ornementales les plus répandues aux Etats-Unis.

Le pin noir d'Autriche a été utilisé intensivement pendant le 19^{ème} et au début du 20^{ème} siècle dans le grand programme de reboisement selon (**ISAJEV et al 2004**).

5.2. En Algérie

a) Aire naturelle

En Algérie, le pin noir n'est localisé qu'au versant sud du parc national du Djurdjura dans la wilaya de Bouira ou il occupe trois stations d'importance inégale concernant le nombre d'individus (**ASMANI, 2003**).

Elle est restreinte est limitée à trois petites stations dans la région de Tikjda sur le versant sud du Djurdjura selon **MULLER (1986)**

- La forêt de Tigounatine ou le nombre de sujet s'élèverai selon lui à 600, les semis compris.
- Le Djebel Taouielt ou se trouve une vingtaine de sujet.
- La station de Tikjda qui comprend environ une dizaine de sujet à proximité de la route à une exposition sud.

b) Aire artificielle

En Algérie, Muller (**1986 in ASMANI, 1993**), rapporte que des reboisements de pin noir ont été réalisés depuis le début des années trente dans différentes stations : Tala-Rana, Meurdja, Chréa et Tala-Guillef.

Le premier reboisement en Algérie a été réaliser a Tala Rana (commune de saharij, wilaya de Bouira) a base des graines et cela à partir des graines issues du peuplement naturel de Tikjda, mais cette plantation a été victime de deux incendies en 1979 et seul une vingtaine d'arbres ont survécu (**MULLER 1986**).

D'autres tentatives d'introduction sont à signaler dans l'arboretum de Merja (wilaya de Blida) dans l'atlas blidien. Ce peuplement a été complètement détruit par le feu (CHALABI 1980) état de Tala Guilief en 1984.

Le reboisement du pin noir qui a été fait au parc national de Cheréa a subi une pression anthropique associée aux incendies répétés.

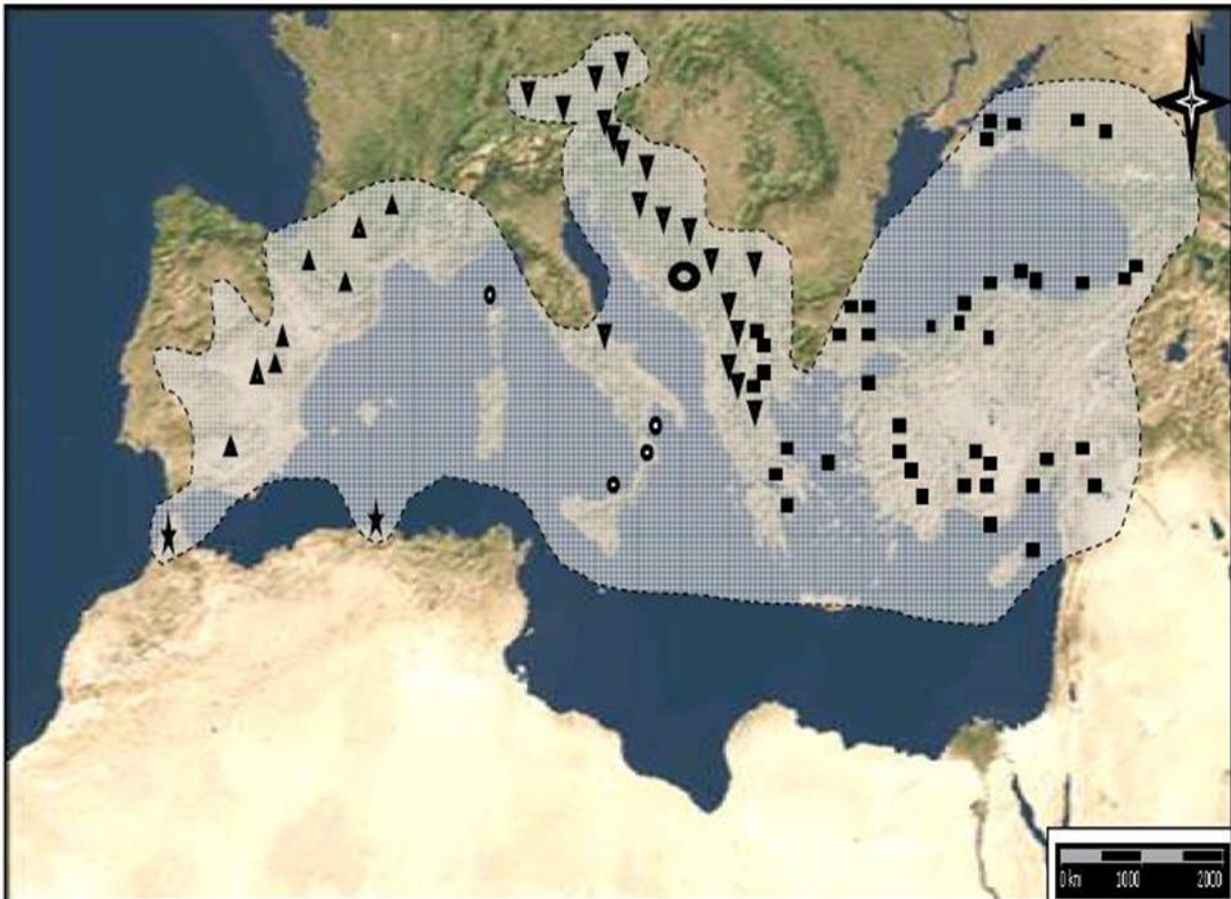


Fig 03 : Aire de répartition du Pin noir (*Pinus nigra* Arnold) et ses différentes sous-espèces en région méditerranéenne (QUÉZEL et MÉDAIL 2003).

▲ *Pinus nigra* subsp *salzmanii*

▼ *Pinus nigra* subsp *nigrasubspnigra*

■ *Pinus nigra* subsp *pallasiana*

● *Pinus nigra* subsp *laricio*

★ *Pinus nigra* subsp *Mauretunica*

● *Pinus nigra* subsp *dalmatica*

----- Limite de la zone de répartition

I.6. L'écologie de l'espèce

6.1. Altitude

L'amplitude altitudinale change en fonction des variétés et leur localisation géographique (QUEZEL,1976). De ce fait (QUEZEL,1980) rendre plus intense que le pin noir (*Pinus nigra*) caractérise préférentiellement l'étage montagnard méditerranéen.

En Algérie le pin noir du Djurdjura se situe comme suit :

De 1450 m à 1610 m dans la station de Tigounatine.

De 1520 m à 1500 m à Djebel Taouillet.

De 1450 m à 1610 m dans la station de Tikjda.

On le trouve aussi au niveau du Parc National de Chréa à 950 m d'altitude.

6.2. Température

Selon (QUEZEL,1980) le pin noir supporterait les températures minimales (-8°C) en méditerranée orientale par contre en méditerranée occidentale, disparaissent pour les températures minimales de l'ordre de (-5°C).

Dans le massif du Djurdjura la température moyenne annuelle est proche de (15°C). Les minimales étant observé en Décembre-Janvier (0°-5°C) et les maximales (21°-24°C) en Juillet et Aout.

6.3. La pluviométrie

Les précipitations influent sur la distribution géographique des végétaux sur le pourtour méditerranéen, ajoutant que la direction que prennent ces précipitations suit les axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides.

La région de Tikjda (Algérie) et de Talassemtane (Maroc) reçoivent respectivement une gamme d'eau comprise entre 1482.2mm/an et 1257, 7 mm/an (DERRIDJ, 1990).

6.4. Le climat

Le climat méditerranéen est un facteur d'instabilité pour les formations végétales, Du point de vue bioclimatique et altitudinal, les exigences du pin noir varient en fonction des sous espèces. Il est toutefois globalement préférentiel de l'étage montagnard méditerranéen. En Italie du sud et en Sicile, il se localise au montagnard-méditerranéen humide (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

6.5. Le sol

Pinus nigra peut pousser sur une large gamme de substrats, calcaires, dolomitiques, acides et volcaniques, et il peut s'adapter à de nombreuses conditions topographiques (ZAGHI, 2008) in GUIDA GIOVANNELLI (2017).

Du point de vue édaphique, les Pins noirs ne sont pas exigeants et ils se régénèrent parfaitement sur des sols peu évolués. Le substrat ne paraît pas jouer un rôle prépondérant dans sa répartition, puisqu'en fonction des localisations (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

I.7. Le cortège floristique

Le pin noir constitue autour de la Méditerranée des structures de végétation généralement bien caractérisées et diversifiées du point de vue floristique, Il peut s'associer à de diverses essences, généralement avec d'autres conifères montagnards, le Cèdre, les Sapins méditerranéens et les Genévriers, voir même d'autres espèces de pins à l'exemple de *Pinus sylvestris* en Méditerranée occidentale et en Anatolie septentrionale, *Pinus heldreichii* en Italie et dans les Balkans(Bosnie). Il s'intègre plus rarement dans les formations à feuillus comme le cas en Corse et en Italie Méridionale. (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

D'après (MEDDOUR, 2010), en Algérie, le pin noir du Djurdjura (*Pinus nigra* subsp.*mauretana*) se retrouve soit en bouquets, soit isolés dans une futaie irrégulière en mélange avec le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*). Dans la réserve du pin noir de Tikjda, le cortège floristique est diversifié et compte 33 espèces en moyenne sur 250 m² (MEDDOUR, 2010). La strate arbustive est relativement abondante et son recouvrement atteint jusqu'à 80% par endroits, avec une hauteur moyenne de 1 à 2 m. Elle est constituée de ligneux forestiers et pré forestiers : *Juniperus hemisphaerica* (particulièrement dominant avec ses touffes rampantes en patches), *Berberis hispanica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster granatensis*, *Sorbus umbellata*, *Rosa canina*, *Ruscus aculeatus*, etc. La strate herbacée est constituée par de nombreuses espèces, dont certaines sont relativement thermophiles, comme *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hieracium pseudopilosella* subsp. *atlantis*, *Catananche caerulea*, etc.

I.8. Les ennemis de *Pinus nigra*

8.1. Les incendies

La survenue d'incendies constitue l'un des facteurs les plus dangereux pour les espèces végétales ainsi que pour les espèces animales. Le feu exerce une action traumatisante sur les végétaux et bloque leur système physiologique (**PESSON, 1980**)

Plus de 50 000 feux déciment chaque année environ 600 000 à 800 000 ha du total des forêts méditerranéennes (**ROWELL et MOORE, 2000 in MEDDOUR SAHAR, 2014**).

Au Djurdjura, les feux de forêt représentent le facteur de dégradation le plus ravageur de la végétation (**P.N.D, 2013**). C'est un facteur déséquilibrant le peuplement du pin noir. Les feux de forêts sont multipliés suite aux développements des cultures, surpâturage et de la densité des populations.

L'incendie de l'année 2000 a Tikjda a fait brûlé 4 sujets du pin noir qui peuvent être considéré comme des arbres producteurs de graines en raison de leurs vigueur ce qui représente une perte considérable (**ASMANI, 2003**).

8.2. Le pâturage

Le pâturage est considéré comme une cause principale qui menace la régénération naturelle des peuplements forestières, surtout pour les espèces rares et menacées (**P.N.D,2013**).

Le cheptel en divagation est l'un des problèmes les plus complexes qui se pose avec acuité au PND, où il affecte sérieusement tout le territoire de l'aire protégée. Il constitue aujourd'hui un problème non négligeable du fait de sa pratique en semi-liberté, voire en errance libre (notamment pour le cheptel bovin).

Selon (**ABDOUN, 2013**), au niveau du parc national de Djurdjura, le cheptel estimé à 45816 têtes divague sur une superficie de 8300 ha avec une charge de 5,52 têtes à l'hectare. Cela provoque la surexploitation des ressources fourragères et donc la dénudation des terres et leur érosion.

8.3. Le tourisme

Le tourisme de masse a le plus souvent des répercussions désastreuses directes et indirectes sur l'environnement et sur la biodiversité dans le monde et en particulier dans le bassin méditerranéen (ABDELAZIZ, 2012).

La région de Tikjda se trouve dans un secteur touristique, constitue un lieu d'attraction et de détente pour la population. Le parc compte pour les week-ends entre 12 000 à 15 000 visiteurs (surtout à Tala Guillef et Tikjda), ces derniers exercent une pression importante sur l'ensemble des sites naturels (LOUKAS, 2006 in MALLIL, 2012).

8.4. La régénération

Le problème majeur de la régénération est l'éclatement tardif des cônes (mars-avril) et à cette époque, la sécheresse s'installe et le sol devient sec. Les plantes meurent par dessiccation suite à un manque d'eau durant la saison estivale. Aussi le semis du cèdre, qui concurrence les semis du Pin noir, est un facteur limitant les chances d'une régénération naturelle (MULLER, 1986)

MAIRE 1927 signale l'existence d'une régénération naturelle, mais durant les cinquante dernières années, de nombreux botanistes et forestiers sont unanimes à signaler que la régénération naturelle est très faible, voire inexistante durant de longues années (ASMANI, 2003).

8.5. La pollution

Le Parc National du Djurdjura, où se situe les trois stations d'études, Tigounatine, Tikjda centre et Tala-Rana, est à forte vocation écologique et touristique, qui présentent des conséquences sur l'environnement et les paysages et qui a engendré des rejets incontrôlés de déchets solides et d'autres impacts, comme par exemple la pollution supposée due à l'ozone, mise en évidence au niveau des aiguilles du pin noir de Djurdjura (HEDJAM, 2010).

8.6. Les insectes ravageurs et champignons

- a) *Thaumetopoea pityocampa* (la chenille processionnaire) (fig4.) représente le principal ravageur des pinèdes du bassin méditerranéen.

L'insecte passe par cinq stades larvaires qui dure 4 à 8 mois selon les conditions climatiques du milieu. Les chenilles attaquent le système foliaire, celles des deux premiers stades larvaires ne détruisent pas entièrement les aiguilles, par contre les chenilles des derniers stades peuvent défolier et dénuder presque totalement les arbres, ce qui les affaiblit considérablement et les rend plus

fragiles face aux attaques d'autres parasites et maladies (**BERTELLA,1982 ; in ZEMMOURI, 1991**).

Les essences forestières concernées par les attaques de la chenille processionnaire sont classées dans l'ordre de préférence décroissante : le Pin noir d'Autriche, le Pin laricio de Corse, le Pin de Salzmane, le Pin Maritime, le Pin Sylvestre, le Pin d'Alep et le Cèdre (**DAJOZ, 2007**).

Les chenilles peuvent être aussi dangereuses pour la santé humaine et animale à cause des poils urticants qui recouvrent leur corps, ce qui provoquent des allergies, des complications respiratoires, ainsi que d'autres troubles (**LAMY, 1977 ; in ZEMMOURI, 1991**).



A - les larves de 3^{ème} stade

B - l'insecte adulte

Fig 04 : *Thaumetopoea pityocampa*

b) Acantholyda erythrocephala (le Pamphile introduit du Pin) (fig.5) : est un insecte indigène originaire de l'Europe et de l'Asie.

Il a été collecté pour la première fois en Ontario au Canada 1961. Cette espèce attaque principalement le Pin blanc, le Pin gris, le Pin rouge, le Pin sylvestre et le Pin noir (**LYONS, 1995**) in (**MIDOUNE , A et SLIMANI, Y 2009**). Selon le même auteur, les larves de cette espèce se nourrissent généralement des vieilles aiguilles et n'attaquent le nouveau feuillage qu'après avoir dévoré tout le vieux feuillage dont elles préfèrent les arbres de moins de 6 mètres de haut.



Fig 05 : *Acantholyda erythrocephala*

- c) *Hylobius radicis* (charançon du collet du Pin)(fig6) : *Hylobius radicis* est un insecte de la famille des Curculionidae, mesure 12 mm de longueur avec une couleur brun noisette ou noir, s'attaque à toutes les espèces communes de Pin surtout le Pin noir.

La larve se nourrit principalement de l'écorce interne du collet, marquant légèrement la surface du bois, par contre les adultes nourrissent de l'écorce tendre des petites branches peuvent entraîner la déformation et ¹la mort des pousses terminales de l'arbre et ses blessures provoque la vulnérabilité aux attaques d'autres insectes (ANONYME, 2002).



Figure 06 : *Hylobius radicis*

Sources :

Fig.4 , fig.5 , fig.6 , fig.7 : www.insectariumvirtual.com

d) *Tomicus piniperda* (Hylésine du Pin) (fig.7) : *Tomicus piniperda* est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des Curculionidae, elle est monogame et univoltine, mesure de 3 à 5 mm avec une couleur noir ou brun sombre.

Cet insecte attaque en général aux pins affaiblis ou abattus. Les jeunes imagos de cette espèce s'envolent et effectuent leur nutrition de maturation dans la moelle des pousses des pins. Ainsi ce petit coléoptère détruit les pousses de l'année et empêche la croissance des arbres (BALACHOWSKY, 1949, in CHARARAS, 1962).



Fig. 07: *Tomicus piniperda*

Parmi les champignons influençant la santé du Pin noir on site :

- Le balai de sorcière, appelé aussi « rouille balai de sorcière » elle est provoquée par le champignon « *Melampsorella coryophyllacearum* » qui cause un développement excessif des rameaux à partir d'un même point sur une branche, cause le ralentissement de croissance et rarement la mort des arbres (ANONYME, 2016).
- La brûlure des pousses, causée par le champignon « *Diplodia pinea* » qui attaque toutes les espèces de pin à deux ou trois aiguilles (DYKSTRA, 2003 cité par HACEN et AIT AMARA, 2008).



Chapitre II :
Matériels & méthodes

I. Site d'étude (PND)

I. 1. Aperçu historique du Parc National du Djurdjura

En Algérie, le Djurdjura représente depuis le XIX^{ème} siècle une place privilégiée pour les scientifiques, les naturalistes dans des domaines variés : écologie, géologie, botanique, faune, flore ...etc. (ADDAR et AL., 2004). Le Parc National du Djurdjura a été conçu durant la période coloniale, suite à l'arrêté gouvernemental du 18 septembre 1925, avec une superficie de 16550 ha, dont la tâche principale est le divertissement et le loisir. Après l'indépendance, le PND a été officiellement fondé suite au décret présidentiel 83-460 du 23 Juillet 1983, avec une superficie de 18550 ha. Il a été classé réserve de Biosphère, le 15/12/1997 par l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture l'U.N.E.S.C.O.

I. 2. Localisation et limites géographiques

Le Parc National du Djurdjura est circonscrit entre les coordonnées géographiques de 36°31'02" à 36°25'42" de latitude Nord et de 3°57'23" à 4°19'43" de longitude Est du méridien international.

Le PND est situé au Nord de l'Algérie, dans la région de la Kabylie, et à 140 Km au sud-est d'Alger et à 40 Km de la Mer Méditerranée. Le territoire de ce parc est orienté d'Est à l'Ouest sur 50 km de long et sur 03 à 10 km de large. Ce Parc chevauche entre deux Wilayas : Tizi-Ouzou au Nord (versant Nord) et Bouira au Sud (versant Sud), cette chaîne se divise en trois parties :

1. **Le massif oriental** : Tamgout de Lalla-Khedidja (2308 m).
2. **Le massif central** : de l'Akouker entre Tizi-Kouilal et l'Alma (Ras Timedouine: 2305 m).
3. **Le massif occidental** : de Haïzer (2164 m). (LOUKKAS, 2006).

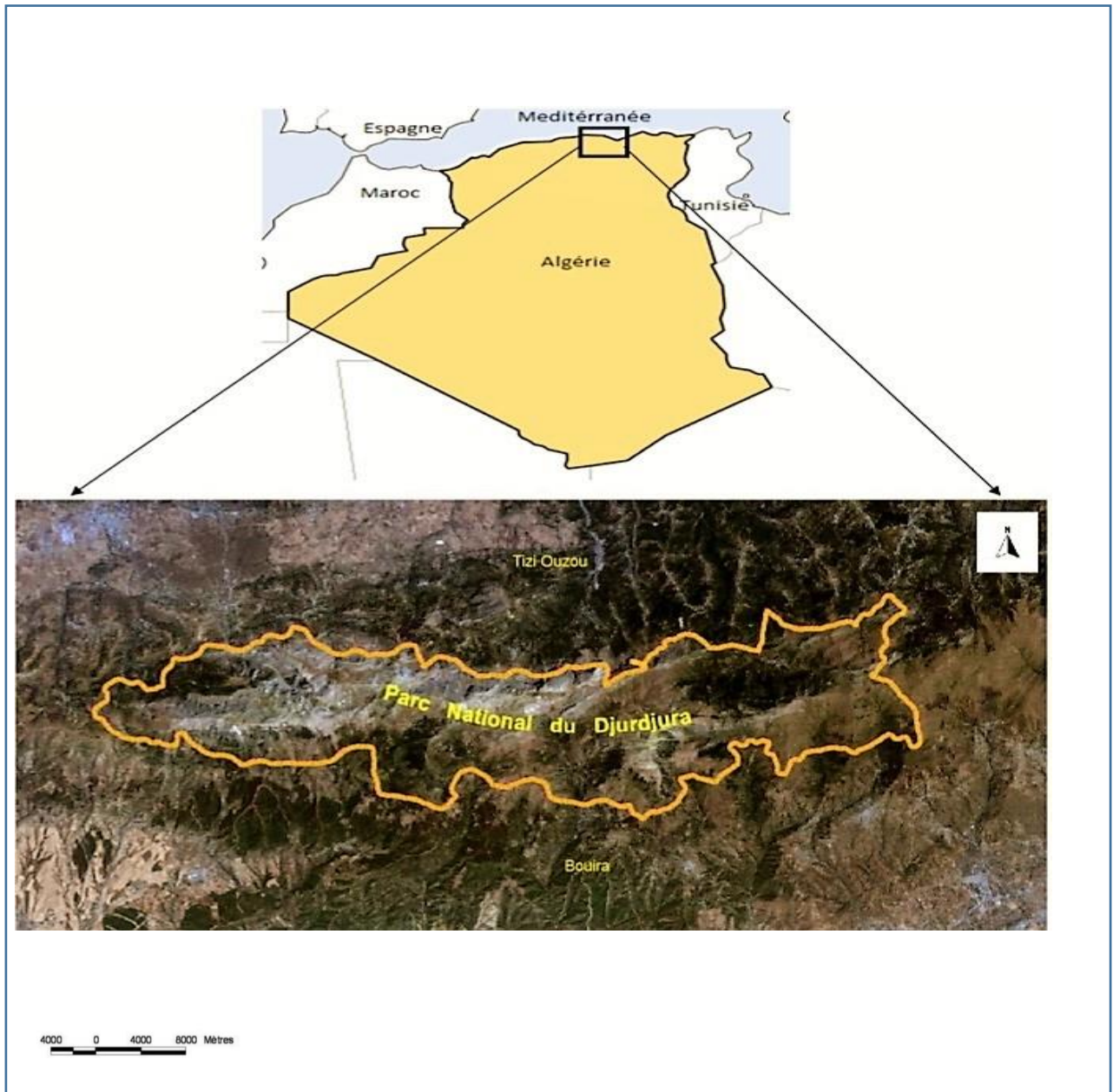


Fig 08: Situation géographique du PND

(Google Maps)

En ce qui concerne les limites du PND, il s'élève à 19 communes dont 12 au nord (Tizi-Ouzou) et 7 au sud (Bouira), ces communes sont répertoriées dans le tableau N°04 :

Tableau 04: Communes limitrophe du territoire du PND

Versant Nord	Communes
Wilaya de Tizi- Ouzou	Boghni
	Assi Youcef
	Bounouh
	Ait Bouadou
	Agouni Gueghrane
	Ait Boumahdi
	Ouacif
	Iboudrarene
	Akbil
	Abi Youcef
	Iferhounene
	Yatafène
Versant Sud	communes
Wilaya de Bouira	Taghzout
	Bechloul
	Haizar
	El Esnam
	Aghbalou

	Saharidj
	El Adjiba
TOTAL	19 communes

I. 3. La superficie et le zonage du parc

3.1. Superficie

Le Parc National du Djurdjura occupe la cinquième place parmi tous les parcs Nationaux d'Algérie après Tlemcen, El Kala, Chréa et Belezma. Il occupe 18550 ha dont :

8210 hectares dans sa partie Sud (Willaya de Bouira, soit 44.26% de la superficie totale du P.N.D.).

10340 hectares dans sa partie Nord (Wilaya de Tizi Ouzou, soit 55.74% de la superficie totale du P.N.D.).

3.2. Zonage

Le Parc National du Djurdjura est structuré en 5 classes de zones, sur la base d'un zonage élaboré conformément à l'arrête ministériel N° 57/SPM/DPPF/88 du 04 Juillet.

- ✓ Zone de classe 1 [superficie 2 635 ha] : Cette zone dite de réserve intégrale renferme des ressources naturelles à caractère unique.
- ✓ Zone de classe 2 [superficie 11 424 ha] : Cette zone dite primitive ou sauvage renferme des milieux naturels spécifiques qui sont susceptibles de servir de lieux de comparaison avec d'autres milieux naturels dégradés ou en voie de dégradation.
- ✓ Zone de classe 3 [superficie 2 682 ha] : Cette zone dite de faible croissance peut servir au développement des activités récréatives, sportives, touristiques et au pâturage.

- ✓ Zone de classe 4 [superficie 821 ha] : Cette zone dite tampon peut être utilisée pour le camping.

- ✓ Zone de classe 5 [superficie 976 ha].

Conformément à la loi 11-02 du 17 février 2011 relative aux aires protégées dans le cadre du développement durable, le Parc National du Djurdjura est structuré en trois (03) zones :

- **Zone centrale** : (13 903 ha, soit 74,9%). Recèle des ressources uniques. Seules les activités liées à la recherche scientifique y sont autorisées.

- **Zone tampon** : (2823 ha, soit 15,2%). Utilisée pour des pratiques écologiquement viables (éducation environnementale, loisir, écotourisme ...). Elle est ouverte au public pour des visites guidées, mais Aucune modification ou action susceptible de provoquer des altérations aux équilibres en place n'y est permise.

- **Zone de transition** : (1824 ha, soit 09,8%). Protège les deux premières zones et sert de lieu à toutes les actions d'écodéveloppement de la zone concernée. Les activités de récréation, de détente, de loisirs et de tourisme y sont autorisées.

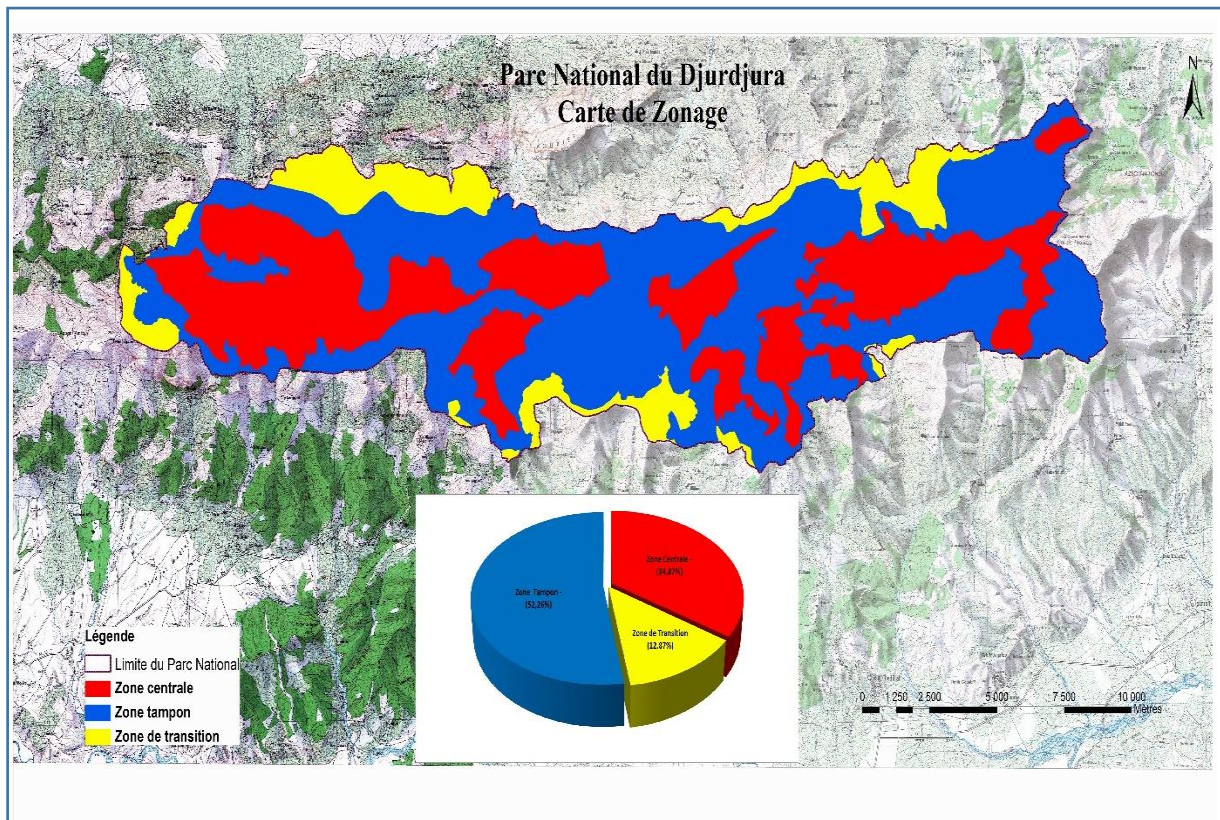


Fig 09: Le zonage du Parc National de Djurdjura (PND) (PND)

I. 4. Occupation des terres

Selon les données disponibles au niveau de Parc National du Djurdjura, plusieurs unités écologiques y sont présentes comme les forêts, reboisements et pelouses. (PND« Réserve de biosphère »)

Tableau 05 : Les différentes unités biologiques au sein du P.N.D (2013).

Les unités	Leurs pourcentages
Les forêts	30,58%
Les reboisements	0,25%
Les pelouses	37,27%
Les formations rupicoles	0,7%
Les cultures	4,1%
Les falaises	27,06%

I. 5. Climat et bioclimat

Le climat du Parc National du Djurdjura est de type méditerranéen. Malheureusement l'absence de stations météorologiques dans la réserve rend la caractérisation du climat difficile. Elle se fait par extrapolation des données à partir des stations les plus proches telles que celles de M'Chedallah, Mechtras, Ain El Hammam, ...etc.

Les résultats issus de l'extrapolation ont démontré que la dominance des expositions Nord et Sud est soumise à 02 influences climatiques opposées :

- L'influence méditerranéenne adoucissante sur le versant Nord.
- L'influence continentale contrastée sur le versant Sud.

5. 1) Pluviométrie et Températures

Le Djurdjura reçoit une tranche importante de précipitation, allant de 1000 à 1500 mm en altitude, jusqu'à 2000 mm (certaines années). Les précipitations ont lieu principalement sous forme de pluie et de neige. Les principales périodes de précipitation sont comprises entre novembre et mai, avec des maximas en décembre et mars-avril. Les sommets sont

abondamment enneigés l'hiver. Toutefois, ces dernières décennies un déficit de l'ordre de 15% est observé (neige et pluies).

Les mois les plus froids sont, successivement décembre, janvier et février. Les minimums absolus sont inférieurs à zéro de novembre à avril. Les températures maximales moyennes ne dépassent pas 24°C. Les chutes de neige ont lieu à partir du mois de novembre ou décembre et persistent, selon les années, jusqu'au mois d'avril et quelque fois jusqu'à mai (Amiri, 2015).

5. 2) la neige

L'intensité de précipitations sur le Djurdjura détermine souvent des épaisseurs de neige considérable atteignant parfois 4 m avec persistance de trous à neige durant toute l'année (QUEZEL, 1957 in BOUAHMED, 2011). La durée de l'enneigement est de 15 jours/an en Kabylie au-dessus de 1000 m d'altitude et la neige persiste ainsi depuis novembre à mai (in DAIFFI A. et OSMANE A., 2011). Suivant GUETTAL et AKKOUCHE (2010), la neige a un rôle sylvicole dans la conservation des graines et participe aussi à la protection des semis sensibles aux gelées, en constituant un écran thermique.

5. 3) l'humidité de l'aire et le brouillard

Il peut donner plus de 1mm d'eau par jour, parfois jusqu'à 6 mm/jour si le brouillard est épais et sous forme de brume, ce qui constitue des apports en eau non négligeables (ABDESSELAM, 1995). Sa fréquence dans la région de Tala Guilef est élevée en particulier au mois de Mars (REMICHI, 1984 in BOUZEGZA et HALIT, 2009). Pour l'humidité de l'air, elle est plus importante au niveau des hauteurs les plus élevées du Djurdjura.

5. 4) le vent

Le vent est particulièrement actif dans le Djurdjura. L'orientation Est-Ouest du Djurdjura l'expose aux vents chargés d'humidité du Nord et aux vents chauds du Sud. D'après Technoexports 1970, in ABED 1984, la vitesse moyenne annuelle du vent varie entre 1,3 à 3 m/s. Sur les crêtes sommitales, cette vitesse dépasse 20 m/s. Le Printemps reste toujours la saison la plus venteuse et les vents de l'Ouest sont les plus dominants. Le Sirocco chaud survient entre 40 et 60 jours/an, ce qui induit une baisse considérable de l'humidité de l'aire (KACI, 1989 in DAIFFI A. et OSMANE A., 2011).

I. 6. La biodiversité du PND

Le Djurdjura est connu par une diversité floristique et faunistique exceptionnelles, présente à travers les grandes unités physionomiques (paysages). D'abord, par la diversité des habitats qui offre une multitude de ressources (gîtes, nourritures et lieux de reproduction), permettant d'abriter une faune riche et diversifiée (soit 424 espèces). Ainsi qu'une richesse floristique, il comprend 1108 espèces végétales appartenant à 91 familles. Ce nombre indique que la flore vasculaire de ce territoire protégé représente près de 27 % de la flore algérienne. En outre, le Djurdjura présente une zone importante pour les plantes (ZIP) algérienne la plus riche en termes d'endémisme (35 espèces). (OSMANI A .2011).

6. 1) la flore

Les espèces rares et endémiques présentent dans le Parc National du Djurdjura jouent un rôle indispensable, d'une part, dans le maintien et le fonctionnement des écosystèmes, d'autre part dans le développement socio-économique et culturel.

A l'échelle internationale ses espèces présentent un centre de recherche pour les scientifiques de toutes catégories: écologistes, botanistes, géologistes...etc.

Selon les données disponibles au niveau de PND, la flore du Djurdjura est représentée par près de 1242 taxons végétales, regroupées en 84 familles dont:

1100 taxons de spermaphytes.

1. 90 taxons de champignons.

2. 52 taxons de lichens.

Pour les spermaphytes on compte 1100 espèces dont :

3. 35 endémique.

4. 75 très rares.

5. 145 rares.

6. 33 protégés (14,60 % d'espèces protégées en Algérie).

7. 111 médicinales et aromatiques (Amiri, 2015).

6. 2) la faune

La diversité des milieux que recèle le Djurdjura fait de celui-ci un habitat de choix par excellence pour la faune (représente 07,96% de la faune d'Algérie. Les inventaires réalisés ont dressé une liste faunistique et d'après les informations du PND la liste est composée de 434 espèces dont (**PND « réserve de biosphère » p7**) :

1. 31 Mammifères.
2. 131 Oiseaux.
3. 237 Insectes.
4. 18 Reptiles.
5. 07 Amphibiens.

II- Présentation de la zone d'étude

II. 1- Délimitation géographique

La zone d'étude se localise dans la forêt de Tigounatine où le pin noir est présent sur une superficie d'environ (03) hectares (**CHALABI, 1980**).

Le peuplement du Pin noir se trouve dans une réserve intégrale, en expositions Nord, Nord-Ouest, Nord-est et Ouest, sur le versant Sud du massif central du Djurdjura (figure N°13 et N°14). Il se trouve en association avec le Cèdre de l'Atlas et le Chêne vert, et avec une moindre importance l'If et le Houx (**MIHOUBI et SEDDIKI, 2008**).

La station d'étude se situe entre 1470m-1610m d'altitude, et comprise entre les coordonnées Lambert suivantes :

04°06'19"et 04°06'46"E

36°27'06"et36°27'20"N

II.2- Facteurs physiques de la station de Tigounatine

2-1-Topographie et relief

La station à pin noir se localise sur un flanc de vallon ; sa limite supérieure est marquée par une ligne de crête. La pente est assez forte atteignant ainsi la valeur de 25 % sur la partie à exposition ouest. La forme du terrain est très irrégulière, cependant, la roche mère représente environ 40% de la surface globale (CHLABI ,1980) in (MIDOUNE A et SLIMANI Y 2009).

2-2- Géologie

L'aspect géologique ; l'anticlinal de Tikjda Ait-Ouabane dont, les cimes de Taouielt, Ras-Timedouine, Ras-Tigounatine appartiennent aux formations des ères secondaires et tertiaires (HADOUCHI et MECHELI, 1994) in (MIDOUNE A et SLIMANI Y 2009). Le substrat géologique de Tigounatine est représenté par du calcaire dolomitique du lias inférieur (FALANDRIN, 1952).

2-3- Pédologie

Les sols dans la zone de Tigounatine appartiennent à la classe des calcimagnésique Ce sont des rendzines autochtones riches en éléments grossiers. Les profils sont de type (A/C) et humifères sur toutes leurs épaisseurs. La teneur en matière organique peut s'expliquer par la nature de la roche mère génératrice de calcaire actif qui immobilise les composés organiques ainsi que la nature de la litière (BENMOUFFOK ,1995) in (Midoune A et Slimani y 2009).

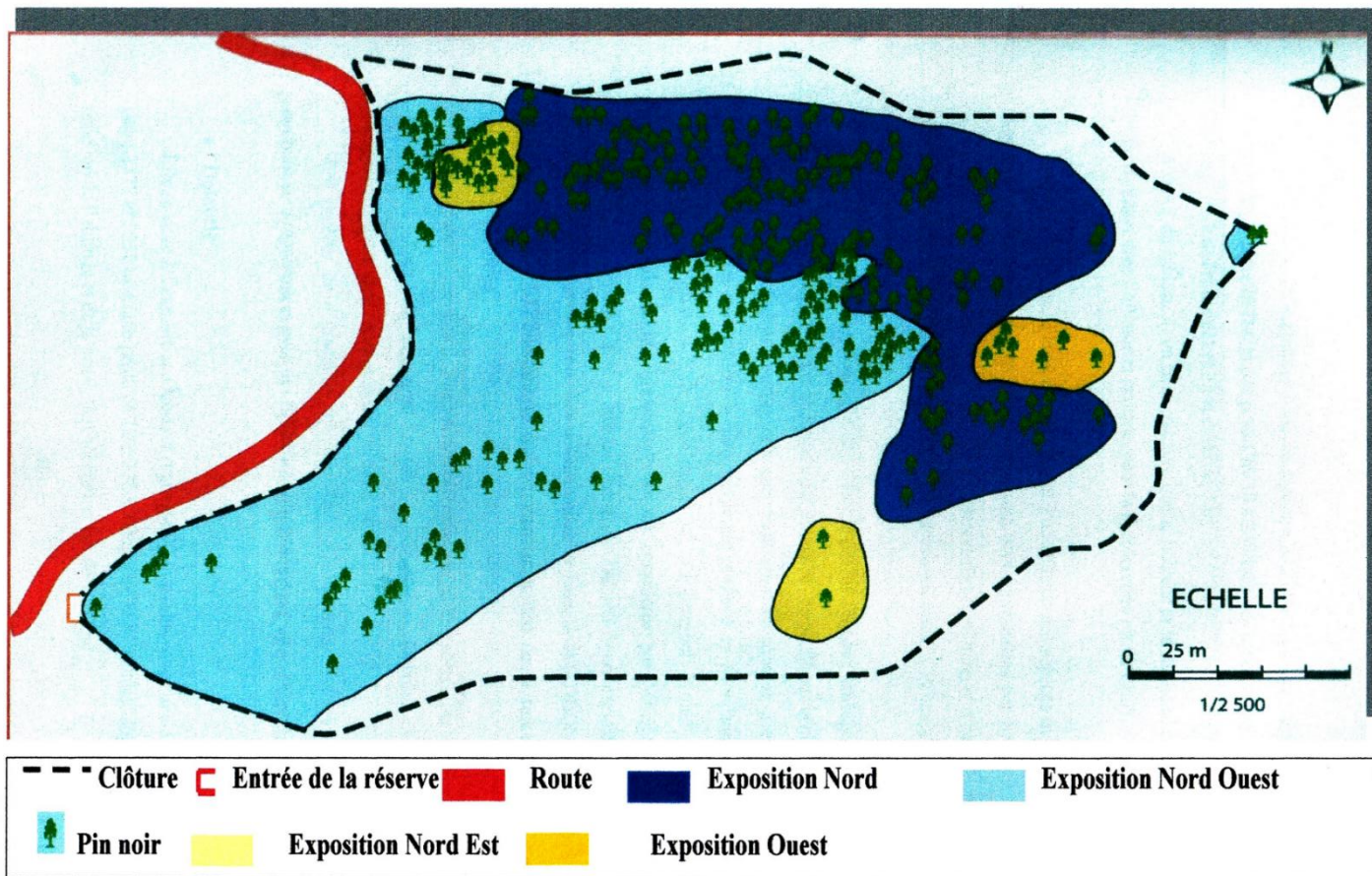


Figure 10 : Carte de répartition du Pin noir selon l'exposition dans la station de Tigounatine

Source : (Mihouni Seddiki 2008)



Echelle : 1/25000 : Carte de M'CHEDALLAH, année 1998, institut national de cartographie-Alger.






-  : Route nationale.
-  : Constructions.
-  : Forêts.
-  : Courbe de niveau.
-  : Zone d'étude.

Fig 11 : Position géographique du peuplement de Pin noir à Tigounatine (ANONYME , 1998)

II. 3- Facteurs climatiques de la station de Tigounatine

Les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes et des autres animaux (DAJOZ ,1998). Selon RAMADE (1984), les facteurs climatiques peuvent jouer un rôle primordial dans les fluctuations d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres et des insectes en particulier. Il est par conséquent important de considérer séparément chaque paramètre du climat.

3-1- Pluviométrie

Les données climatiques de Tikjda n'étant pas disponibles, nous avons utilisé les données de la station météorologique de Bouira, située à 555 m d'altitude afin de caractériser le climat de notre région d'étude.

Les précipitations moyennes de la région de Tigounatine sont corrigées selon la méthode de SELTZER (1946), par rapport à la ville de Bouira. Cette méthode consiste à déterminer l'augmentation de la pluie selon l'altitude, à partir des courbes de l'accroissement de la pluie

Pour calculer l'accroissement mensuel, nous avons utilisé la formule suivante :

$$N_i = A * B / X$$

N_i : Valeur à ajouter pour chaque mois.

A : Accroissement de la pluie obtenue par la projection graphique.

B : Valeur de précipitation mensuelle.

X : Total de la précipitation de l'année ou de la période.

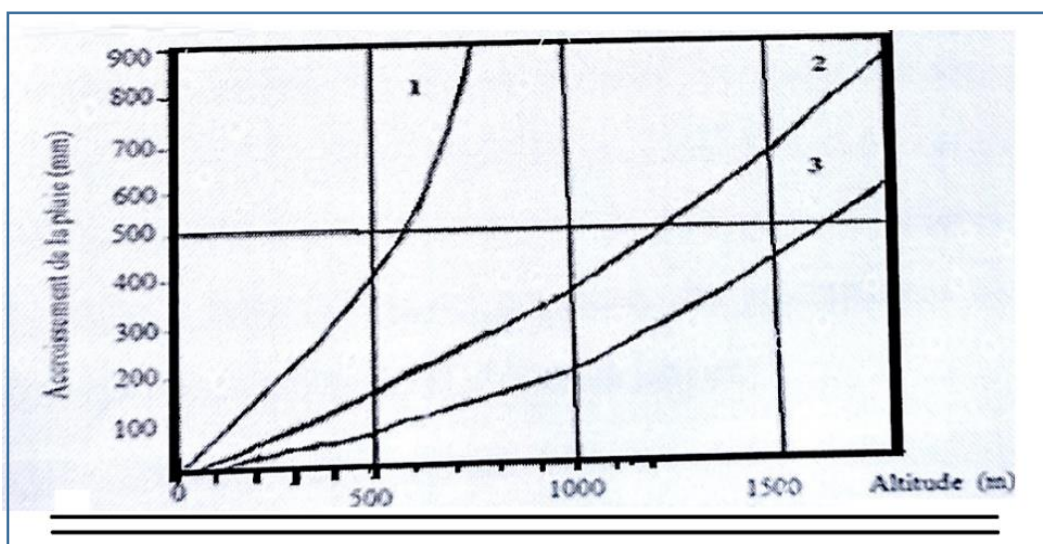


Fig. 12 : Courbe de l'accroissement de la pluie avec l'altitude SELTZER (1946)

1. Littorale
2. Atlas Tellien, département d'Alger et de Constantine
3. Atlas Tellien , département d'Oran , Atlas saharien , Sahara

3-2-Températures

Pour **RAMADE (1984)**, la température contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce tint la répartition de la totalité (les espèces et des communautés vivantes dans la biosphère.

Pour la même raison que les précipitations, une Correction du paramètre température est nécessaire. Pour le nord de l'Algérie **SELTZER (1946)**, préconise une méthode de correction sur la base d'un gradient altitudinal correspondant à une diminution de 0,4°C, pour 100m d'altitude de la température minimale du mois le plus froid (TN), et de 0,7°C, pour 100m d'altitude de la température maximale du mois le plus chaud (TX).

Tm : Température minimale, (coefficient de correction= dénivelée x 0,4/100).

TM: Température maximale, (coefficient de correction= dénivelée x 0,7/100).

3-3--Le vent

La vitesse moyenne annuelle du vent varie de 1,3 à 3m/s (**KADID, 1985**).11 est noté en général que le printemps est le plus venteux. Sur les crêtes et les sommets la vitesse dépasse les 20m /s, la direction dominante annuelle est celle de l'Ouest, vu la fréquence assez grande (les vents d'Ouest (**KADID, 1985**).

3-4- La neige

Selon **DERRIDJ (1990)**: la neige est souvent fréquente à Tigounatine. En effet, des relevés effectués notent une durée de 4 mois en atteignant une épaisseur de 1,5 à 2m, et exceptionnellement 5m enregistrée en 1972.

En effet elle constitue un apport important d'eau pendant le dégel (printemps et été) permettant ainsi au sol de s'imbiber et parfois aux semis de survivre à la sécheresse estivale.

Il a noté aussi son importance dans la conservation des graines en leur procurant le froid humide nécessaire à la levée de dormance.

Dans le cas de Pin noir, les cônes s'ouvrent vers la mi- mars, sous une couverture neigeuse assez importante, libérant les graines qui en se déposant sur la neige, subissent par la suite l'effet des gelées (ASMANI,1988).

3-5- Grêle

Le nombre de jour de grêle au Djurdjura dépasse 06 jr/An selon ABDESSELEM (1995). Au printemps, ses effets sont néfastes pour la végétation, elle détruit les bourgeons et les fleurs.

3-6- Le gel

Engendré par un abaissement brutal et excessif de la température. le gel est signalé à Tikjda sur une période de 115 à 145 jr/an, allant de décembre à mars (BOUTAMINE,1987).

II. 4- Synthèses Climatiques

Cette synthèse des données climatiques, le plus souvent basée sur les températures et les précipitations, permet de mieux exprimer la relation entre le climat et la végétation.

Plusieurs travaux de synthèse pluviométriques ont été déjà réalisés par divers auteurs: BAGNOULS et GAUSSEN (1953), EMBERGER (1939) Ces travaux caractérisent les divers types bioclimatiques essentiels en fonction des précipitations et des températures.

4-1-Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de déterminer les périodes sèches et humides d'une région donnée. Pour ces deux auteurs le climat est considéré comme sec, si les précipitations exprimées en millimètres sont inférieures ou égales au double de la température moyenne en degré Celsius ($p \leq 2T$) tel que:

P : précipitations mensuelles en (mm)

T : températures moyennes mensuelles en (°C).

L'examen du diagramme ombrothermique de la station de Tigounatine montre

Une alternance de deux périodes l'une sèche commençant à la fin du mois de Mai et se terminant au début Aout, s'étant donc sur environ 02 mois et demi. L'autre humide allant du mois janvier jusqu'au à la fin Mai et du début Aout jusqu' à la fin de mois décembre

4-2 Quotient pluviothermique d'EMBERGER Q2

C'est un rapport entre les précipitations annuelles et la température moyenne annuelle

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

Q2 : Quotient pluviothermique.

P : Précipitations annuelles.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en (C°).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en (C°).

STEWART (1969) in DERRIDJ (1990) transforme l'équation d'EM

$$Q2 = K P / (M - m)$$

$$K = 3,43$$

P: la pluviométrie annuelle en (mm).

M: la moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C).

m: la moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

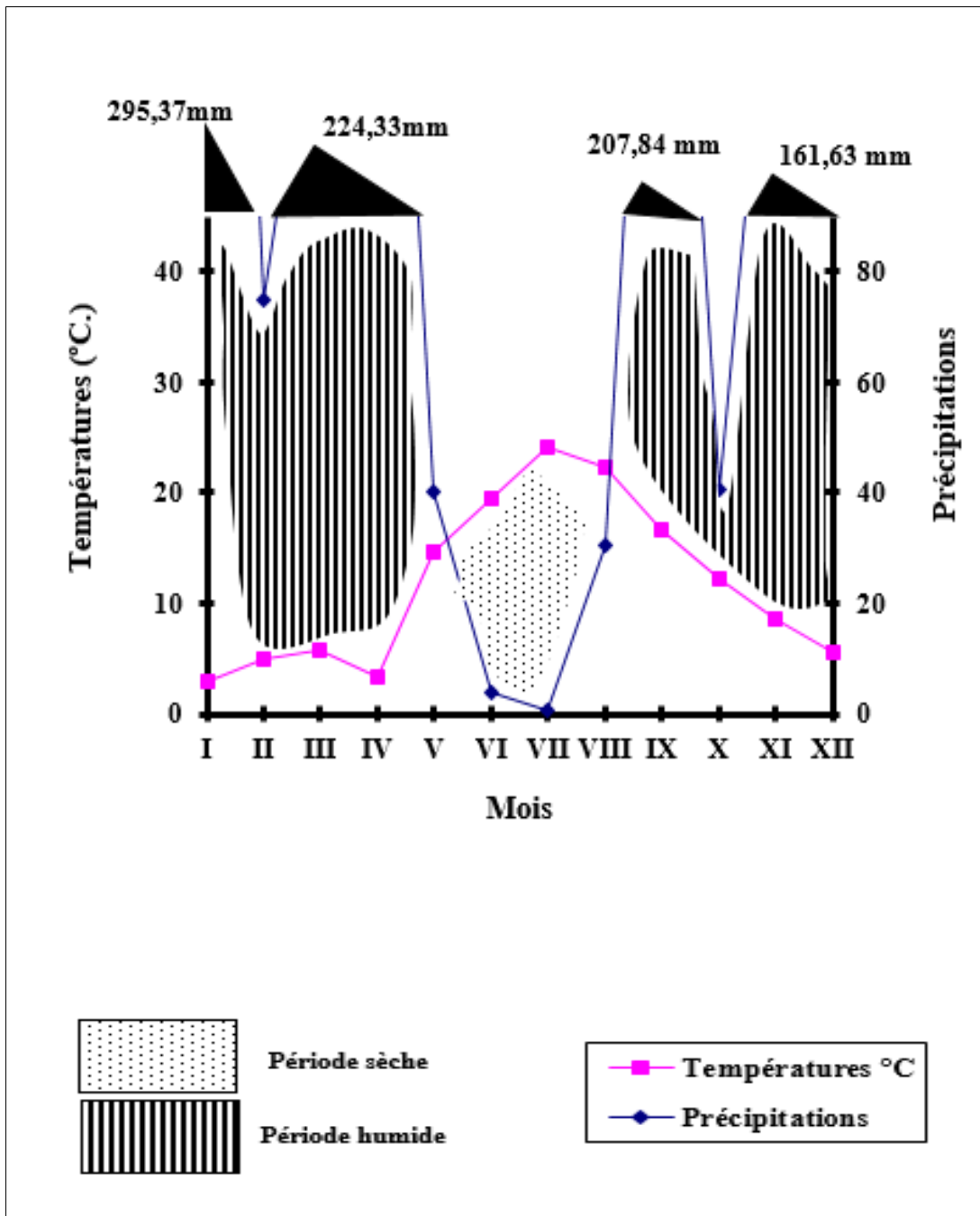


Fig 13 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la station de Tigounatine de 2000 à 2009

Le tableau N°06 mentionne la valeur du quotient pluviométrique pour Tigounatine à 1540 m d'altitude.

Tableau N°06 : la valeur de Q2.

P (mm)	M (°C)	m (5(°c)	Q2	étage bioclimatique
1270,85	29,17	-00,46	147,11	Humide

4-3 Indice d'arido -humide de GIACOBBE

Pouvant être calculé pour les mois et les saisons de l'armée, cet indice s'exprime selon la formule suivante (GIACOBBE, 1965 ; SEIGUE, 1985) :

$$I = 100P/M (M-m)$$

Où

I : indice d'arido-humide.

P : somme des précipitations pendant la période considérée (mm)

M : moyenne des maxima de températures (c°)

M : moyenne des minima de températures (c°)

M-m : écart entre la moyenne des maxima et celle des minima

Tableau N°07 : La valeur de l' indice d' arido-humide, les mois et les saisons sont classés par type d'aridité comme suit :

I mensuel	I saisonnier	Type d'aridité
1	1-4	Aride (A)
1-7	4-20	Semi-aride (SA)
7-14	20-50	Sub-humide (SH)
17 et plus	50 et plus	Humide (H)

4-4 Climagramme d'EN1BERGER

D'après DAJOZ (1985), le climagramme d'Emberget permet de situer de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. La valeur de la température moyenne minimale du mois le plus froid est mise en abscisses et la valeur du quotient pluviométrique Q2 en ordonnés.

Avec un quotient pluviométrique Q2 qui est égal à 147.1 l et une température minimale qui égale à -0,46°c, la station de Tigounatine se situe dans l'étage bioclimatique humide à hivers froid (fig.14).

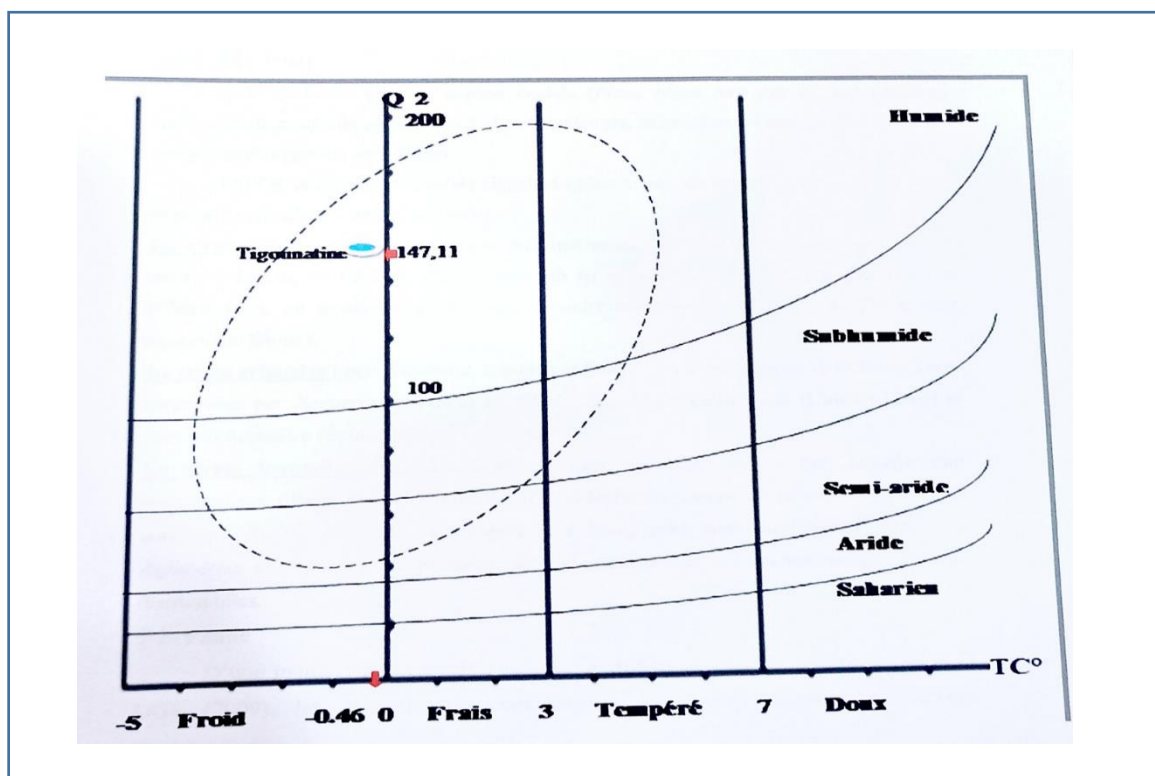


Fig. 14: Projection de la station de Tigounatine sur le Climagramme d'EMBERGER (QUEZEL, 1976) Durant la période 2000-2009

III. Matériel utilisé

Les insectes forment l'une des classes la plus grande et la plus importante de tout le règne animal. Ce monde des insectes est caractérisé par sa diversité, son abondance, mais aussi son occupation des niches écologiques très diversifiées (FERNANE, 2009).

Selon LAMOTTE et BOURLIERE (1969) , les méthodes d'échantillonnage d'insectes varient selon leurs habitats.

Dans notre cas l'échantillonnage a été réalisé sur une période s'étalant du 02 avril jusqu'au 02 mai de l'année 2023 , ou nous avons utilisé deux types de piégeages a savoir les pots barber et les assiettes jaunes , avant de commencer l'échantillonnage , 10 arbres ont été choisis au hasard , ils ont été numérotés de 1 a 10 , puis des mesures de circonférence ont été effectuées pour chaque arbre numérotée .

III-1- La récolte des insectes

1-1- Pots barber

Dans ce type de piège on a utilisé une dizaine de boites de conserve, elles ont pour hauteur 15 cm et pour diamètre 10 cm , elle sont mises en place le 2 avril 2023 aléatoirement à proximité des pieds du pin noir après avoir creusé un trou pouvant les contenir

Ces boites de conserve sont enfoncées jusqu'au ras du sol , puis remplis aux deux tiers avec un mélange d' eau et quelques gouttes de produit détergeant afin d'éviter l'évasion des insectes (fig15) . Une fois placées, la terre doit être bien tassée au tour de l'ouverture des pots afin d'éviter l'effet barrière qui pourrai gêner la progression des espèces de petites taille **(BENKHELIL, 1992)** .

Les récoltes ont été réalisées deux fois par mois. Les espèces récoltées sont séparées de la solution à l'aide d'une passoire et placées dans des boites de pétri étiquetées précisant la date et le type du piège et le numéro de l'arbre au niveau du quel a été réalisé l'échantillonnage ces boite sont remplies d'alcool pour une bonne conservation.

L'avantage de cette méthode réside en sa facilité de mise en œuvre. Elle nécessite tout au plus des pots, de l'eau, un peu de détergent et quelques fois de l'alcool ou du vinaigre **(FERNANE, 2009)**. C'est la méthode la plus adaptée pour la capture des espèces géophiles **(BAZIZ, 2002)**. Cette méthode permet la capturer des insectes qui marchent et ceux qui volent et aussi bien ceux qui sont diurnes que ceux nocturnes. Par ailleurs les individus piégés sont noyés et de ce fait ne peuvent ressortir du pot piège en aucune manière **(FERNANE, 2009)**.



Fig 15 : Pots Barber (Originale)

1-2- Les assiettes jaunes

Ce sont des pièges fabriqués à partir de bidons de javel de 5 litres. En coupant la partie supérieure, les pièges sont ensuite attachés sur le tronc d'arbre à l'aide d'un fil de fer (fig16)

Ces bacs sont remplis d'un mélange d'eau avec quelques gouttes de produit détergeant. Les espèces récoltées par ce type de piège sont les insectes volant autour des troncs à la recherche de cavités tel que les Coléoptères : *Cerambycidae* , *Cetoniidae* , *Lucanidae* et *Elateridae* fréquentant les cavités.

Dans la présente étude dix assiettes jaunes sont placées dans la station d'étude, elle sont mise en place le 02 avril 2023, et la récolte est réalisée deux fois par mois, la première est réalisée le 17 mai 2023 , la 2eme le 2 mai 2023 et le contenu est vidé à l'aide d'une passoire et une pince entomologique dans des boites de pétri tout en précisant la date , le type du piège et le numéro d'arbre (fig. 17)

Cette méthode présente beaucoup d'avantages. Elle est extrêmement simple, pratique et peu coûteuse. Étant attractifs, les pièges colorés recueillent les insectes en quantité suffisante pour être justiciable de la statistique. La distance à laquelle l'attraction de ces pièges est ressentie est évidemment variable suivant les espèces d'insectes considérées (ANONYME, 2003).

Elle présente aussi des inconvénients, dont l'évaporation rapide de l'eau sous l'effet de la chaleur et du vent .

**Fig 16:** les Assiettes jaunes

(originale)

**Figure 17 :** La récolte des insectes

(Originale)

Ces deux méthodes suscitent l'utilisation des matériels suivant :

1. **Une passoire** : pour évacuer l'eau des pots Barber ou des assiettes jaunes.
2. **Des boîtes de Pétri** : pour mettre les échantillons d'insectes qui seront par la suite destinés à identification .
3. **Un décimètre** : pour mesurer la circonférence des arbres .
4. **Des pinces entomologique** : pour trier les échantillons récoltés

III.2 La récolte des cônes

Concernant la récolte des cônes du pin noir *pinus nigra* ssp. *mauretanic*, elle a été effectuée par le personnel du parc national du Djurdjura et ce aléatoirement et dont une partie nous a été confiée :100 cônes ouverts, 34 semi ouverts et une quantité de graines .

a)Préparation des échantillons

Les cônes sont ramenés au laboratoire, les échantillons sont mis dans des boites en plastique. On a utilisé 10 boites pour les cônes ouverts dont on a mis 10 cônes par boite pour étudier leur état sanitaire. (Fig 18). En ce qui concerne les cônes semi-ouverts nous avons procédé à l'ouverture totale de ses derniers.



Fig 18 : Préparation des échantillons (Originale)

b) Estimation du taux d'attaques des cônes

Afin d'estimer le taux d'attaque des cônes, nous avons procédé à l'examen individuelle des cônes présentant des dégâts d'aspect extérieure (trous, résine) (Fig 19) et (Fig 20)



Figure 19: Cône de *Pinus nigra* présentant un trou d'insecte



Figure 20 : Cône présentant un écoulement de résine

(Originale)

c) Mesure des cônes

Sur les cônes des 10 boîtes nous avons mesuré la longueur et la largeur à l'aide d'un pied à coulisse



Fig 21 : mesure des cônes à l'aide d'un pied à coulisse (originale)

d) Estimation du taux d'attaque des graines par cône

Pour évaluer le taux d'infestation des graines nous avons examiné minutieusement les graines des 34 cônes. Pour différencier les diverses catégories de graines par cône, nous avons d'abord procédé à la désarticulation de ces dernières, pour ce faire, nous avons adopté une méthode permettant une ouverture facile des cônes consistant à passer ces derniers au four à 100C° pendant 20 min (les cônes sont déjà semi-ouverts).

Une fois les graines prêtes (graines extraites+ celles qu'on a ramené du parc), nous avons procédé à la séparation des différentes catégories, où un tri densimétrique des graines est effectué, pour ce faire on plonge les graines dans un bac d'eau. Cela permet de séparer les pleines qui restent au fond du bac, des graines vides ou parasitées qui surnagent. (Fig 21)

Ainsi nous dénombrons chacune des catégories de graine à savoir (le nombre total des graines, les graines saines, vides, attaquées et avortées) (fig 22)



Figure 22 : Les différentes catégories de graines de *Pinus nigra* (originale)

III.3. Identification des espèces d'insectes

3-1-Préparation des échantillons et détermination des espèces

Au laboratoire de zoologie du département d'Agronomie, les spécimens récoltés sont en premier lieu débarrassés des débris végétaux et des autres Arthropodes, ils sont ensuite placés sur du papier absorbant. Vingt-quatre heures suffisent pour éliminer l'excédent d'humidité chez les espèces de petite taille et 48 heures pour celles de grande taille. Au bout de ce temps les espèces sont encore maniables. Elles ne se cassent pas et se préparent aisément. Une fois bien étalés, ils sont piqués au milieu du thorax, ou légèrement décalés sur le côté à l'aide d'une épingle

entomologique. Une étiquette portera la date, le numéro de l'arbre, et la date de l'échantillonnage sera jointe. L'identification des espèces récoltés a été effectuée à l'aide de clés de détermination.

IV- Indices écologiques

IV-1- Richesse spécifique

Selon **RAMADE (1984)**, la richesse spécifique représente un des paramètres fondamentaux caractérisant un peuplement. Nous distinguons la richesse totale et la richesse moyenne.

1-1- Richesse totale (S)

Symbolisée S, la richesse totale correspond au nombre total d'espèces que comporte le peuplement pris en considération (**RAMADE, 1984**).

1-2- Richesse moyenne

Sm est la richesse moyenne qui correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans N relevés (**RAMADE, 1984**).

$$Sm = n/N$$

Avec

Sm : Richesse moyenne.

n : Nombre total d'individus dans chaque relevé.

N : Nombre total d'espèces pour le même relevé.

IV-2- Notion de fréquence

C'est le pourcentage des individus d'une espèce par rapport au total des individus. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (**DAJOZ, 1975**), la fréquence est exprimée par la formule suivante :

$$F = ni/N.100$$

Avec :

F : Abondance relative des espèces d'un peuplement. n_i :
Nombre d'individus de l'espèce considérée.

N : Nombre total d'individus.

IV-3- Notion de constance

La constance c'est le rapport exprimé sous forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce considérée au nombre total de relevés effectués (DAJOZ, 1975).

En fonction de la valeur de C, on distingue les catégories d'espèces suivantes :

- Espèces constantes, sont celles présentes dans 75 à 100 % des relevés. -

Espèces régulières, sont celles présentes dans 50 à 75% des relevés.

- Espèces accessoires, sont celles présentes dans 25 à 50 % des relevés.

- Espèces accidentelles, sont celles présentes dans moins de 25% des relevés.
(DAJOZ, 1982).

La constance s'écrit :

$$C = P' / R.100$$

Avec :

C : Constante en pourcentage (%).

P' : Nombre de relevés constante de l'espèce considérée. R :
Nombre total de relevés effectués.

IV-4- Indice de diversité de Shannon-Weaver (H)

Il permet de caractériser la distribution d'abondance des espèces dans une biocénose (**LAMOTTE et BOURLIERE, 1969**). L'indice de diversité spécifique exprime en bits (Unité d'information binaire) permet d'exprimer la structure d'un peuplement.

Il est exprimé par la formule ci- dessous :

$$H = -\sum ni/N \text{ Log}_2 ni/N$$

Avec :

H : Diversité spécifique.

ni / N : Abondance relative de chaque espèce.

ni : Nombre d'individus de l'espèce.

N : Nombre total d'individus.

Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'utilisation de nombreuses espèces.

Un indice de diversité faible traduit de conditions de vie défavorables. Le milieu étant Pourvu de peu d'espèces, mais chacune d'elles ayant en général de nombreux individus.

Si l'indice est nul cela signifie que le peuplement n'est représenté que par une seule espèce (**DAJOZ, 1985**).

IV-5-Indice d'équipartition ou d'équitabilité (E)

L'indice d'équipartition permet de mesurer l'homogénéité de la répartition des individus entre les espèces. C'est le rapport de la diversité observée (H) sur la diversité maximale (Hmax). Il est exprimé par la formule ci-dessous. Avec $H_{max} = \text{Log } S$

(**BLONDEL,1979**).

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

Où:

E : Equitabilité.

H : Diversité observée.

H_{max} : Diversité maximale, elle est égale au Log S.

S : étant la richesse spécifique totale.

Selon **DAJOZ (1985)**, l'équitabilité E varie de 0 à 1. Lorsque E tend vers 1 cela indique que le peuplement est équilibré et que la diversité observée se rapproche de la diversité maximale ; cela signifie aussi que les espèces sont représentées par le même nombre d'individus. Si E tend vers 0 le peuplement est moins équilibré et si E est égale à 0 ceci montre qu'il n'y a qu'une seule espèce dans le milieu.

IV-6- Matrice de corrélation

Une matrice de corrélation regroupe les corrélations de plusieurs variables entre elles, les coefficients indiquant l'influence que les variables ont les unes sur les autres.



Chapitre III :
Résultats & discussions

I-Inventaire de l'entomofaune de la pinède de Tigounatine

I-1-Espèces répertoriées

Les espèces répertoriées au niveau de la station d'étude sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°08 : Espèces inventoriées au niveau de la station de Tigounatine

Classes	Ordres	Familles	Espèces
Insecta	Coleoptera	Geotrupidae	<i>Geotrupes sp</i>
		Scarabeidae	<i>Pleurophorus sp</i>
		Carabidae	<i>Harpalus sp</i>
			<i>Macrothorax morbillosus</i>
		Buprestidae	<i>Anthaxia sp</i>
		Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>
		Histeridae	<i>Hister sp</i>
	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes gallicus</i>
		Formicidae	<i>Monomorium sp</i>
			<i>Tapinoma simrothi</i>
			<i>Messor structor</i>
		Tenthredinidae	<i>Tenthredopsis sordida</i>
		Apidae	<i>Bombus sp</i>
			<i>Apis mellifera</i>
	Diptera	Calliphoridae	Espèce indéterminée
		Muscidae	<i>Musca domestica</i>
		Syrphidae	Espèce indéterminée
	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Melanargia galathea</i>

		Bombycidae	<i>Bombyx sp</i>
	Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp</i>
	Blattodea	Blattellidae	<i>Ectobius sp</i>
	Dermaptera	Carcinophoridae	<i>Anisolabis maritima</i>
Arachnida	Pseudoscorpionida	Cheliferidae	<i>Chelifer cancroïdes</i>
	Araneae	Dysderidae sp	<i>Dysdera sp</i>
	Opiliones	Nemastomatidae	<i>Nemastomella sp</i>
Polychaeta	Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>
Malacostraca	Isopoda	Porcellionidae	<i>Porcellio sp</i>
Total	12	24	27

I-2-Liste des espèces rencontrées par méthodes

I-2-1-pots barber

Les espèces qui ont été piégées par les pots Barber sont représentées dans le tableau ci-dessous

Tableau N°09 : les espèces récoltées à l'aide des pots Barber

Espèces	Familles	Ordres
<i>Harpalus sp</i>	Carabidae	Coleoptera
<i>Macrothorax morbillosus</i>		
<i>Anthaxia sp</i>	Buprestidae	
<i>Hister sp</i>	Histeridae	
<i>Ocypus Olens</i>	Staphylinidae	
<i>Pleurophorus sp</i>	Scarabeidae	
<i>Polistes gallicus</i>	Vespidae	
<i>Monomorium sp</i>	Formicidae	
<i>Tapinoma simrothi</i>		

<i>Messor structor</i>		
<i>Anisolabis maritima</i>	Carcinophoridae	Dermaptera
<i>Dysdera sp</i>	Dysderidae	Aranea
<i>Nemastomella sp</i>	Nemastomatidae	Opiliones
<i>Chelifer cancroïdes</i>	Cheliferidae	Pseudoscorpionida
<i>Musca domestica</i>	Muscidae	Diptera
<i>Espèces indéterminée 02</i>	Syrphidae	
<i>Lumbricus terrestris</i>	Lumbricidae	Oligochaeta
<i>Porcellio sp</i>	Porcellionidae	Isopoda
<i>Melanargia galathea</i>	Nymphalidae	Lepidoptera
<i>Bombyx</i>	Bombycidae	
<i>Ectobius sp</i>	Blattellidae	Blattodea
<i>Gryllus sp</i>	Gryllidae	Orthoptera

I-2-2- pièges colorés

Les espèces d'insectes capturées par les pièges colorés sont présentées dans le tableau n°9

Tableau N°10 : les espèces récoltées à l'aide des pièges colorés

Espèces	Familles	Ordres
<i>Hister sp</i>	Histeridae	Coleoptera
<i>Geotrupes sp</i>	Geotrupidae	
<i>Tenthredopsis sordida</i>	Tenthredinidae	Hymenoptera
<i>Bombus sp</i>	Apidae	
<i>Apis mellifera</i>		
<i>Musca domestica</i>	Muscidae	Diptera
<i>Espèces indéterminée</i>	Calliphoridae	

II-Exploitation des résultats par les indices écologiques

II-1-Frèquence centésimale

a-Résultat

Les résultats des fréquences centésimales des espèces inventoriées sont représentés dans le tableau N°10 :

Tableau N°11 : Effectifs et fréquences centésimales des espèces capturées dans notre station d'étude

Ordres	Familles	Espèces	Effectifs	F%
Coleoptera	Geotrupidae	<i>Geotrupes sp</i>	1	0.11
	Scarabeidae	<i>Pleurophorus sp</i>	3	0.33
	Carabidae	<i>harpalus</i>	1	0.11
		<i>Macrothorax mordillossus</i>	1	0.11
	Buprestidae	<i>Anthaxia sp</i>	2	0.22
	Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	4	0.43
	Histeridae	<i>Hister sp</i>	1	0.11
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes gallicus</i>	4	0.43
	Formicidae	<i>Monomorium sp</i>	5	0.54
		<i>Tapinoma simrothi</i>	3	0.33
		<i>Messor structor</i>	12	1.30
	Tenthredinidae	<i>Tenthredopsis sordida</i>	1	0.11
	Apidae	<i>Bombus sp</i>	22	2.38
<i>Apis mellifera</i>		40	4.33	
Diptera	Calliphoridae	Espèce indéterminée	24	2.60
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	27	2.93
	Syrphidae	Espèce	10	1.09

		indeterminée		
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Melanargia galathea</i>	1	0.11
	Bombycidae	<i>Bombyx sp</i>	1	0.11
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp</i>	1	0.11
Blattodea	Blattellidae	<i>Ectobius sp</i>	8	0.87
Dermaptera	Carcinophoridae	<i>Anisolabis sp</i>	1	0.11
Pseudoscorpionida	Cheliferidae	<i>Chelifer cancroïdes</i>	1	0.11
Araneae	Dysderidae sp	<i>Dysdera sp</i>	169	18.31
Opiliones	Nemastomatidae	<i>Nemastomella sp</i>	575	62.30
Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	4	0.43
Isopoda	Porcellionidae	<i>Porcellio sp</i>	1	0.11
12	24	27	923	100

Les effectifs et les fréquences centésimales des individus inventoriés sont respectivement placés en fonction des ordres dans le tableau n°12

Tableau N°12 : Effectifs et taux des individus capturés en fonction des ordres

Ordres	Effectifs	F %
Coleoptera	13	1.42
Hymenoptera	87	9.42
Diptera	61	6.62
Lepidoptera	2	0.22
Orthoptera	1	0.11
Blattodea	8	0.87
Dermaptera	1	0.11
Pseudoscorpionida	1	0.11
opiliones	575	62.3
Araneae	169	18.31

Oligochaeta	4	0.43
Isopoda	1	0.11
total	923	100

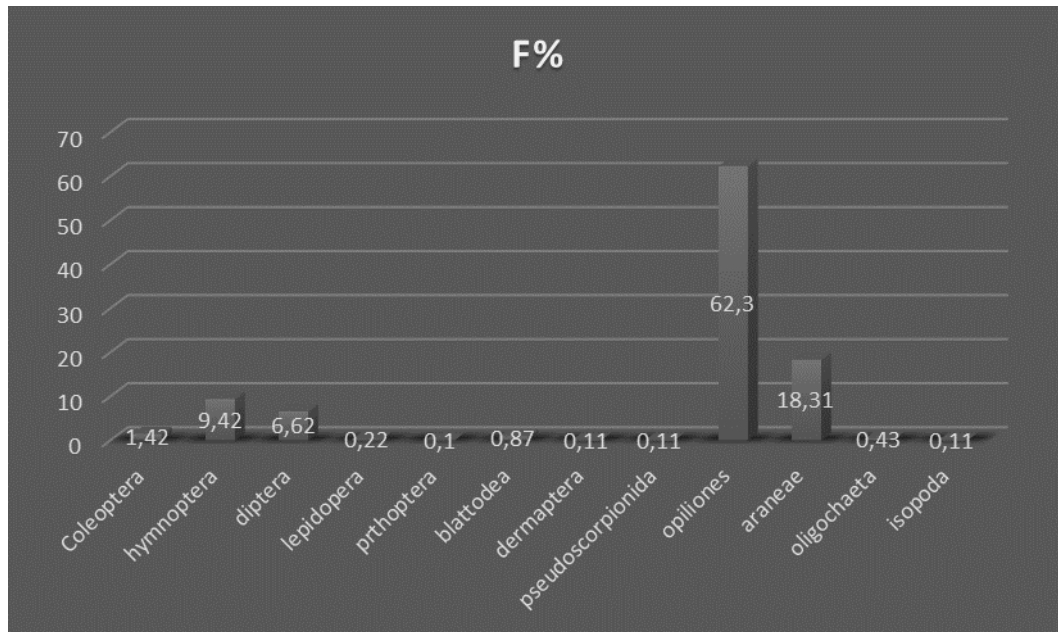


Fig 23 : fréquences des individus collectés par ordre

B- Discussion :

Le calcul des fréquences de chaque espèce a révélé des taux pratiquement faibles, une espèce d'opiliones (*Nemastomella sp*) se différencie des autres avec un taux de 62.30%, suivi d'Aranea du genre *Dysdera* avec 18.31%, puis vient en troisième position l'ordre des Hyménoptera avec (9.42%), les Diptera avec (6,62 %.), suivi des Coleoptera avec (1,42 %) ensuite vient l'ordre des Blattodea avec un pourcentage de (0.87%), les Oligochaeta avec une valeur de (0.43%) puis les Lepidoptera avec (0.22%) , et en dernière position vient les Isopoda , Pseudoscorpionida ,Dermaptera et les Orthoptera avec respectivement une valeur de (0.11%) .

Si nous examinons la liste de fréquences établies selon les ordres nous remarquons une dominance des opiliones présentant 575 individus soit une fréquence de 62.30% suivi par l'ordre des Aranea avec 169 individus et une fréquence de 18.31%, Vient en 3 ème position l'ordre d'Hymenoptera avec 87 individus avec une fréquence de 9.42%. Contrairement à nos résultats A. Midoune et Y. Slimani (2009) ont trouvé que l'ordre le plus dominant est celui des Diptères présentant 678 individus soit une fréquence de 44.61% , suivi par l'ordre des

Coléoptères avec 369 individus et une fréquence de 24.28% , vient en troisième position l'ordre des hyménoptères avec 313 individus et une F(%) égale à 20.59 % .

On conclue que cette différence est dû probablement au changement du climat, et du rythme ainsi des caractéristiques habituels des saisons, il perturbe les plantes et donc aussi les insectes , car certains insectes se nourrissent que du pollen d'un certain type de plante , si celle-ci fleurit plus tôt ou plus tard dans l'année , l'insecte perd sa source de nourriture . Le réchauffement climatique détruit aussi les écosystèmes et les insectes perdent leur habitat et disparaissent avec lui.

La richesse faunistique issue des pièges colorés est faible par rapport aux pots Barber, car ce type de piège permet de capturer les insectes qui marchent et ceux qui volent et aussi bien ceux qui sont diurnes et ceux nocturnes, par contre dans les pièges colorés ça nous permet seulement de capturer les insectes volants.

Les insectes sont à la base de la chaine alimentaire, s'ils disparaissent, les animaux qui s'y nourrissent (oiseaux, amphibiens ...) seront à leur tour menacés de disparition.

Ils jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et la richesse des sols, en dégradant la matière organique morte en la transformant en nutriments essentiels, au bon développement des végétaux.

Enfin, la pollution pourrait aussi jouer un rôle, elle perturbe le comportement des animaux comme les papillons de nuit, ce qui cause la réduction de ces insectes.

II-2-La constance

A. Résultat :

Les résultats de la constance sont dressés dans le tableau N°13

Tableau N°13 : Constance des espèces capturées dans la station d'étude

Espèces	Constance %	Catégorie
<i>Geotrupes sp</i>	50	Rg
<i>Pleurophorus sp</i>	50	Rg
<i>Harpalus</i>	50	Rg
<i>Anthaxia sp</i>	50	Rg
<i>Macrothorax morbillosus</i>	50	Rg
<i>Ocypus olens</i>	100	C
<i>Hister sp</i>	100	C
<i>Polistes gallicus</i>	50	Rg
<i>Monomorium sp</i>	100	C
<i>Tapinoma simrothi</i>	100	C
<i>Messor structor</i>	50	Rg
<i>Tenthredopsis sordida</i>	50	Rg
<i>Bombus sp</i>	50	Rg
<i>Apis mellifera</i>	50	Rg
Espèce indéterminée 01	50	Rg
<i>Syrphoide</i>	50	Rg
<i>Musca domestica</i>	100	C
Espèce indéterminée 02	50	Rg
<i>Melanargia galathea</i>	50	Rg
<i>Bombyx sp</i>	50	Rg
<i>Gryllus sp</i>	50	Rg
<i>Ectobius sp</i>	100	C
<i>Anisolabis maritima</i>	50	Rg
<i>Chelifer cancroïdes</i>	50	Rg
<i>Dysdera sp</i>	100	C

<i>Nemastomella sp</i>	100	C
<i>Lumbricus terrestris</i>	50	Rg
<i>Porcellio sp</i>	50	Rg

Rg : Espèce régulière

C : Espèce constante

B- Discussion

Suite à l'analyse du tableau N°17, il apparaît que 71,42 % des espèces inventoriés sont qualifiées de régulières avec 20 espèces, on peut citer *Geotrupes sp*, *Harpalus*, *Antaxia sp*, *Macrothorax morbillossus* avec la valeur respective de 50%, Vient ensuite la catégories des espèces constante avec 08 espèces et un taux de 28,57% , on peut citer *Hister* , *Monomorium sp* , *Ocypus olens* , *Ectobius sp* avec la valeur respective de 100% .

Contrairement à nos résultats, HADID et REKIK (2007) montrent que le taux le plus élevé est accaparé par la catégorie des espèces accidentelles avec 81,42% suivi par les espèces accessoires avec 14,28%, enfin vient la catégorie des espèces régulières et celle des espèces constantes avec respectivement 2,85% et 1,42%.

le site d'étude renferme 2 groupes d'espèces. Les espèces constante et les espèces régulière qui sont propres à ce milieu et l'absence des deux autres groupes (accessoires et accidentelles) confirme qu'il n'y a pas de nouvelles espèces qui recherchent un nouveau milieu écologique et donc il y'aurai présence d'une certaine stabilité de l'écosystème.

II-3- Indice de diversité de Shannon –Weaver et indice d'équitabilité

A-Résultat

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon –Weaver (H° et de l'indice d'équitabilité (E) appliqués aux espèces inventoriées sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau N°14 : valeurs des indices de Shannon Weaver (H), de la diversité maximale (H max) et de l'équitabilité (E).

Paramètres	H (bits)	H max (bits)	E
Valeurs	4.41	6.39	0.69

B- Discussion

Concernant les indices écologiques de structure, nous avons fait ressortir l'indice de Shannon Weaver qui est de 4.41 bits, l'indice de diversité maximale estimé à 6.39 bits ainsi que l'équitable avec 69 %. La valeur de l'indice de Shannon Weaver calculé dans ce présent travail est nettement comparable avec celui de et MIDOUN & SLIMANI (2009), ou ces auteurs notent une valeur de 3.35 bits dans la forêt de Tigounatine du pin noir dans la région de Bouira. BARBAULT (1992), relève qu'une communauté sera d'autant plus diversifiée quand l'indice de Shannon Weaver sera plus grand. D'après BLONDEL (1979), l'indice d'équitabilité appelé également indice d'équipartition est maximale quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimale quand une seule espèce domine tout le peuplement. A la lumière des résultats obtenus, on peut considérer que la station d'étude abrite une faune diversifiée et que les espèces recensées sont en équilibre entre elles. Dans ce cas nous considérons que les caractéristiques du milieu fournissent un habitat de choix pour une large gamme d'espèces.

III-Importance des attaques au niveau des cônes et les graines

III-1-Taux d'attaque des cônes de *Pinus nigra* ssp. *Mauretanica*

A-Résultat

Afin d'évaluer les dégâts engendrés par les insectes ravageurs de *Pinus nigra*, nous avons procédé à l'estimation de taux d'attaque des cônes dans les dix boîtes et les résultats obtenus sont portés dans le tableau N°15

Tableau N°15 : Taux d'attaque des cônes de *Pinus nigra* ssp. *mauretanica*

Boîtes cônes	Boite 1	boite 2	boite 3	boite 4	boite 5	boite 6	boite 7	boite 8	boite 9	boite 10	taux d'attaque
sains	3	4	2	9	5	6	3	4	6	4	46%
troués	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2%
présence de la résine	7	6	7	1	4	4	7	6	4	6	52%

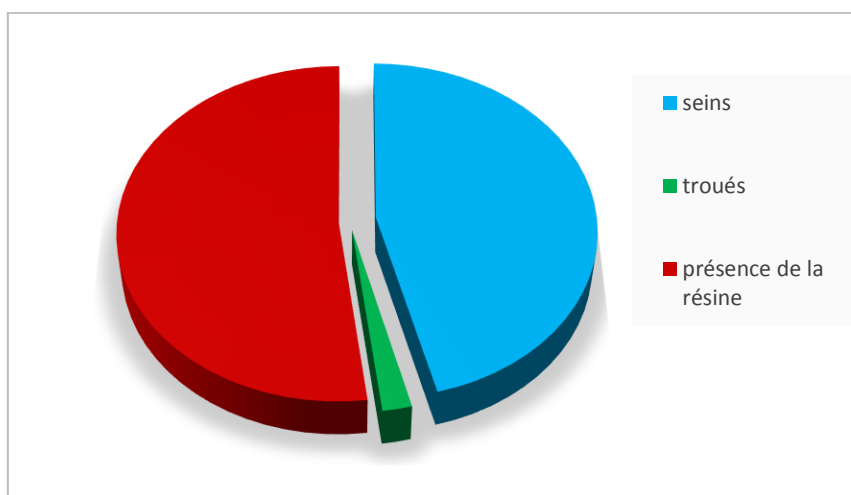


Figure 24: Taux d'attaques des cônes dans les différentes boîtes

B-Discussion

D'après les observations et l'évaluation des dégâts liés aux insectes sur les cônes de *Pinus nigra* dans la pinède de Tigounatine il s'avère que le taux d'infestation est très faible avec 2% et cela peut s'expliquer par le fait que cette pinède n'a pas été attaquée par les insectes des cônes. On a remarqué aussi le taux de cônes sains qui s'élève à 46% équivalent à la moitié des cônes récoltés, ceux qui nous amène à penser que les conditions climatiques de la station où l'on a enregistré la pluviométrie de 1187.5 mm pour l'année 2017 in (LABBACI, 2021) influent largement sur le comportement et de l'arbre et du cône qui seront très apte à se défendre. Par contre le taux de la présence de la résine est plus élevé avec pourcentage de 52.

La résine est une mixture complexe de terpènes et acides résiniques de la famille des abiétines dans la proportion varient suivant l'espèce et la provenance géographique. Synthétiser et stockée par l'arbre, elle peut être considéré comme un système de défense lors des ruptures mécaniques du bois, afin de le protéger contre des attaques extérieures, comme par exemple des champignons ou des insectes. La synthèse de la résine est réalisée dans l'aubier par une couche mince de cellule garnissant la surface interne des canaux résinifère et formant un tissu épithélium d'un diamètre entre environ 90 et 300 μm in (EYMA, F et MARCHAL, R 2018) pour le pin cela démontre que la pinède de Tigounatine a fait face à une ou plusieurs attaques de ravageurs.

III-2-Taux d'attaques des graines

A-Résultat

Le nombre moyen des différentes catégories de graines ainsi que leur taux d'attaque sont mentionnés sur le tableau N°16

Tableau N°16 : Catégories des graines et leurs taux d'attaque

Catégories	Nb	taux d'attaque %
graines vides	580	67,21%
graines avortées	217	25,14%
graines trouées	28	3,24%
graines pleines	38	4,40%
Effectif globale des graines	863	

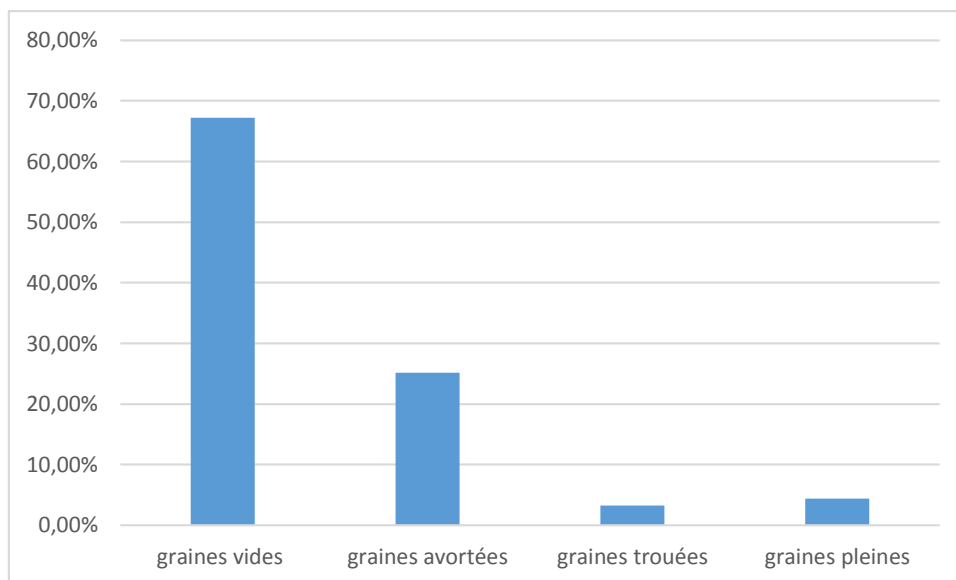


Fig. 25 : Taux d'attaques des différentes catégories de graines

B-Discussion

Suite à l'analyse du tableau il apparaît que 67,21% des graines sont qualifiées vides avec 580 graines, vient ensuite la catégorie des graines avortées qui porte un pourcentage de 25,14 dont 217 graines, les deux dernières catégories à savoir les graines trouées et pleines sont représentées respectivement par un nombre de 28 et 38 et un taux respectivement de 3,24% et 4,40%.

Il est important de noter que d'une façon générale, qu'il existe vraisemblablement une variabilité du pourcentage de graines avortées et de graines vide. Roques et al (1998) confirment que cette variabilité relève des problèmes de pollinisation. On attributs donc les différences de graines avortées et de graines vide à la variation de taux de pollinisation.

Le faible nombre de graines saines, peut s'expliquer soit par une diminution de nombre de graines de pollen, soit par une faible pollinisation.

L'impact des insectes sur la production des graines n'est pas simple à évaluer. Même si toutes les graines n'ont pas été consommées, le cône attaqué, de part ces moyens de défense, émet de la résine qui, en se cristallisant, conduit très souvent à la soudure des écailles. Ce qui l'empêche généralement de s'ouvrir pour libérer les graines.

En conclusion la production de bonnes graines reste faible quel que soit l'année de récolte des cônes, ce résultat est très proche de celui GUETTAL et AKKOUCHE (2010) (8,62%), SAHRAOUI (2012) (5,46%).

III-3- La longueur et la largeur des cônes

A-Résultat

Les résultats des mesures des longueurs et des largeurs effectuées sur les cônes sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°17 : Dimensions des cônes

Boîtes	Nombres de cônes	Longueurs moyennes des cônes (cm)	Largeurs moyennes des cônes (cm)
01	10	5,11	2,38
02	10	5,24	2,66
03	10	4,45	2,13
04	10	5,18	2,63
05	10	<u>6,26</u>	<u>2,95</u>
06	10	6,03	2,70
07	10	<u>4,10</u>	<u>2,02</u>
08	10	6,12	2,81
09	10	5,86	2,72
10	10	4,95	2,40
Moyenne	10	5,33	2,26

B-Discussion

Nous avons obtenu dans le tableau ci-dessus pour la longueur moyenne des cônes un maximum de 6.26 cm (b5) et un minimum de 4.10 cm (b7), pour ce qui concerne la largeur nous avons un maximum de 2.95 cm (b5) et un minimum de 2,02 cm (b7).

Les cônes du pin noir sont généralement de forme ovoïdes et presque deux fois plus longs que larges, ils sont long de 3.95 à 6.47cm et larges de 2.04 à 3.28cm avec des écussons peut saillants et peu proéminents (ADJAOUD et AIDROUS , 1992)

A partir de ces résultats obtenue dans le tableau et en comparaison avec ces données , on peut dire que les cônes que nous avons mesurés sont récoltés à partir d'arbres sains et qui ont eu probablement une bonne pollinisation .

IV- Corrélation entre la circonférence des arbres et l'effectif des insectes inventoriés

La matrice de corrélation est un cumule de résultats statistiques obtenu par Excel entre deux variables (dans notre cas entre la circonférence et le nombre d'insectes inventoriés tableau N°18). Afin d'exprimer l'intensité de la liaison linéaire existant entre les paramètres étudiés, cette intensité n'est vérifiée que si l'on connaît le seuil de signification du coefficient de corrélation (r), les Résultats sont représentés si dessous :

A-Résultat

Tableau N°18 : Les circonférences et l'effectif d'insectes par arbre

Arbres	Circonférences (cm)	Nombres d'espèces
Arbre 01	52	41
Arbre 02	52	145
Arbre 03	157	50
Arbre 04	105	14
Arbre 05	131	10
Arbre 06	150	193
Arbre 07	103	112
Arbre 08	100	85
Arbre 09	107	118
Arbre 10	135	155

La matrice de corrélation entre la circonférence et l'effectifs d'insectes échantillonnés est égale a 0.10 R=0.10

B- Discussion

L'analyse de la matrice de corrélation est Significative entre la circonférence de l'arbre et le nombre d'insectes capturés, cela explique que le nombre d'individus est totalement dépendant de la circonférence d'arbre.

Les arbres morts ainsi que les arbres vivants de gros diamètre ont été qualifiés par la communauté scientifique d'arbre d'intérêt pour la faune en générale et les insectes en particuliers (ANONYME ,1999).

V- Calcul du degré de signification

La variable réponse est de type quantitatif discret, donc on a opté pour un GLM

A-Résultats

Tableau N°19 : Analyse de la variance des insectes dans différents types de pièges (GLM)

	Estimation	Erreur standard	Z value	Pr(> z)
Interception	1.1378	0.1132	10.05	2.10^{-16}
Type PB	1.5411	0.1183	13.02	2.10^{-16}

B-Discussion

L'examen du tableau si dessus donne une probabilité qui égale à 2.10^{-16} dans les pots barber qui est inférieure à 0.05 donc la valeur est significative.

VI- Quelques insectes inventoriés de la pinède de Tigounatine

Le geotrupe : Geotrupes sp



Fig. 26 : *Geotrupes sp* (originale)

La famille des Scarabeidae sont des phytophages ou floricoles a l'état adulte, phytophages ou détritiphage sous la forme larvaire, ils vivent dans la biotopes les plus divers, depuis les

sables des oasis saharienne jusqu'aux terres lourdes de la forêt sibérienne, mais dans leur majorité, ce sont des insectes à affinité steppique (BALACHOWSKY, 1963). Il est connu que certaines espèces de cette famille présentent un endémisme aux altitudes et aux cédraies, c'est le cas de *Geotrupes* (BALACHOWSKY, 1963). Ce genre (Fig 26) a été signalé par (AHMIM, 1989) dans la cédraie de Tikjda. BALACHOWSKY (1963) signale que les espèces même genre sont des coprophages et ne sont pas en général nuisible aux plante.

L'abeille domestique : *Apis mellifera*



Fig. 27 : *Apis mellifera* (originale)

Les Abeilles domestiques (*Apis mellifera*) (Fig 27) sont des insectes qui appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, super-famille des Apoïdea et au genre *Apis*. Ce dernier renferme neuf espèces (LE CONTE et FRANCK, 2005) qui ont une aire de répartition restreinte à l'Asie et en particulier au Sud Asiatique. L'espèce *Apis mellifera* est la plus répandue dans le monde, présente une aire de répartition naturelle plus large, s'étendant jusqu'à l'Afrique subsaharienne, le Nord de l'Europe et l'Asie Centrale et elle a pu s'adapter à différents climats et flores. *A. mellifera* est un invertébré de la famille des Apidés, son corps comprend trois parties bien distinctes : une tête, un thorax et un abdomen. Elle n'a pas de squelette interne mais dispose d'une enveloppe externe (exosquelette) faite de chitine, de la cuticuline et de la mélanine ; pigment dont la couleur peut varier de jaune au noir, et enfin tout à l'extérieur une fine couche cireuse. Le corps est couvert de soies (poils).

En raison de son élevage bien maîtrisé et de son caractère généraliste, l'abeille domestique (*Apis mellifera*) est considérée à l'échelle mondiale comme l'espèce la plus importante pour la pollinisation des cultures (VANEGELSDORP et al, 2010). De plus, les espèces pollinisatrices sauvages déclinent de manière inquiétante. Ainsi, dans les zones où la pollinisation est en danger, la seule solution est l'installation de ruches d'abeilles domestiques (Batra, 1995 ; Klein et al, 2007) : cette espèce est considérée comme un véritable pollinisateur de secours (DE LA RUA et al, 2009) in (MATHILDE ROGER, 2012).

Opiliones : *Nemastomella sp*



Fig 28 : *Nemastomella sp* (originale)

Les *opilions* (Fig. 28) sont plus connus sous le nom de « faucheurs ». Ils font partie de l'ordre des opilions et de la classe des arachnides. Contrairement aux araignées, les opilions n'ont pas de venin et sont par conséquent complètement inoffensifs pour l'homme. Certains opilions sont des prédateurs des escargots et des limaces, ils sont ainsi de précieux alliés du jardinier qu'il est intéressant de pérenniser au jardin. On connaît à ce jour environ 6 539 espèces dans le Monde et 130 sont répertoriées en France (BOLTON et al., 2006).

Ils sont facilement identifiables grâce à leur petit corps de forme ovoïde. Les *opilions* possèdent quatre paires de pattes longues et fines, étendues de part et d'autres du corps et serrées les unes près des autres quand ils sont au repos. Leur abdomen est segmenté et soudé au thorax. Ils possèdent aussi des chélicères et deux pédipalpes portés par le céphalothorax.. (BOLTON et al., 2006).

Les opilions s'observent dans de nombreux biotopes et même dans les milieux fortement anthropisés. Ils vivent le plus souvent près du sol, certaines sont endogées ou cavernicoles, d'autres arboricoles. Ils chassent plutôt la nuit, et leur régime alimentaire est opportuniste et omnivore. Certains sont carnivores, détritivores ou végétariens. Certains opilions enduisent leurs proies de sucs digestifs avant de les consommer. Ils affectionnent les pucerons, les cochenilles, les collemboles, les acariens, et certaines espèces sont malacophages c'est-à-dire qu'elles se nourrissent spécifiquement de gastéropodes : escargots_et_limaces. (Les opilions- jardiner – autrement.fr). (BOLTON et al., 2006).

La fourmis moissonneuse :*Messor structor*



Fig 29 : *Messor structor* (originale)

Messor structor (les fourmis) fig 29, appartient à la famille des Formicidae, ordre des Hymenoptera . Ce sont les insectes les plus abondantes sur terre et représentent 10 à15% de la biomasse animale, voire 94% des individus et 50% de la biomasse des Arthropode. Elle sont réparties sur plus de 12000 espèces (BOLTON et al., 2006). Ces insectes occupent les endroits les plus hostiles à la vie animale telle que les hautes montagnes. En spécialisant leur comportement envers les plantes, les fourmis jouent un grand rôle dans la composition du tapis végétal.

Messor structor, est t considérée, comme la plus grande prédatrice des Arthropodes (DYER, 2002 ; PHILPOTT et al, 2013). De par cette fonction de prédation, elles constituent de bons agents de lutte biologique contre les bio- agresseurs phytophages in (MERABET, S 2014)

L'inventaire entomofaunistique du pin noir (*Pinus nigra* Arnold sub sp. *Mauretanica*) dans la station de Tigounatine (Tikjda) durant la période allant du mois d'avril au mois de mai de l'année 2023 est réalisé grâce à deux types de piégeages, à savoir les pots Barber et les pièges colorés. 923 individus sont inventoriés. Ils se répartissent entre 04 classes (Insecta, Polychaeta, Malacostraca et Arachnida) 12 ordres, 24 familles et 27 espèces. Dans cet inventaire l'ordre des opiliones domine avec (62,30 %) suivi des Araneae avec (18,31 %) puis vient en troisième position l'ordre des Hyménoptera avec (9.42%), les Diptera avec (6,62 %.), suivi des Coleoptera avec (1,42 %) ensuite vient l'ordre des Blattodea avec un pourcentage de (0.87%), les Oligochaeta avec une valeur de (0.43%) puis les Lepidoptera avec (0.22%) , et en dernière position vient les Isopoda , Pseudoscorpionida ,Dermaptera et les Orthoptera avec respectivement une valeur de (0.11%) .

La richesse faunistique issue des pièges colorés est faible par rapport aux pots Barber, car ces derniers, permettent de capturer les insectes qui marchent et ceux qui volent et aussi bien ceux qui sont diurnes et ceux nocturnes, par contre dans les pièges colorés nous permettent seulement de capturer les insectes volants. Par ailleurs les individus piégés sont noyés et de ce fait ne peuvent ressortir du piégé en aucune manière.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 4.41 bits et l'équitabilité est de 0.69, par conséquent, les effectifs des espèces sont en équilibre entre eux, l'analyse de la matrice de corrélation a révélé que l'effectif des insectes capturés est dépendant de la circonférence des arbres du pin noir. Le site d'étude renferme 02 groupes d'espèces, les espèces constantes et les espèces régulières qui sont propres à ce milieu.

Les dégâts liés aux insectes sur les cônes de *Pinus nigra* dans la pinède de Tigounatine montre que le taux d'infestation de 2% est très faible et cela peut s'expliquer par le fait que les arbres choisis à l'expérimentation n'ont pas été fortement attaqués par les insectes des cônes. On a marqué aussi que le taux de cônes sains qui s'élève à 46% équivalent à la moitié des cônes récoltés, Par contre le taux de présence de la résine est légèrement plus élevé avec un pourcentage de 52 et cela veut dire que l'arbre a une bonne défense lors des ruptures mécaniques dû aux attaques extérieures du bois.

La quantification de la production des graines a révélé une fois encore, des taux très faibles de graines saine et qui est de 4.40%, ce taux est proche de celui trouvé par des travaux antérieurs et cela peut s'expliquer soit par une diminution de nombre de graines de pollen dû au mauvais développement des inflorescences, soit par une faible pollinisation.

Quant à l'étude dendrométrique des arbres et des cônes, elle a bien montré une grande variabilité entre les arbres.

Les recherches sur l'entomofaune des peuplements forestiers est d'une grande importance sur le plan écologique, car cette faune contribue sans doute au maintien de l'équilibre naturel dans les milieux qu'elles occupent, notamment quand il s'agit d'un peuplement forestier en voie de disparition comme le pin noir. Il est évident que l'inventaire réalisé dans la présente étude ne reflète que partiellement la composition faunistique du milieu étudié. Néanmoins, nous avons des informations préliminaires sur les insectes inféodés à ce genre d'essence et à cet habitat. Par conséquent, certaines espèces n'ont pas pu être observées durant cette étude et peuvent exister dans ce milieu en question.

Il serait souhaitable que d'autres études se penchent sur l'entomofaune de la station de Tigounatine, mais aussi celle des plantations du Pin noir (Thala-Rana, Thala-Guilef), en essayant d'augmenter le nombre de relevés par mois pour améliorer la qualité d'étude.

Une cartographie de la répartition des divers groupes d'insectes susceptibles de représenter un danger sur le pin noir est fondamentale. De même, il est impératif de veiller à la gestion forestière en relation avec le changement du climat, afin de sauvegarder cette essence.

Références bibliographiques

1. **Abdesselam, M. 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie-Algérie). Thèse doctorat de l'Univ. Franche-Comté. 232p.
2. **Abdelli, D. et Moali, D. 1996.** Contribution à l'étude biosystématique du Pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* Arnold subsp. *mauretanica*) Rif et Djurdjura. 184p
3. **Addar A., Abdelkrim H. et Yahi N., 2004.** Analyse dynamique d'une succession végétale de la série à *Cedrus auanuca* dans le massif du Tigounatine (Djurdjura), Annales de l'Institut National Agronomique "Ej.Harrach", 25(1-2) :1-18.
4. **Adjaoud D. 2005.** Étude de la variabilité morphologique et physiologique du Pin noir du Djurdjura *Pinus nigra* Arnold ssp. *mauretanica*. Mém. Mag. Agr. U.M.M.T.O. (Algérie). 101p.
5. **Adjaoud D. et Aidrous N., 1992.** Contribution à l'étude bio systématique du *Pin* noir du Djurdjura (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *mauretanica*). Mem. Ing. Agr. UMMTO. (Algérie) 121p.
6. **AHMIM M., 1989.** Contribution a l'étude de l'entomofaune de la Cédraie de Tikjda dans le parc national de Djurdjura. Mem. Ing. Agro. Int. Nat. Agro, El-Harrach. 79 p.
7. **Amiri, N., 2015.** Analyse de la flore du Parc National du Djurdjura, Mémoire de Mastère, Université d'Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie. pp. 92
8. **ARABDIOU Y, 2005** : contribution a l'étude des insectes des cônes et graines dans quelques peuplements forestiers en Algérie . Thè. Mag . Sci . Int . Nat. Agro. El Harrach . Alger 103p
9. **ASMANI A., 1993.** "Exploration de la variabilité chez le Pin noir de la forêt de Tigounatine (Djurdjura - Algérie) en comparaison avec quelques provenances de pins noirs méditerranéens. Thèse de Magister, UMMTO. Algérie. 156 p.
10. **ASMANI. A., 1988** : Etude biosystématique du pin noir de Djurdjura (*Pinus nigra* Arnold subsp. *Clusiana* Clem. Var. *mauretanica* Maire & Peyer). thèse Ing .Agr. Inst. D'agronomie T.O. 105p.

11. **ASMANI, A., 2003.** Plaidoyer pour le pin noir d'Algérie (*Pinus nigra* Arnold ssp. *mauretana* Maire et Peyrimehoff) - peuplements menacés. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). P01.
12. **BACHIR L et MOULOUDJ H 2008 :** contribution à l'étude de variabilité physiologique du pin noir du Djurdjura *Pinus nigra* Arnold ssp. *mauretana* : germination de graines, du pollen et le maintien des plantes. Thèse. Ing. agro. Univ. agronomie Tizi Ouzou 184 p
13. **CHALABI B. 1980.** Etude structurale et dynamique du peuplement à pin noir de Djurdjura Mem D E S filière écologie. option steppe. Insti bio USTHB 66P
14. **CHEKAOUI O. et OUAMROUCHE S.,** Etude de la production grainière du Pin noir de Djurdjura (*Pinus nigra* Arnold ssp. *mauretana*) dans la station de Tigounatine, 2017, Mém. Ing., U.M.M.T.O., 67p.
15. **DEBAZAC 1971 :** Contribution à la connaissance de la répartition et l'écologie de *Pinus nigra* Arn. dans le Sud-Est de l'Europe. 50P.
16. **DERRIDJ A., 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* Man. En Algérie thèse Doc. Univ. Paul Sabatier Toulouse III. 288p.
17. **DJAJOZ R , 2007 .** les insectes et la forêt (rôle et la diversité des insectes dans le milieu forestier) Ed Tec et Doc . Paris 261p
18. **EYMA F & MARCHAL R .** L'exsudation de la résine dans le bois de pin maritime (*Pinus pinaster*) : étude et mise en place d'un système de prévention .Thèse . Univ de Pau et de Pays de l'Adour 174p
19. **FERNANE A., 2009.** Place de l'entomofaune dans l'arthropodologie de trois stations forestières dans la région de Larbâa Nath Irathen (Tizi-Ouzou). Thèse. Mag. Inst. Nat. Agro. El-Harrach (Algérie). 24-25-130-152 p .
20. **FLANDRIN J., 1952.** La chaîne du Djurdjura. Monographie régionale 1ère série, Algérie n° 19. 9p.
21. **GAUSSEN H., 1960.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. Généralités : le genre *Pinus*. Trav. Lab. For. De Toulouse. Fasc. VI. Chap. XI; Fac. Sci de Toulouse. 259p
22. **GUETTAL et AKKOUCHE, 2010 :** Etude des caractéristiques biométriques des cônes et quantification de la production grainière chez le Pin noir du Djurdjura (*Pinus*

23. **HADID S et REKIK N., 2007.** Contribution à l'étude entomofaunistique de l'olivier *Olea europea* Linné (Légustrales-Oléacées) dans la région de Makouda (Tizi- Ouzou). Thé. Ing. U.M.M.T.O(Algérie). 50-65-71pp.
24. **Hedjam H., 2010.** "Diagnostic de la pollution par l'ozone par l'étude des symptômes foliaires sur le Pin noir du Djurdjura (*Pinus nigra Arnold ssp mauretunica* Maire et Peyer) et le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) dans les forêts de : Bainem (Alger), Harouza (Tizi- Ouzou), Tikjda et Tigounatine (Parc National du Djurdjura)." Mémoire de Magister, USTHB. Algérie. PP 137.
25. **HIDOUCHE Z et AMRI O., 2002.** Contribution à l'étude de l'entomofaune terricole du chêne *Quercus canariensis* willd (1809) de la station de Yakouren, dans la forêt de Béni-Ghobri. Thè. Ing. U. M. M. T. O (Algérie). 38-51p.
26. **KADID A., 1985.** Contribution à la description structurale des peuplements de Cèdre et de Pin noir Algériens du Djurdjura (versant sud). Thèse d'Ing Agro .I.N.A. Alger.7p
27. **Loukas A., 2006.** Atlas des parcs Nationaux Algériens. Ed. Publié par le parc national de Théniet El Had Avec l'autorisation de la Direction Générale des Forêts. 88P
28. **Mathilde Roger.** Santé de l'abeille domestique en paysage agricole. Sciences agricoles. 2012. ffdumas- 00741815ff
29. **Meddour, R., 2010.** Bioclimatologie, Phytogéographie et Phytosociologie en Algérie, Exemple des Groupements Forestiers et Préforestiers de la Kabylie Djurdjurenne, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie. pp. 461.
30. **Meddour-Sahar O., 2014.** Les feux de forêts en Algérie : analyse du risque, étude des Causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Thèse de Doctorat en Agronomie, UMMTO., Tizi Ouzou.
31. **MERABET S 2014 .** Inventaire des arthropodes dans trois stations au niveau de la forêt de Darna (Djurdjura) Mém magistère . Univ tizi_ouzou 122p
32. **MIDOUNE A et SLIMANI Y :** Inventaire de l'entomofaune au niveau de la station de pin noir djurdjura 2009 Mém ing U M M T O 84 P
33. **MULLER C., 1986.** Action, observation, suggestion à propos du pin noir Algérien. Parc Nat. De Petawana. Service Canadien des forêts. 216p.
34. **MULLER M. ,1986 :** Contenu de l'étude bulgare sur le Parc National de Djurdjura. Rapport SEFMVT, 4p

35. **MULLER M., 1986** : Contenu de l'étude bulgare sur le Parc National de Djurdjura. Rapport SEFMVT, 4p.

36. **MULLER M., 1986**. Actions, observations, suggestions à propos du pin noir algérien. Cellule I.N.R.F., Parc Nat du Djurdjura. 5p.

37. **OUYED A et BEGRICHE M** : approche qualitative et quantitative des projets expérimentaux de reboisement du pin noir dans le parc national du Djurdjura ; cas du reboisement de tata rana et de Tikejda 2020 Mèm U M M T O 54 P

38. **Parc National du Djurdjura, 2013**. "Evaluation des plans de gestion I, II, III, Elaboration du Plan de Gestion IV." Direction Générale des Forêts : 115 p.

39. **POUTIERS R., 1958**. Atlas des parasites des cultures. Coléoptères, Hyménoptères, Diptères, autres ravageurs. Ed. Boubée et Cie. T.II. Paris. 117 p

40. **QUEZEL P et MEDAIL F., 2003**. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen. Ed. EL SEVIER. Nancy.

41. **QUEZEL P., 1976** : Les forêts du pourtour méditerranéen. Notes technique du M.A.B2, UNESCO ; Paris : 9-34.

42. **QUEZEL P., 1980** : Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen Act d'écologie Forest-Edit-Pesson, Paris, 225p.

43. **QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003**: Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. ELSEVIER. 571P.

44. **RAMADE F 1984**. Elément d'écologie. écologie fondamentale. Imp.louis-jean , paris 397p

45. **ROSE A H; LINDQUIST O H et NYSTROM K L., 1999**. Édition révisée. Insectes des pins de l'est du Canada. Ressour. Nat. Can., Serv. Can. For. Sault Ste. Marie (Ont.). Publ. 1313F. 128 p.

46. **SAHRAOUI H., 2012** : Contribution à l'étude de la production grainière et des dimensions des cônes et des graines du Pin noir du Djurdjura (*Pinus nigra Arnold* ssp. *mauretunica*) dans la station de Tigounatine et de Thala Rana (Tikjda).Mém. Ing. Option : Protection de la nature.Univ.T.O.44P.

47. **TAFER M et ZERGANE R., 1994.** Contribution à l'analyse phytosociologique et structurale de la série de *Cedrus atlantica* de la forêt de Tikjda (versant méridional du Djurdjura). Thèse .Ing.Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 102p.
48. **TAS S.,** Evaluation de l'état de la biodiversité dans le Parc National du Djurdjura, 2018, Mém., Ing., U.M.M.T.O., 69p.
49. **ZEMMOURI 1991 .** Contribution a l'inventaire de l'entomofaune de *Pinus halepensis* Mill *p.pinea* L et *P.Radiata* Doughl .dans la forêt de Bainem (Alger) . Thé ing institit national agronomique el harache p 57.

Résumé

En Algérie, le pin noir (*Pinus nigra* ssp. *mauretunica*) est une essence forestière relique endémique, menacée d'extinction par au moins deux phénomènes à savoir ; l'absence de la régénération naturelle et les incendies. A ces deux phénomènes il faut ajouter l'action anthropique.

Le présent travail porte sur l'étude de l'inventaire de l'entomofaune et l'état sanitaire des cônes et les graines au niveau de la station du *Pinus nigra* du Djurdjura (Tigounatine).

Cette étude nous a permis d'effectuer deux types de piégeages dont on a recensé 923 individus répartie entre 28 espèces. Parmi les 28 espèces trouvées dans la pinède de Tigounatine la majorité sont des Opilions et Aranea.

L'étude statistiques nous a prouvé que la station d'étude abrite une entomofaune diversifiée et que les espèces recensées sont significative dans les pots barber.

L'étude de la production grainière montre un taux faible de la production des bonnes graines, et que la présence élevée de la résine signale l'attaque parasitaire.

Mots clés : station de Tigounatine, *Pinus nigra*, ssp. *mauretunica*, cône, graine, piège, entomofaune

Abstract

In Algeria, the black pine (*Pinus nigra* ssp. *mauretunica*) is an endemic relict forest species, threatened with extinction by at least two phenomena, namely; the absence of natural regeneration and fires.

To these two phenomena we must add anthropic action. This work concerns the study of the entomofaune inventory and the health state of cones and seeds at the *Pinus nigra* station of Djurdjura (Tigounatine).

This study allowed us to carry out two types of trapping of which we identified 923 individuals distributed between 28 species. Among the 28 species found in the Tigounatine pine forest, the majority are Opilions and Aranea.

The statistical study proved to us that the study station is home to a diverse entomofauna and that the species recorded are significant in the barber pots. The study of grain production shows a low rate of production of good seeds, and that the high presence of resin signals parasitic attack.

Key words: Tigounatine station, *Pinus nigra*, ssp. *mauretunica*, cone, seed, trap, entomofauna

ملخص :

في الجزائر، يعتبر الصنوبر الأسود (*Pinus nigra* ssp. *mauretunica*) من الأنواع الحرجية المتوطنة، المهددة بالانقراض بسبب ظاهرتين على الأقل، وهما؛ غياب التجدد الطبيعي والحرائق. وإلى هاتين الظاهرتين يجب أن نضيف الفعل الإنساني. يتعلق هذا العمل بدراسة مخزون الحشرات والحالة الصحية للمخاريط والبذور في محطة الصنوبر الأسود بجرجورة (تيجوناتين). أتاحت لنا هذه الدراسة تنفيذ نوعين من المصائد، حيث حددنا 923 فرداً موزعين على 28 نوعاً. من بين الأنواع الـ 28 الموجودة في غابة الصنوبر تيجوناتين، غالبيتها هي Opilions و Aranea. وقد أثبتت لنا الدراسة الإحصائية أن محطة الدراسة موطن لكائنات حشرية متنوعة وأن الأنواع المسجلة لها أهمية كبيرة في أوعية الحلاق. تبين دراسة إنتاج الحبوب انخفاض معدل إنتاج البذور الجيدة، وأن وجود نسبة عالية من الراتنج يشير إلى هجوم طفيلي

الكلمات المفتاحية: محطة تيجوناتين، الصنوبر الأسود، ssp. موريتانيا، مخروط، بذور، فخ، حشرات