



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور- الجلفة

Université Ziane Achour-Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Projet de Fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie Animale

Thème:

**Contribution à l'étude des facteurs de dépérissement
des pinèdes de l'Atlas saharien (région de Djelfa)**

Présenté par :

LAICHE Fatima

MAMMERI Amina

Devant le jury composé de :

Président : SBAA Bent Elhedi MCB Univ Djelfa

Promoteur : Mme BRAGUE BOURAGBA Nadia Directrice de recherche à l'I.N.R.F

Co-Promotrice : Mme KERCHI AMRAOUI Sabrina Attachée de Recherche E.N.S.A.

Examineur : BELATRA Oumhani MCB Univ Djelfa

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions avant tout Allah Tout-Puissant qui nous a donné force, volonté et courage pour accomplir cet humble travail à la fin de notre parcours académique.

Nous remercions Mme BRAGUE BOURAGBA Nadia, Directrice de Recherche à l'Institut National de Recherche Forestière (I.N.R.F), pour son encadrement et sa présence parmi nous. Nous la remercions également pour son aide, son orientation, ses conseils et toutes ses connaissances au cours de ce travail. Puissiez-vous trouver ici une expression de notre gratitude et de nos respects.

Nous remercions Mme SBAA Bent Elhedi, enseignante à la faculté de Biologie pour son accord de l'examen de notre mémoire.

Nous remercions Mme BELATRA Oumhani, enseignante à la faculté de Biologie pour son accord de l'examen de notre mémoire.

Nos remerciements vont à Mme KERCHI AMRAOUI Sabrina pour son aide et ses conseils.

Nous remercions également Monsieur BRAGUE Ahmed Conservateur Divisionnaire des forêts à l'I.N.R.F. pour son intervention dans la réalisation de cette étude.

Un grand merci à tout le personnel de l'I.N.R.F., notamment Mme BENAMLOUKA Aicha et Mme MESSAOUI Oumlkheir.

Afin de n'oublier personne, nous remercions également tout le personnel de la circonscription forestière de Séalba chergui pour leur aide.

Au final, nous remercions tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

À nos chers Parents.

À nos sœurs et frères.

À toute la famille Laiche et Mammeri.

Tableau des matières	
Titre	Page
Introduction générale	1
Chapitre I : Etude bibliographique	
1. Le Pin d'Alep	2
1.1. Définition	2
1.2. Systématique de l'espèce	3
1.3. Description écologique	3
1.4. Répartition géographique de l'espèce	4
1.4.1. Répartition du pin d'Alep dans le monde	4
1.4.2. Répartition du pin d'Alep en Algérie	6
1.5. Cause du dépérissement	6
2. Les Scolytes	7
2.1. Description des Scolytes	7
2.2. <i>Tomicus destruens</i>	8
2.2.1. Distribution de <i>T. destruens</i>	8
2.2.2. Taxonomie et biologie de <i>T. destruens</i>	9
2.2.3. Période de l'œuf	11
2.3. <i>Orthotomicus erosus</i>	12
2.3.1. Informations générales	12
2.3.2. Morphologie et biologie	12
2.3.3. Dommages et éléments de diagnostic	14
2.3.4. Classification	15
Chapitre II : Milieu d'étude	
1. Les forêts dans la région de Djelfa	16

1.1. Les forêts naturelles	17
1.2. Les reboisements	17
1.3. Etat sanitaire des peuplements	17
2. Les stations d'étude	17
2.1. La forêt naturelle de Sénalba Chergui	17
2.2. La forêt naturelle de Bahrara	19
2.3. Données climatiques	20
2.4. Données climatiques durant la période d'échantillonnage	22
Chapitre III : Matériel et méthodes	
1. Echantillonnage	25
1.1. Matériel utilisé	25
1.1.1. Sur le terrain	25
1.1.2. Au laboratoire INRF	26
2. Méthodologie	26
2.1. Identification des arbres infestés	26
2.2. Abatage de l'arbre	28
2.3. Acheminement des rondins	28
2.4. Récupération des rondins dans les écloirs	29
2.5. Ecorçage	29
2.6. Le tri	30
2.7. Identification des espèces	31
2.8. Les indices écologiques	31
2.8.1. Richesse spécifique totale (S)	31
2.8.2. La richesse moyenne (Sm)	31
2.8.3. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	31
2.8.4. Abondance relative (A.R. %)	32

Chapitre IV : Résultats et discussion	
1. Inventaire des espèces recueillies au cours de l'écorçage	33
1.1. Répartition des ordres recensés	39
1.2. Répartition des espèces recensées	39
1.3. Les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep de la forêt de Sénalba	41
1.4. Répartition des stades de vie de certains individus au cours de la période d'écorçage (<i>Tomicus</i> - <i>Orthotomicus</i>)	41
2. Les rondins mis en éclosoir	41
2.1. Répartition des ordres recensés	46
2.2. Répartition des espèces recensées	47
2.3. Répartition des stades de vie de certains individus au cours de la période d'écorçage des rondins mis en éclosoirs	47
3. Cycle biologique de <i>Tomicus destruens</i>	49
4. Description des espèces rencontrées	50
4.1. Ordre des Coleoptera	50
4.1.1. <i>Orthotomicus erosus</i>	50
4.1.2. <i>Tomicus destruens</i>	51
4.1.3. <i>Aulonium</i> sp.	51
4.1.4. <i>Thanasimus formicarius</i>	52
4.1.5. <i>Rhizophagus</i> sp.	53
4.1.6. Buprestidae sp.	55
4.1.7. <i>Eucinetus</i> sp.	56
4.1.8. <i>Hylastes</i> sp.	57
4.1.9. Staphylinidae sp.	57
4.1.10. Larve Coleoptera sp.	57
4.1.11. Cerambycidae	58

4.1.12. Cucyidae	58
4.2. Ordre Collembola	59
4.2.1. Collembola sp.	59
4.3. Ordre Diptera	59
4.3.1. Diptera sp.	59
4.4. Ordre Hymenoptera	59
4.4.1. Hymenoptera sp.	59
4.5. Ordre Hemiptera	60
4.5.1. Cochenille	60
4.5.2. Hemiptera sp.	60
4.6. Ordre Arachnida	60
4.6.1. Gnaphosidae sp.	60
4.6.2. Salticidae sp.	61
4.6.3. <i>Gonatium</i> sp.	61
4.6.4. <i>Pelecopsis</i> sp.	61
4.6.5. Pseudoscorpion sp.	62
4.6.6. Araignée juvénile	62
Conclusion générale	64
Références bibliographiques	66
Annexe	
Résumé	

Liste des figures

Titre	Page
Figure 1: caractéristiques climatiques (JULVE, 2021).	4
Figure 2: caractéristiques du sol (JULVE, 2021).	4
Figure 3: Aire de répartition du pin d'Alep dans la région méditerranéenne (Quezel, 1986).	5
Figure 4: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Mezerai, 2014).	6
Figure 5: Carte de distribution des échantillonnages réalisés en Europe et dans le Bassin Méditerranéen et répartition déduite des deux espèces. (Populations et répartition de <i>T. destruens</i> .) (HORN, 2006).	9
Figure 6: Œufs, larves, pré-pupes, pupes et adultes de <i>T. destruens</i> (DENİZLİ, T, 2019).	11
Figure 7: <i>Orthotomicus erosus</i> (ECONEX ,2018).	13
Figure 8: Galerie d'hivernation <i>Orthotomicus erosus</i> (ECONEX , 2018).	14
Figure 9: La forêt naturelle de Sénalba Chergui.	18
Figure 10: Localisation du site d'étude de Sénalba Chergui (Photo Satellite Google Earth forêt, 2023).	18
Figure 11: La forêt naturelle de Bahrara.	19
Figure 12: Localisation du site d'étude de Bahrara (Photo Satellite Google Earth 2023).	20
Figure 13: Diagramme ombrothermique établi pour la région de Djelfa pour la période (2011-2022).	21
Figure 14: Fluctuation des températures moyennes mensuelles durant la période de récolte.	23
Figure 15: Variations mensuelles des précipitations durant la période d'échantillonnage.	23
Figure 16: Situation de la région de Djelfa sur le Climagramme d'Emberger.	24
Figure 17: Matériel utilisé sur terrain.	25
Figure 18: Matériel utilisé au laboratoire.	26
Figure 19: loupe binoculaire.	26
Figure 20: galeries de Scolyte sous l'écorce.	27

Figure 21: trous faits par les Scolytes dans l'écorce.	27
Figure 22: signes de dépérissement externe.	27
Figure 23: galeries forées par les scolytes.	27
Figure 24: Abatage et découpage en rondins.	28
Figure 25: recouvreage et emballage.	29
Figure 26: Recouvreage des rondins.	29
Figure 27: Ecorçage des rondins.	30
Figure 28: Piluliers contenant les espèces trouvées.	30
Figure 29 : Variation de la longueur maximale des galeries en fonction des rondins.	33
Figure 30: Variation du nombre de trous en fonction des rondins.	34
Figure 31: Variation du nombre de galeries en fonction des rondins.	35
Figure 32: Abondance relative des ordres rencontrés au niveau de l'arbre échantillon de forêt de Sénalba chergui.	39
Figure 33: Abondance relative des espèces d'Arthropodes au niveau de l'arbre prélevé dans Sénalba Chergui.	40
Figure 34: les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep de la forêt de Sénalba chergui.	41
Figure 35: L'abondance relative des différents ordres rencontrés dans les rondins mis en éclosiers de l'arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.	46
Figure 36: Abondance relative des espèces rencontrées dans les rondins mis en éclosiers de l'arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.	47
Figure 37 : Répartition des stades <i>larvaires</i> , jeunes adultes et adultes des espèces <i>Tomicus</i> , <i>Orthotomicus</i> et <i>Thanasimus</i> rencontrés dans l'arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.	48
Figure 38 : Cycle de vie de <i>Tomicus destruens</i> .	50
Figure 39 : <i>Aulonium ruficorne</i>	52
Figure 40 : Vue dorsale de <i>Thanasimus formicarius</i>	53
Figure 41 : Vue dorsale de <i>Rhizophagus grandis</i>	55

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau 1: Classification taxonomique de <i>T. destruens</i> et image d'un individu adulte.	10
Tableau 2 : Synonymes et espèces hôtes de <i>T. destruens</i> (Kirkendall . 2008 ; Li et al. 2010).	10
Tableau 3: Températures moyennes mensuelles et pluviosités moyennes mensuelles pendant la période (2011-2022) (infoclimat, 2023).	21
Tableau 4: Données climatiques durant la période d'étude (infoclimat, 2023).	22
Tableau 5: Longueurs maximales des galeries d'entrée en fonction des rondins.	33
Tableau 6: Nombre de trous d'entrée en fonction des rondins.	34
Tableau 7: Nombre de galeries d'entrée en fonction des rondins.	34
Tableau 8: Liste des espèces recensées au niveau de l'arbre coupé à Séalba Chergui.	36
Tableau 9: Répartition des insectes des rondins dans les éclosoirs nombre d'individus et d'espèces confondues.	42
Tableau 10 : Répartition des insectes du rondin dans les éclosoirs à partir de d'écorçage des rondins.	48
Tableau 1 : Récapitulatif des données quantitatives et calculs de S Sm et indice de Shannon Weaver (échantillon Séalba Chergui).	Annexe
Tableau 2 : Les mesures longueur, circonférence, surface latérale et le dénombrement des galeries et trous de sortie de <i>Tomicus destruens</i> .	Annexe

Liste des abréviations :

Fig.	Figure
Tab.	Tableau
<i>T.destruens</i>	<i>Tomicus destruens</i>
<i>O.erosus</i>	<i>Orthotomicus erosus</i>
<i>T.formicarius</i>	<i>Thanasimus formicarius</i>
D.S.A.	Direction des Services Agricoles
B.N.D.E.R.	Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural

Introduction

Introduction:

Les pins sont les espèces d'arbres les plus communément plantées à cause de leur croissance rapide, de leur résistance aux conditions les plus xériques, de leurs aptitudes à reconstituer les zones dégradées et à occuper les terrains nus (Zavala et Zea, 2004). Le pin d'Alep est l'une des essences les plus répandues dans la région méditerranéenne, couvrant plus de 25.000 km² des formations forestières dans les régions arides, semi-arides et subhumides (Quezel, 1986).

Les écosystèmes forestiers sont sujets à de nombreuses perturbations abiotiques (gel hivernal, sécheresses...etc.) et/ou biotiques (attaques d'insectes défoliateurs, pathogènes foliaires...etc.) qui peuvent causer des dépérissements, voire des mortalités d'arbres plus ou moins importantes. De nombreuses études ont porté sur la mortalité induite par les facteurs abiotiques, notamment les événements climatiques extrêmes comme les sécheresses (Allen et al., 2010).

Néanmoins, peu d'études se sont intéressées à la mortalité induite par les facteurs biotiques alors que probablement leur présence joue un rôle fondamental (Mcdowell et al., 2013)

Le dépérissement est observé depuis les chaînes littorales de la Catalogne en Espagne, avec un climat humide, jusqu'aux limites du Sahara en Afrique du Nord avec un climat semi-aride (Prévosto, 2013).

Ces dernières années avec la sécheresse qui a sévi et les variations des températures enregistrées, l'ampleur des dégâts a été ressentie et une plus grande extension du phénomène s'est généralisée dans diverses pinèdes. Les dépérissements des forêts de pin d'Alep en zone semi-aride sont en étroite relation avec l'activité des populations de diverses espèces de scolytes. Identifier les dépérissements et leurs causes conduirait à trouver une stratégie de lutte efficace et durable.

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres :

- ✓ Le première chapitre; décrit et explique le dépérissement des forêts, par une étude bibliographique.
- ✓ Le deuxième chapitre; décrit le milieu d'étude.
- ✓ Le troisième chapitre; consiste à illustrer le matériel et les méthodes utilisés
- ✓ Le quatrième chapitre; est consacré à la présentation de la discussion des résultats obtenus

Enfin, cette étude s'achève par une conclusion générale et des perspectives

Chapitre I
Etude bibliographique

1. Le Pin d'Alep :

1.1. Définition :

Le genre de conifères est largement répandu dans le monde entier, des forêts de conifères à certaines forêts tropicales. Il contient de nombreuses espèces prophétisées, favorisées par des passages répétés de feu. Ce sont souvent des espèces pionnières, apparaissant au début du stade forestier de succession progressive, des décennies avant l'établissement des espèces feuillues ou conifères terminales. Ils sont donc utilisés dans les opérations de reboisement en raison de leur capacité à coloniser des sols pauvres voire très pauvres. Le pin noir d'Autriche a donc été utilisé à grande échelle au XIXe siècle pour le reboisement des montagnes érodées du sud de la France (Chanrion, et Davesne, 1992).

- *Pinus halepensis* : nom scientifique du pin d'Alep, espèce très commune sur les sols calcaires de la partie occidentale de la province biogéographique méditerranéenne, dans sa partie européenne et au Maghreb, *Pinus brutia* est une espèce alternative dans le bassin oriental (Ramade, 2008).

Le pin d'Alep ou *Pinus halepensis* est un conifère de la famille des Pinacées, décrit en 1768 par le botaniste écossais Philip Miller. C'est un arbre qui entoure la Méditerranée et se trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen, à l'exception de l'Egypte. Mais il semble actuellement avoir son centre de gravité en Afrique du Nord, notamment en Algérie et en Tunisie, où il forme les massifs les plus importants. D'un point de vue bioclimatique, il existe dans les étages bioclimatiques méditerranéens supérieurs arides, semi-arides, subhumides et humides. Mais il retient principalement l'essence du stade semi-aride et la forme intermédiaire de ce stade (Panetsos, 1980).

1.2. Systématique de l'espèce :

D'après Nahal (1962) ; in Athmani et Masmoudi, (2008) appartient à :

- ✓ **Embranchement** : Phanérogames.
- ✓ **Sous embranchement** : Gymnospermes.
- ✓ **Classe** : Conifères.
- ✓ **Ordre** : Coniféroles pinoidines.
- ✓ **Sous ordre** : Abiétales.
- ✓ **Famille** : Pinacées.
- ✓ **Genre** : *Pinus*.
- ✓ **Sous genre** : *Eupinus*.
- ✓ **Espèce** : *Pinus halepensis*.
- ✓ **Nom scientifique** : *Pinus halepensis*.
- ✓ **Nom commun** : pin d'Alep
- ✓ **Nom arabe**: Sanaoubar al-halabi.

1.3. Description écologique :

- Plaines et basses montagnes de la région méditerranéenne, jusque dans la Drôme ;
- Arbre assez élevé, à écorce d'abord d'un gris-argenté, à bourgeons non visqueux ;
- Feuilles 2, rarement 3-5 dans chaque gaine, longues de 6-10 cm, filiformes, molles, lisses, d'un vert clair ;
- Chatons mâles oblongs, roussâtres, longs de 6-7 mm ;
- Cônes oblongs-coniques aigus, longs de 8-12 cm, rouge-brun luisant, à pédoncule très épais, constamment réfléchis ;
- Écailles à écusson presque plan, faiblement caréné en travers, muni au centre d'un ombilic généralement obtus ;
- Graines d'environ 7 mm, mates, à aile 4 fois plus longue qu'elles. (Julve, 2021)

Optimum écologique :

Situation dans laquelle se trouve un être vivant quand les divers facteurs écologiques (biotiques et abiotiques) de son milieu atteignent chacun la valeur pour laquelle l'organisme présente un développement et une reproduction maximaux.

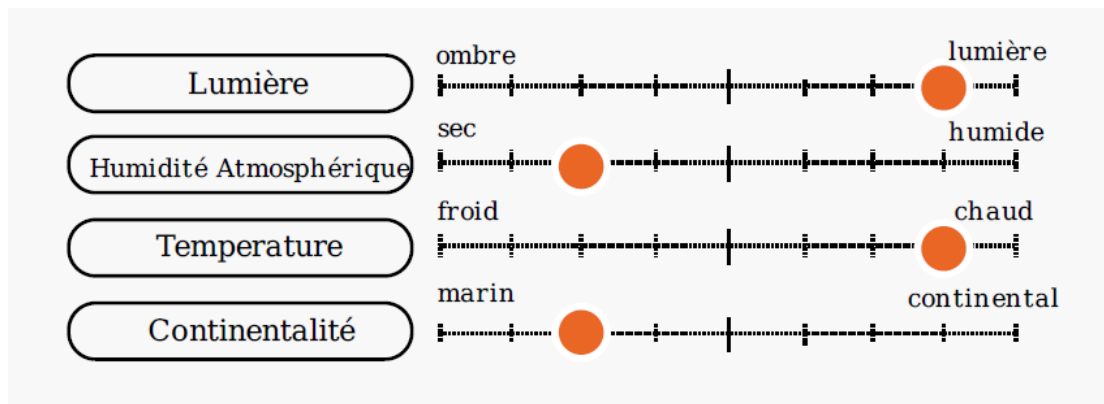


Figure 1: caractéristiques climatiques (Julve, 2021)

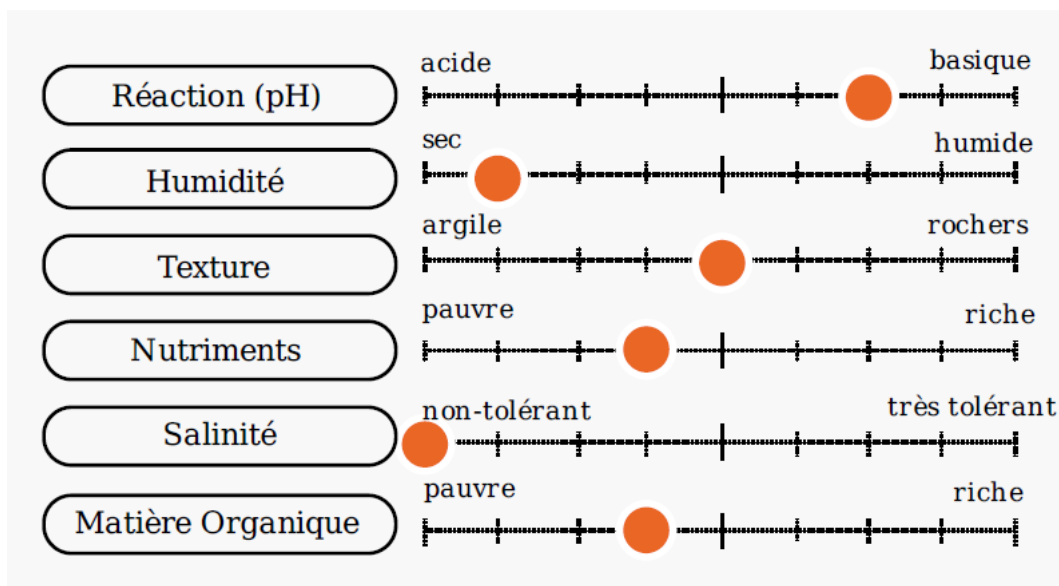


Figure 2: caractéristiques du sol (Julve, 2021)

1.4. Répartition géographique de l'espèce :

1.4.1. Répartition du pin d'Alep dans le monde :

Pinus halepensis est présent à l'état sauvage autour du bassin méditerranéen, sauf en Egypte. Elle est très commune en Afrique du Nord, notamment en Algérie et en Tunisie, où elle forme les massifs les plus importants. Sa superficie forestière dépasse 2,5 millions d'hectares (Quezel, 1986) dans certains pays du littoral méditerranéen. (**Figure 3**).

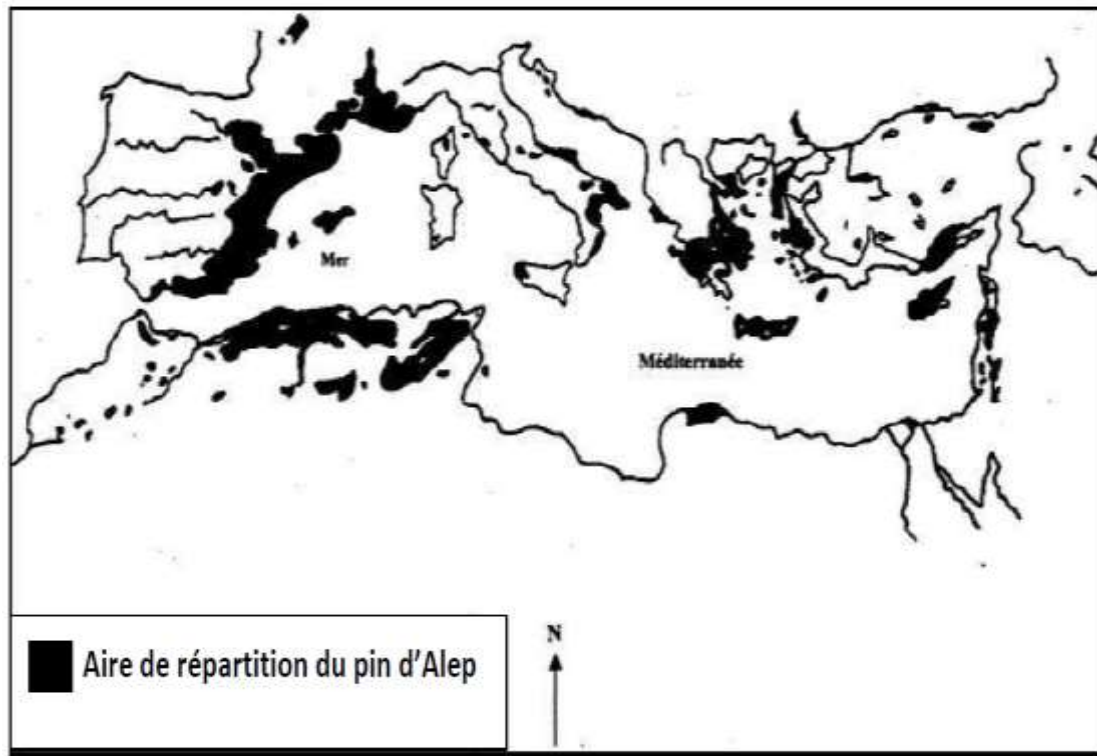


Figure 3 : Aire de répartition du pin d'Alep dans la région méditerranéenne (Quezel, 1986)

En Espagne, il représente 15% de la superficie forestière (surtout dans les zones côtières de Catalogne, Valence et Murcie). Aux îles Baléares, il culmine à 1200 m (Kadik, 1987).

En France, les peuplements forestiers couvrent entre 36 000 et 232 000 ha (Brochiero et al., 1999), notamment en Provence et juste à l'ouest du Rhône). En Corse, sa spontanéité est discutable (région de Saint Florent) (Kadik, 1987). En Italie, le pin d'Alep couvre environ 20 000 ha et est proche de la côte (Haffane, 1982) (montagnes de la province de Tarente et de certaines parties de la Sardaigne et de la Sicile). Il est peu représenté en Yougoslavie, en Grèce et en Turquie, avec des peuplements relativement importants en Palestine et en Jordanie (Quezel et Barbero, 1992) et quelques boisements en Syrie et au Liban (Kadik, 1987). En Libye, il existe par endroits le long de la côte de la Cyrénaïque ; en Tunisie, il occupe 370 000 ha (Ammari et al., 2001), notamment dans la dorsale tunisienne et au Maroc Rif, Moyen Atlas et Haut Atlas 65 000 ha (Ammari et al., 2001).

1.4.2. Répartition du pin d'Alep en Algérie :

Selon Zenzen (2016), le pin d'Alep est surtout commun sur les parcelles côtières et les parcelles de l'Atlas saharien. Il couvre à lui seul près de 850 000 hectares, soit 37 pour cent de la superficie forestière effective de l'Algérie (Figure 4).

Selon Boudy (1955), les pins d'Alep se trouvent à Oran (Sidi-Bel-Abbès, Saïda, Tlemcen, Tiaret) et algéris (media, Boghar, Monts des Bibans) et dans l'Atlas saharien (Monts Ouled Nail) et dans le Sud de Constantine (Aurès, région de Tébessa).

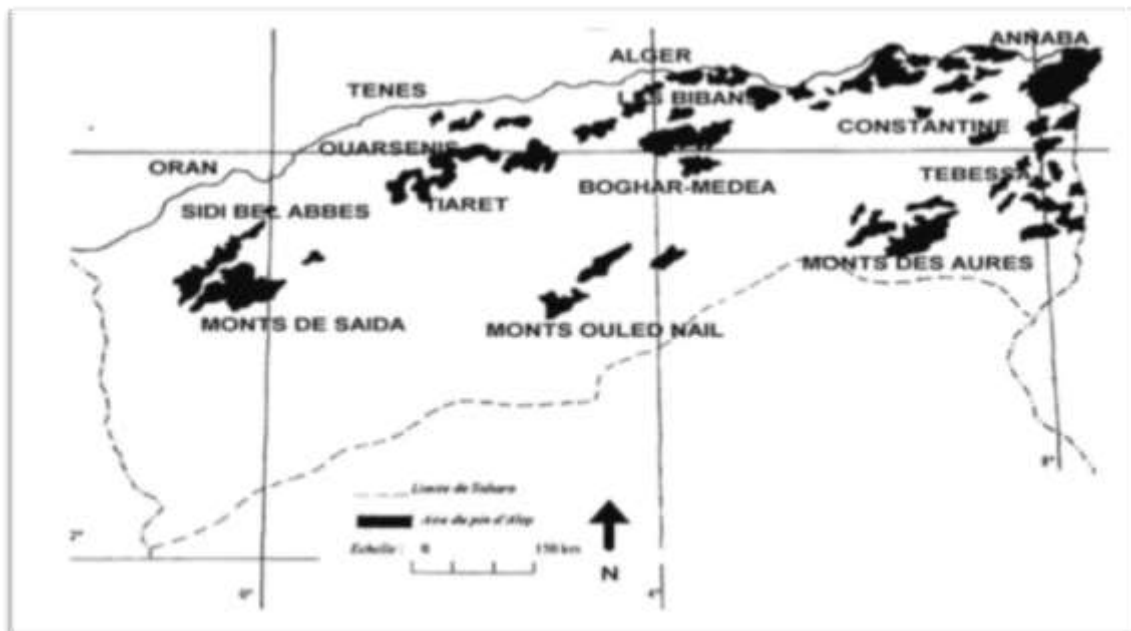


Figure 4: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Mezerai, 2014)

1.5. Cause du dépérissement :

Même si l'on se limite à l'espèce type, qui est de loin la plus connue de ce point de vue, il n'est pas toujours très simple de préciser précisément les exigences bioclimatiques des pins du groupe "*halepensis*". En fait, en raison de leur distribution extrêmement large, certaines généralisations qui ne tiennent pas compte de la diversité génétique de ces espèces sont souvent dangereuses. D'autre part, comme les enregistrements météorologiques sont rares ou inexistant dans de nombreuses régions de cette région, en particulier dans les massifs montagneux, les extrapolations sont parfois douteuses ou à tout le moins incertaines. De plus, bien que les critères thermiques et les précipitations puissent être mesurés ou évalués, l'utilisation réelle de l'eau par les conifères est pour la plupart inconnue, sauf dans des circonstances extrêmement spécifiques et rares, à partir desquelles il serait prématuré de tirer des conclusions au niveau de l'espèce (Nahal, 1962).

Le pin d'Alep est l'une des espèces ayant les besoins écologiques les plus complets. Il a été étudié par un certain nombre d'auteurs, notamment (Nahal 1962), au niveau de la circum-Méditerranée. En fait, on le trouve dans les régions avec des précipitations annuelles d'au moins 1500 mm et aussi peu que 200 mm (dans le désert algérien et tunisien). Il présente en fait son meilleur développement entre 350 et 700 mm

2. Les Scolytes :

2.1. Description des Scolytes :

Plus de 6000 espèces différentes du petit insecte scolyte (entre 2 et 10 mm) ont été identifiées dans le monde. La majorité ont une forme cylindrique et des denticules sur la déclivité apicale des élytres (Durand-Gillmann, 2014). Les scolytes sont divisés en trois tribus (Balachowsky, 1949) ; la tribu des Scolytinae comprend des insectes dont le corps est trapu est 2 à 2,5 fois plus long que les gros corps et dont les élytres ne font pas complètement le tour de l'abdomen. Le genre *Scolytus* comprend des espèces qui sont toutes apparentées aux feuillus en Europe. La tribu des Hylesininae est composée d'espèces d'insectes dont les bords des élytres sont recouverts d'une rangée de granules ressemblant à des voiles qui sont distincts de la rugosité typique des bords des élytres. (*Hylurgops*, *Dendroctonus*, *Tomicus*...) Ces insectes vivent principalement dans les conifères, tandis que la tribu des Apinae est composée d'espèces dont les bords des élytres ne sont pas recouverts d'une rangée de granules. La plupart d'entre eux (*Ips*, *Crypturgus*, *Orthotomicus*, *Xyleborus*, *Trypodendron*, *Pityophthorus*) sont reliés à des conifères (Durand-Gillmann, 2014).

Le groupe des scolytes est considéré comme un des principaux acteurs du dépérissement forestier mondial, ils peuvent causer des dégâts majeurs aux arbres en creusant des galeries sous écorce (Lieutier & Levieux, 1985).

Les attaques de scolytes sur les peuplements forestiers résidentiels sont dues à deux facteurs liés : la présence d'arbres stressés et un nombre déterminé d'animaux ravageurs. Des arbres sains peuvent cependant succomber aux attaques fréquentes et intenses des scolytes (Lieutier & Levieux, 1985).

Si, de tous les insectes ravageurs forestiers, les scolytes sont sans doute les plus dangereux, il faut en rechercher l'explication à deux niveaux :

À l'échelle de l'arbre, l'installation réussie de ces insectes est toujours mortelle pour l'hôte, ce qui n'est pas le cas des phyllophages, même en cas de défoliation totale.

À l'échelle du massif forestier, les Scolytes, contrairement aux défoliateurs, ont la possibilité de maintenir et même de multiplier leurs populations souvent de façon inaperçue sur : les chablis, les rémanents de coupes, le bois mort, c'est-à-dire ailleurs que sur les arbres qui subissent leurs dégâts.

Pour ces raisons les Scolytes sont, depuis très longtemps et dans toutes les régions du monde, très redoutés des forestiers. Leurs dégâts peuvent être considérables.

2.2. *Tomicus destruens* :

2.2.1. Distribution de *T. destruens* :

Les échantillonnages ont révélé que *T. destruens* occupe toute la zone entourant la Méditerranée, à l'exception de la Libye et de l'Égypte. Où nous n'avons pu effectuer d'échantillonnage (Horn, 2006) (figure 5).

T. destruens a ainsi été retrouvé sur toute la péninsule ibérique, jusqu'à la côte atlantique (Portugal, côte nord de l'Espagne ; (figure 5). En France, l'espèce est présente non seulement sur tout le littoral Méditerranéen, mais aussi dans les Landes et sur l'île d'Oléron, qui semble donc être la localité la plus septentrionale de l'espèce.

En Italie et en Croatie, *T. destruens* est présent sur les côtes, ainsi qu'en Grèce et dans la partie orientale du bassin méditerranéen (Turquie, Liban et Palestine)

. A l'Ouest, la limite nord de l'espèce semble donc se situer des côtes atlantiques aux côtes méditerranéennes, du nord du Portugal et de l'Espagne, jusqu'au sud de la France, et au nord de l'Italie. Plus à l'est, la limite nord se situe dans le nord de la Grèce et en Turquie. Au sud, l'espèce est retrouvée du Maroc à la Tunisie, ainsi qu'en Palestine occupée et au Liban. Les récoltes effectuées dans le Maghreb ont par ailleurs permis d'échantillonner *T. destruens* à deux dates différentes d'attaques : automne et printemps (Horn, 2006)

Les échantillonnages ont révélé que *T. destruens* se trouvait sur 4 essences autochtones de pins méditerranéens : *P. pinaster* dans la partie ouest du bassin méditerranéen, *P. brutia* dans la partie est, *P. halepensis* et *P. pinea* dans tout le pourtour méditerranéen (Figure 5). Cette espèce a également été récoltée sur le *P. radiata*, en Espagne (Horn, 2006)

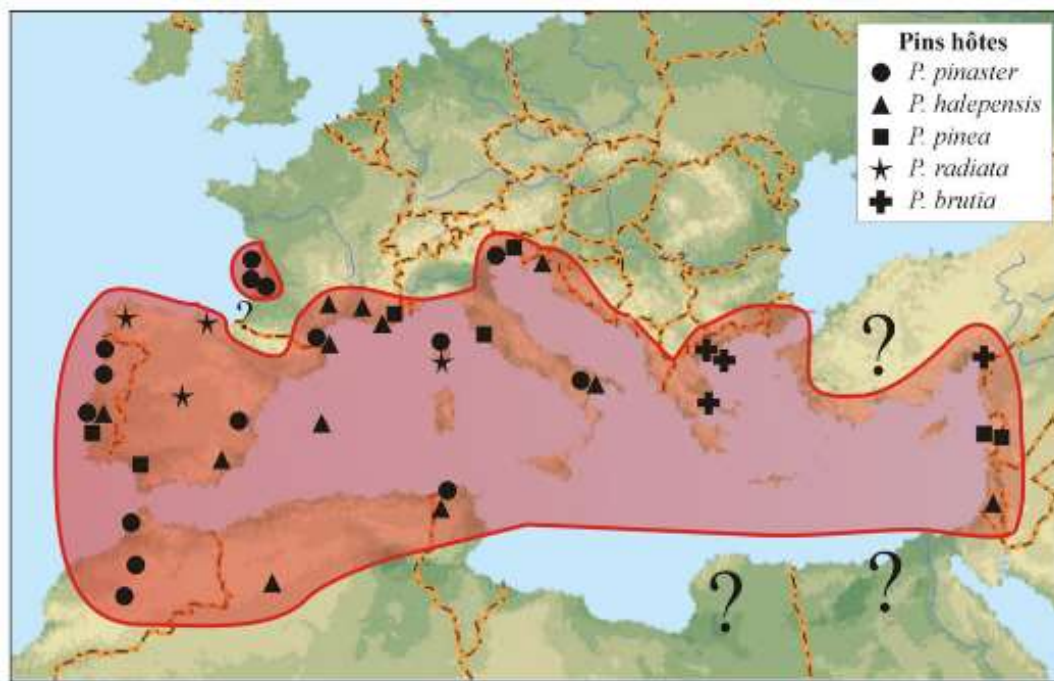



Figure 5: Carte de distribution des échantillonnages réalisés en Europe et dans le Bassin Méditerranéen et répartition déduite des deux espèces. (Populations et répartition de *T. destruens*.) (Horn, 2006)

2.2.2. Taxonomie et biologie de *T. destruens* :

Les insectes forestiers sont divisés en ravageurs primaires et en ravageurs secondaires en fonction de leur comportement alimentaire. Les ravageurs primaires sont physiologiquement bien portants, et ils endommagent les arbres sains. Les ravageurs secondaires sont ceux qui sont en bonne condition physiologique, et se multiplient rapidement sur des arbres physiologiquement déficients. Ces ravageurs sont présents dans les troncs, tels que les familles Curculionidae, Cerambycidae, Buprestidae et Siricidae insectes qui se nourrissent dans les troncs (Selmi 1998).

Tomicus destruens (Wollaston 1865), de l'ordre des coléoptères de la famille des Curculionidae. (Tableau 1) (Mendel 1987 ; Nanni et Tiberi 1997 ; Faccoli 2007). Le genre *Tomicus* a été reconnu par Latreille en 1802, bien que les premières espèces du genre aient été publiées en 1758 par Linné. Elle a été décrite comme *Dermestes piniperda* (Linnaeus 1758 ; Lieutier et al. 2015). (Tableau 1)

Tableau 1: Classification taxonomique de *T. destruens* et image d'un individu adulte

Alem : Animalia	
Section : Arthropode	
Classe : Insecta	
Ordre : Coleoptera (Linné, 1758)	
Famille : Curculionidae (Latreille, 1802)	
Sous-famille : Scolytinae (Latreille, 1807)	
Tribus : Hylurgini (Erichson, 1836)	
Genre : <i>Tomicus</i> (Latreille, 1802) Source (YÜKSEK,2019)	
Espèce : <i>Tomicus destruens</i> (Wollaston 1865)	

Les scolytes du genre *Tomicus*, représentés par huit espèces dans le monde, préfèrent les espèces appartenant à la famille des Pinaceae comme plantes hôtes (Pfeffer 1995 ; Sarıkaya et Avcı 2009). Parmi les espèces appartenant à ce genre, *Tomicus piniperda* Linneaus, 1758 des forêts asiatiques et nord-américaines, *T. destruens* (Wollaston, 1865) pays méditerranéens et les forêts européennes, dans les forêts asiatiques (Lieutier et al. 2015). Synonymes de *T. destruens* dans le tableau (Tableau 2).

Tableau 2: Synonymes et espèces hôtes de *T. destruens* (Kirkendall . 2008 ; Li et al. 2010)

	Synonymes	Espèces hôtes
<i>T. destruens</i>	<i>Hylurgus destruens</i> Wollaston	<i>Pinus halepensis</i> ,
	<i>Blastophagus piniperda</i> var. <i>rubripennis</i>	<i>P. pinaster</i> ,
	Reitter	<i>P. pinea</i> ,
	<i>Blastophagus piniperda</i> var. <i>rubescens</i>	<i>P. brutia</i> ,
	Krausse	<i>P. canariensis</i> ,
	<i>Blastophagus piniperda</i> Schedl	<i>P. radiata</i> ,
	<i>Blastophagus destruens</i> Lekander	<i>P. nigra</i>

2.2.3. Période de l'œuf :

T. destruens donne une génération par an (Lentini et al. 2015). La période de vol de l'insecte varie en fonction de l'altitude. A des altitudes comprises entre 0 et 300m, la période de vol commence début novembre à des altitudes comprises entre 300 et 600 m et dans la deuxième moitié de décembre, et à des altitudes de 600 m et plus, en février au début de l'année. En novembre à basse altitude par rapport à la période de vol les femelles adultes, commencent à pondre au cours de la première semaine du mois. Durant l'autre moitié du mois de décembre à des altitudes comprises entre 600 m et plus de 600 m, elles pondent en février (Sarıkaya et Avcı 2010). Les individus femelles adultes pondent, sous l'écorce du tronc des espèces de *Pinus*, les œufs qui après éclosion, peuvent mûrir et se nourrir facilement. Les femelles adultes préfèrent les parties rugueuses et basses des troncs (Carle 1974 ; Stergulc 2002). Les dimensions des galeries principales sont comprises entre 6,0 et 12,4 cm (9,8 cm en moyenne) (Balay et al. 2013). Les œufs pondus des deux côtés de la galerie principale sont de forme ovale, de couleur translucide à blanc laiteux et d'une taille de 1 à 1,5 mm (Fig. 6) (Peverieri et al. 2008). Chaque galerie contient en moyenne 50 à 90 œufs. La durée d'éclosion est de 12 à 14 jours à une température d'environ 17°C (Chakali, 2005).

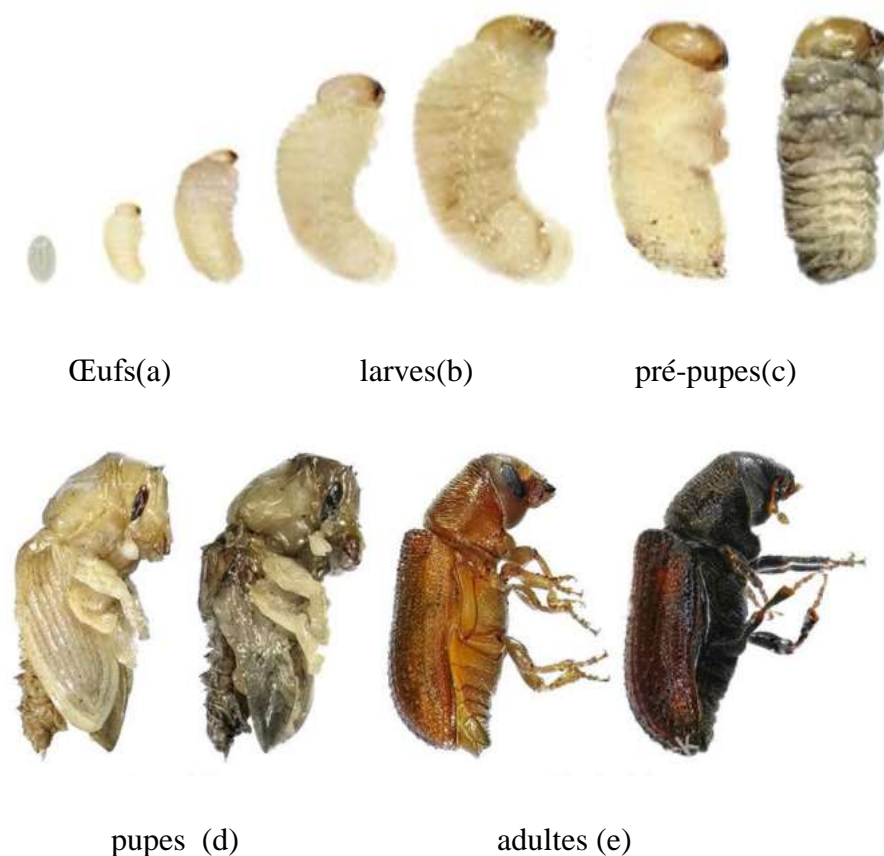


Figure 6: Œufs, larves, pré-pupes, pupes et adultes de *T. destruens* (Denizli, 2019)

2.3. *Orthotomicus erosus* :

Orthotomicus erosus est un scolyte qui peut tuer les pins, en particulier ceux plantés à basse altitude et sur des sites secs. Il est généralement considéré comme un ravageur secondaire infestant les arbres tombés et stressés et on le trouve souvent en association avec d'autres ravageurs forestiers. Son introduction réussie dans des pays situés en dehors de son aire de répartition d'origine a suscité certaines inquiétudes, en particulier dans les régions abritant d'importantes superficies de plantations de pins. (Wollaston, 1857)

2.3.1. Informations générales :

Orthotomicus erosus (Wollaston, 1857) appartient à un genre composé de 24 espèces de distribution paléarctique et paléotropicale qui attaquent de nombreuses espèces d'arbres. *Orthotomicus erosus* est un coléoptère qui attaque principalement les espèces du genre *Pinus*, bien qu'il ait également été signalé sur *Cupressus*, *Picea*, *Cedrus libani*, *Abies pinsapo* et *Pseudotsuga menziesii*. Il est naturellement distribué dans toute l'Europe circumméditerranéenne, l'Europe centrale, les îles britanniques, l'Afrique du Nord, l'Asie centrale et la Chine. *Orthotomicus erosus* est considéré comme une espèce exotique envahissante qui a été introduite en Afrique du Sud, au Chili, en Uruguay, aux Fidji et dans d'autres îles du Pacifique, ainsi qu'aux États-Unis.

En général, il est considéré comme une espèce secondaire qui s'attaque aux arbres très affaiblis, mais il peut aussi s'attaquer aux arbres vivants dans des états plus ou moins initiaux de délabrement ou fortement stressés. Les causes de ce stress sont généralement des déficits hydriques extrêmes dus aux sécheresses ou aux incendies. Ils peuvent également vectoriser des champignons bleussant, tels que *Ophiostoma* ou *Leptographium* (Kirisits, 2004), ou d'autres agents pathogènes tels que *Fusarium calmorum* (Romón *et al.* 2007).

2.3.2. Morphologie et biologie :

Cette espèce peut présenter plus de trois générations par an selon la température. C'est une espèce polygame, son potentiel biologique est donc énorme dans les zones méditerranéennes où la température est élevée en été. Le mâle creuse le trou d'entrée et la chambre nuptiale, émettant une phéromone agrégative qui attire plusieurs femelles, généralement trois. Les femelles fécondées creusent la galerie maternelle en partant de la chambre nuptiale et en suivant l'axe longitudinal de l'arbre. Les mâles retirent la sciure des galeries maternelles (Figure 7).



Figure 7: *Orthotomicus erosus* (Bouyon, 2023)

Lorsque les larves éclosent, elles commencent à se nourrir du phloème, créant d'abord des galeries sinueuses très proches les unes des autres. Au fur et à mesure que la larve grandit, les galeries augmentent de diamètre et se séparent les unes des autres. Les galeries larvaires sont pleines de sciure et d'excréments compactés, produits de l'alimentation, tandis que les galeries maternelles restent propres. Lorsque la larve atteint sa maturité, elle creuse une loge nymphale où elle se transformera en imago. Celui-ci émerge à l'extérieur par un trou percé dans l'écorce après une période de maturation à l'intérieur de la chambre nymphale (Wollaston, 1857)

La durée de la période larvaire est variable. Normalement, il faut compter une semaine entre la ponte et l'éclosion si la température est comprise entre 15 et 25 °C. La période larvaire dure environ 20 jours et la nymphose dure une semaine. Donc normalement le cycle se boucle en 35 jours environ, bien qu'exceptionnellement il puisse se boucler en 15 jours si les circonstances sont favorables (Romón *et al* 2007).

Les nouveaux imagos partent prêtes à recommencer le cycle. Lorsque les températures commencent à baisser, entre les mois de septembre et novembre, les adultes se rassemblent dans les galeries d'hiver, où ils passent les mois les plus froids. Ces galeries d'hiver ont une forme différente, plus irrégulière, formant un regroupement qui peut provoquer le soulèvement et même le détachement de la croûte. Son activité reprend lorsque la température remonte, recommençant son cycle biologique (Kirisits, 2004).



Figure 8: Galerie d'hivernation *Orthotomicus erosus* (Econex, 2018)

2.3.3. Dommages et éléments de diagnostic :

Les larves, en se nourrissant du phloème, coupent avec leurs galeries la circulation de l'eau et des nutriments dans le pied. En règle générale, *Orthotomicus erosus* attaque les pieds très faibles, mais toujours vivants. Parfois, et dans des zones où les arbres sont très délabrés, des comportements primaires d'insectes ont été détectés, c'est-à-dire qu'ils ont pu coloniser des pieds apparemment sains (Kirisits, 2004)

Les pins affectés jaunissent initialement dans la partie supérieure de la cime, atteignant finalement les branches inférieures de l'arbre. La sciure sombre évacuée des galeries lors des attaques massives est très évidente (Kirisits, 2004)

Orthotomicus erosus est un émetteur de champignons bleuissants qui, en plus des dommages directs causés à l'arbre, provoquent des pertes dans le bois (Econex, 2018)

2.3.4. Classification :

Royaume : Animalia

Embranchement : Arthropodes

Classe : Insectes

Ordre : Coléoptères

Famille : Curculionidés

Sous-famille : Scolytinae

Genre : *Orthotomicus*

Espèce : *Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857)

Chapitre II : Milieu d'étude

1. Les forêts dans la région de Djelfa :

La wilaya de Djelfa joue un rôle stratégique dans la connectivité entre les régions nord et sud. Elle se trouve à une distance de 300 kilomètres au Sud de la capitale et s'étend sur une superficie de 32.256,35 kilomètres carrés, qui a été divisée administrativement en 1974. Située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en partant du Nord, elle se trouve à une longitude d'environ 2° à 5° et à une latitude d'environ 33° à 35° (DPTA, 2003). Elle est limitée par les wilayas de :

- Au Nord : Médéa et Tissemsilt
- Au Sud : Ouergla et Ghardaia
- A l'Est : M'Sila et Biskra
- A l'Ouest : Loughouat et Tiaret

La wilaya de DJELFA occupe une position stratégique au cœur des hauts plateaux en raison de son grand territoire. Bien que ses panoramas soient variés, le biotope steppique occupe les trois quarts de son territoire. (D.S.A., 2017). Il s'agit d'une des rares wilayas steppiques qui ont un patrimoine forestier considérable. Il protège le désert et contribue à l'équilibre écologique de la région et à la protection du milieu naturel. La situation géomorphologique est liée à la distribution des différents sols (Pouget, 1980). En règle générale, les sols de la région de Djelfa sont squelettiques fragiles et dépourvus d'éléments organiques. Ils présentent une stabilité structurale faible en raison de leur manque d'humus. Ce sont des sols peu profonds avec une croûte calcaire et une forte salinité (B. N. E. F., 1983).

Les sols sont composés de calcaire et de marne du crétacé, qui sont généralement utilisés pour créer un cadre montagneux avec quelques ajouts triasiques. Les fissures de paysage dans les plaines sont formées de roche tertiaire (grés) relativement dure. Cependant, la plupart de ces régions basses sont constituées de dépôts quaternaires provenant de roches tendres (marnes et argile rouge) qui ont été arrachées par l'érosion des zones montagneuses. De plus, la composition des eaux superficielles et souterraines est influencée par la présence de sels (tels que le calcaire, le gypse et les sels solubles), comme dans le cas d'Oued Mellah. (D.P.T.A., 2003).

Le temps à Djelfa est de nature méditerranéenne. Le climat de la wilaya de Djelfa est semi-aride, avec des hivers froids et rigoureux et des étés chauds et secs. Dans le centre et le nord de la wilaya, le climat est semi-aride, tandis que dans le sud, il est aride.

1.1. Les forêts naturelles :

La superficie des forêts naturelles est de 152.753.06 ha (B.N.E.D.E.R., 2022), elles sont constituées principalement de pin d'Alep, de chêne vert et de genévrier (B.N.E.D.E.R., 2022).

1.2. Les reboisements :

La superficie des reboisements est de 57.717 ha (B.N.E.D.E.R., 2022), les espèces qui ont été utilisées dans les zones steppiques sont : *Tamarix articulata*, *Retama retam*, *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Medicago arboria* et pour les arbres majoritairement *Pinus halepensis* Mill., *Quercus ilex*; *Quercus suber* (Djaballah, 2008).

1.3. Etat sanitaire des peuplements:

Les peuplements voient ces dernières années des attaques assez importantes de la chenille processionnaire du pin d'Alep (*Thaumetopea pityocampa* shiff) surtout dans les reboisements, on note également, mais rarement, la présence de la tordeuse des pousses de pin (*Evetria bioliana* shiff). Les scolytes également sont présents à des degrés assez importants, parmi lesquels *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus*.

2. Les stations d'étude :

Les sorties sur le terrain sont réalisées dans différentes forêts naturelles de la région de Djelfa, essentiellement, la forêt de Sénalba chergui et Bahrara. Nous avons désigné une station d'étude de prélèvement de notre échantillon au niveau de Sénalba Chergui, par mesure d'accès facile et la présence d'un chantier d'assainissement en cours sous le contrôle de la conservation des forêts de Djelfa et la réalisation du GGR (Groupe du Génie Rural).

2.1. La forêt naturelle de Sénalba Chergui :

Les hauteurs des forêts des Ouled Naïl abritent la forêt de Sénalba chergui (Fig. 9). La chaîne principale de ces montagnes est considérée comme le massif du Sénalba chergui. Située à une distance de 7 kilomètres de la ville de Djelfa. La partie orientale du massif est occupée par la forêt de Sénalba chergui. La superficie totale de cette forêt de 17494,52

hectares ce qui met en évidence son caractère unique grâce aux routes et aux différences d'altitude. La zone d'échantillonnage est située à une altitude de 1326 mètres, selon les coordonnées géographiques GPS 34,655047° N et 3,173817° E (Fig. 10).



Figure 9: La forêt naturelle de Sénalba Chergui (Originale, 2023)



Figure 10: Localisation du site d'étude de Sénalba Chergui (Photo Satellite Google Earth forêt, 2023)

2.2. La forêt naturelle de Bahrara :

La forêt domaniale de Séhary Guebli est l'un des massifs forestiers les plus importants de Djelfa. Elle fait partie des montagnes des Ouleds Nail dans l'Atlas Saharien et se trouve à 280 km au sud d'Alger, à 17 km au nord de Djelfa et à 35 km au sud de Hassi Bahbah. La forêt de Séhary Guebli, qui fait partie de la réserve de chasse de Djelfa, est limitée vers l'ouest par les terrains communaux et collectifs, vers le sud par le reboisement de Chbika, vers l'ouest par la commune de Ain Maâbed et vers l'est par Dar Chioukh. La zone de Ain el Aatata, située à une altitude de 1126 mètres, et localisée selon les coordonnées géographiques GPS 34,830692° N et 3,219811° E (Figures 11 et 12).



Figure 11: La forêt naturelle de Bahrara (Parcelle avec un taux de dépérissement très élevé)
(Originale, 2023)



Figure 12: Localisation du site d'étude de Bahrara (Photo Satellite Google Earth 2023).

2.3. Données climatiques :

Le climat de la région de Djelfa est méditerranéen, avec une saison estivale prolongée sèche et chaude et une saison hivernale peu pluvieuse et froide. La quantité et la répartition des précipitations sont faibles et fluctuent d'une année à l'autre. Les régimes thermiques sont presque uniformes et reflètent un climat continental (Amraoui, 2011).

Les données météorologiques durant la période (2011- 2022), sont communiquées par Info climatique (Tab.3). C'est au mois de Janvier qu'est notée la moyenne des températures la plus basse avec 1.2°C , la moyenne des températures la plus haute est enregistrée au mois de Juillet (34.7).

Tableau 3: Températures moyennes mensuelles et pluviosités moyennes mensuelles pendant la période (2011-2022). (Infoclimatique , 2023)

Mois	Janv.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Somme s
T m	1,2	1,7	4,3	7,8	11,7	16,6	20,2	19,5	16	10,4	5,6	2,4	
T M	10,2	11,5	14,2	19,5	24,8	30,4	34,7	33,7	28,4	22,2	14,5	11,3	
T (moy)	5,7	6,6	9,3	13,6	18,2	23,5	27,5	26,6	22,2	16,3	10,1	6,9	
P(mm)	18,8	18,4	36,4	43,4	27,8	19,4	10,1	17,7	29,5	29,7	20	16,7	287,9

M : moyenne des maximas de T° en °C ; **m** : moyenne des minimas de T° en °C ; **P** : pluviométrie en mm ;

T : moyenne de la température de chaque mois en °C.

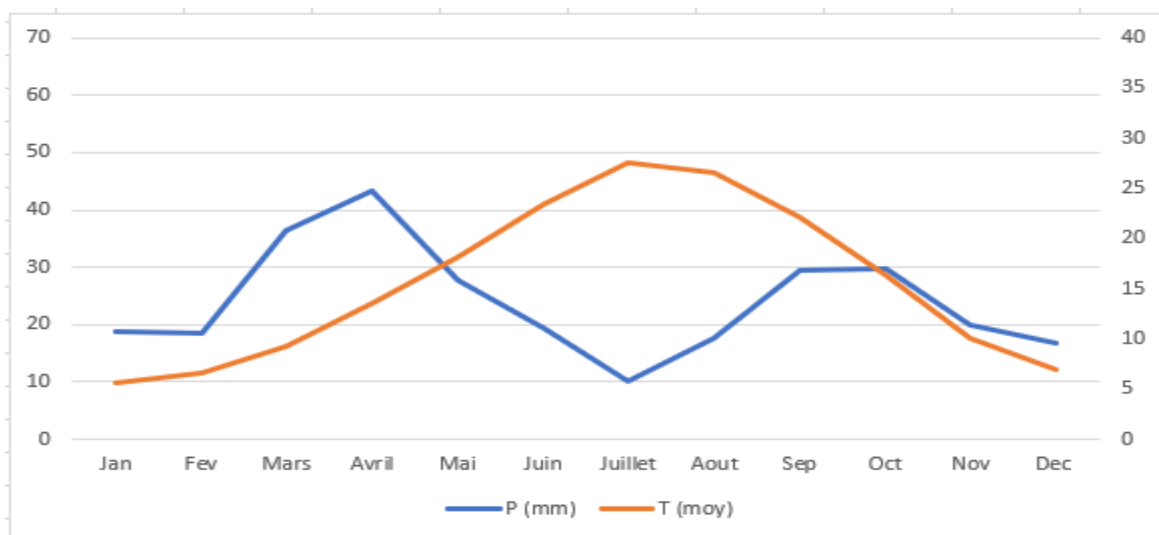


Figure 13 : Diagramme ombrothermique établi pour la région de Djelfa pour la période (2011-2022).

Le diagramme ombrothermique établi pour la période 2011-2022 indique une période sèche s'étalant de la fin mai jusqu'au début octobre (Fig. 13)

2.4. Données climatiques durant la période d'échantillonnage :

Dans le tableau ci-dessous nous avons résumé les données climatiques durant la période de récolte de notre matériel biologique. Le mois le plus froid est janvier avec une moyenne des températures de 0.5°C, le mois le plus chaud est Juillet avec une moyenne des températures de 37.2°C (Tab.4).

Tableau 4: Données climatiques durant la période d'étude

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.	JUIN	juil
T m	0,5	1,2	6,3	9,3	12,4	17,8	23,4
T M	9,6	11,4	18,4	22,3	24,8	29,9	37,2
T (moy)	5	6,3	12,4	15,8	18,6	23,8	30,3
P(mm)	6,8	27,9	2	3,8	0,5	26,8	3

M : moyenne des maxima de T° en °C ; **m** : moyenne des minima de T° en °C ; **P** : pluviométrie en mm ;

T : moyenne de la température de chaque mois en °C.

Au mois de mars la moyenne des températures dépasse légèrement 12.4°C (**Fig.14**), elle correspond au début de la sortie des jeunes adultes que nous avons trouvé dans les rondins.

Le Taux de précipitation le plus élevé de pluie en février (27.9 mm) et juin (26.8 mm), tandis que l'on constate que le pourcentage de pluie a été faible au cours des mois de mars (2 mm) et mai (0.5 mm).

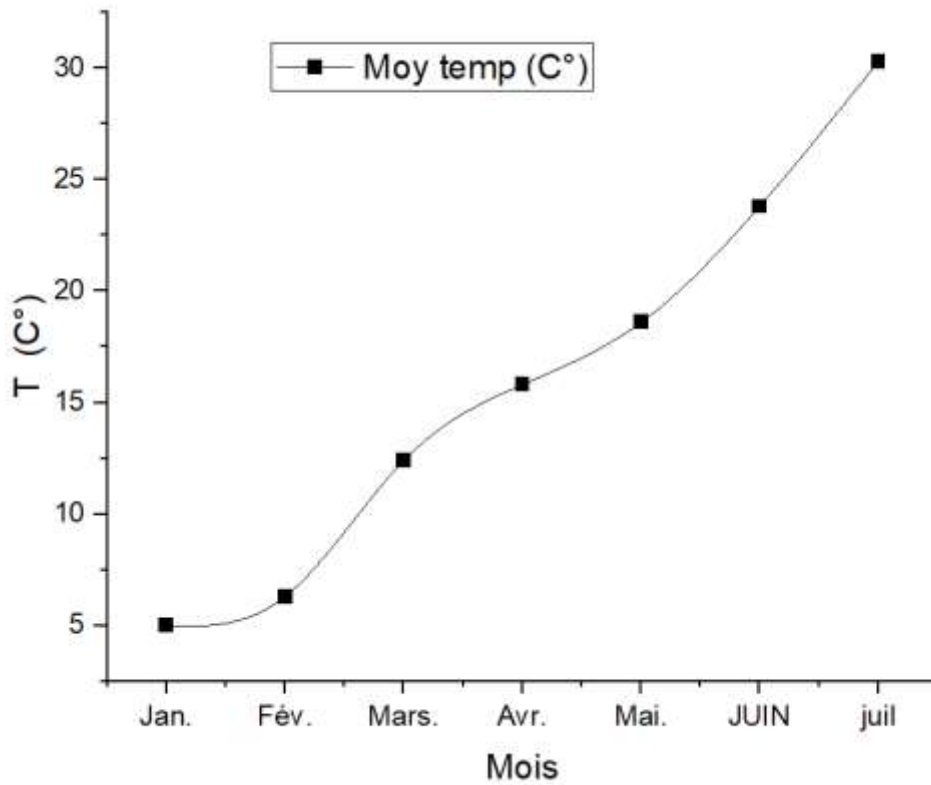


Figure 14: Fluctuation des températures moyennes mensuelles durant la période de récolte.

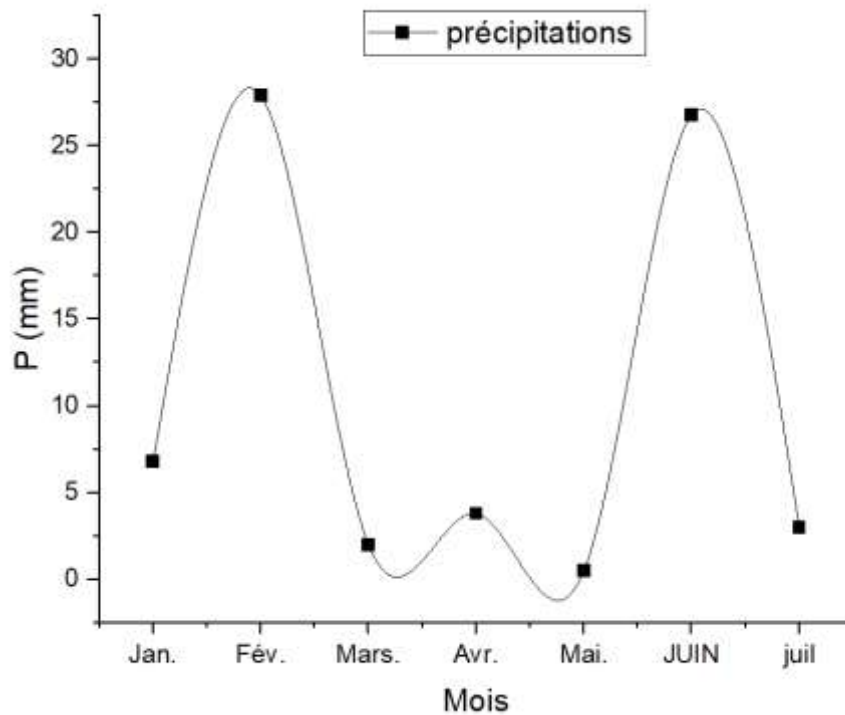


Figure 15: Variations mensuelles des précipitations durant la période d'échantillonnage.

Dans le climagramme d'Emberger, Djelfa est située dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais (**Fig. 16**).

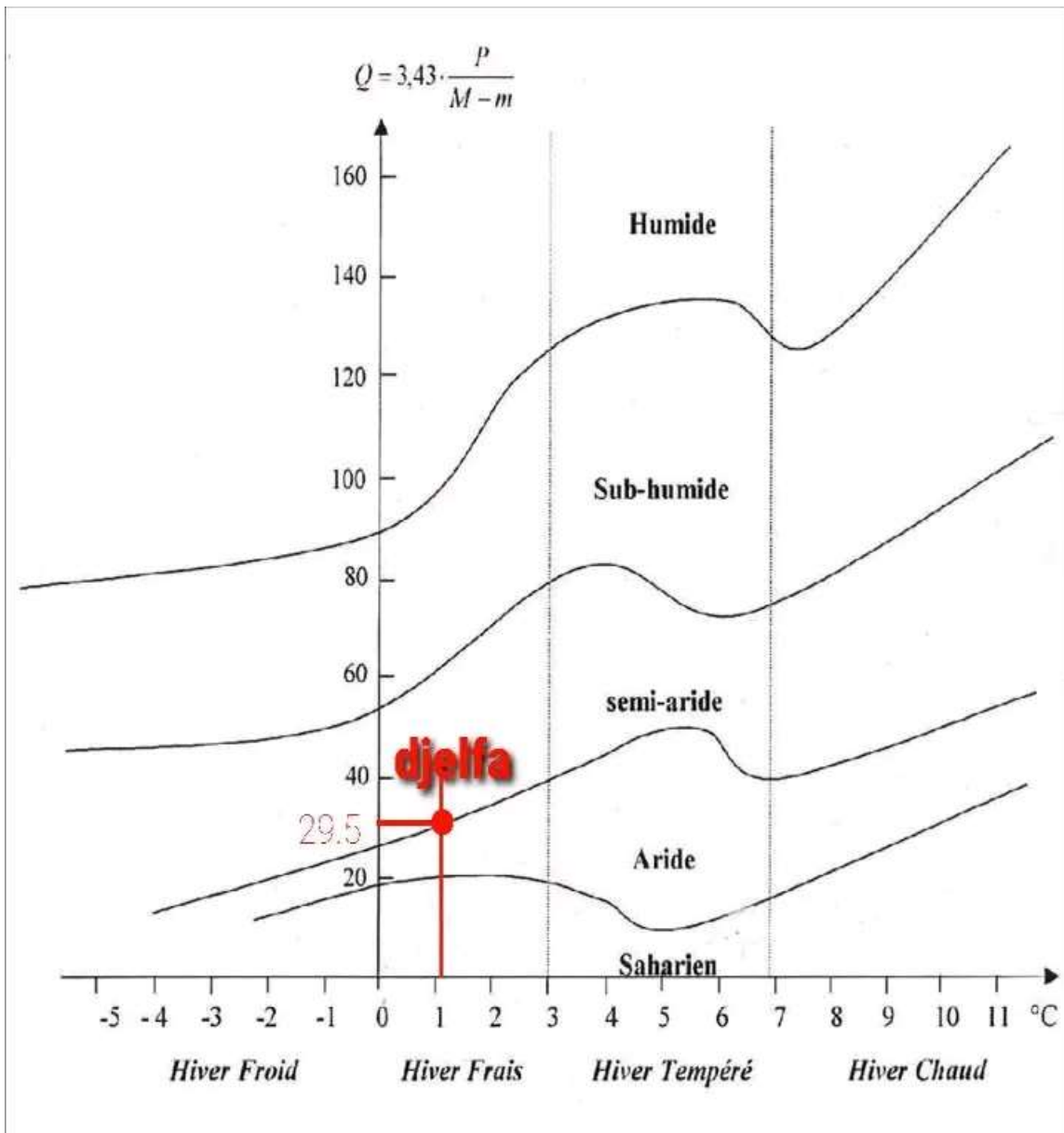


Figure 16: Situation de la région de Djelfa sur le Climagramme d'Emberger.

Chapitre III
Matériel et méthodes

1. Echantillonnage :

L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience. A notre étude avons procédé un échantillonnage subjectif. Il consiste à inventorier les pieds d'arbres qui sont remarquablement menacés par des dépérissements bien observés selon les critères : Défoliation ; Chute d'écorce ; Tronc infecté. Pour des raisons de faisabilité et conditions difficiles nous n'avons pu prélever qu'un seul sujet de pin en début d'attaque par les Scolytes, dans la forêt de Sénalba chergui.

1.1. Matériel utilisé :

Pour mener à bien ce travail, nous avons utilisé un important matériel au terrain et au laboratoire (Fig. 17, 18 et 19)

1.1.1. Sur le terrain :

- Marqueur pour identifier une trame sur les grumes échantillonnées ;
- une loupe oculaire pour donner une image agrandie des échantillons collectés ;

D'autre part, les outils à l'échelle de l'arbre utilisés dans les mesures sont les suivants :

Un ruban à mesurer pour la circonférence des arbres et la longueur des rondins à couper

- un sécateur, un couteau à toiture, des jumelles, un couteau, un rabot servant à enlever l'écorce, des pinces, de l'alcool, des piluliers, des boîtes de pétri, des autocollants d'échantillonnage, des insectes à garder et des sacs en plastique.



Figure 17: Matériel utilisé sur terrain.

1.1.2. Au laboratoire INRF :

Une grande partie du matériel utilisé au terrain et une autre partie tels que la loupe binoculaire.



Figure 18: Matériel utilisé au laboratoire
(Originale, 2023)



Figure 19: Loupe binoculaire
(Originale, 2023)

2. Méthodologie :

2.1. Identification des arbres infestés :

Nous avons remarqué une décoloration et une défoliation ; présence de trous de pénétration des insectes, présence de sciure. Pour confirmer la présence du scolyte nous avons dû écorcer légèrement le tronc à la recherche de galeries et d'insectes de différentes espèces et de différents stades (Figures 20, 21, 22 et 23).



Figure 20: Galeries de Scolyte sous l'écorce
(Originale, 2023)

Figure 21: Trous faits par les Scolytes dans
l'écorce (Originale, 2023)



Figure 22: Signes de dépérissement externes
(Originale, 2023)



Figure 23: Galeries forées par les scolytes
(Originale, 2023)

2.2. Abatage de l'arbre :

On a commencé la coupe au niveau du collet de l'arbre cible avec la tronçonneuse, puis on a coupé le tronc en plusieurs rondins et on les a numérotés (Figure 24).



Figure 24 : Abatage et découpage en rondins. (Originale, 2023)

2.3. Acheminement des rondins :

Le travail est réalisé au niveau de la station de l'INRF. Nous avons mis les rondins dans des contenaires qui se ferment pour empêcher les insectes de s'échapper pendant leur transport vers le laboratoire. Une fois dans la station, nous les avons placés dans une cabine saharienne préfabriquée, certains cartons sont placés dans des éclosiers en carton et recouverts d'une pellicule plastique pour que la sève ne se dessèche pas (Figure 25).



Figure 25 : Recouvrement et emballage (Originale, 2023)

2.4. Récupération des rondins dans les éclosiers :

L'arbre échantillon est numéroté de bas en haut de 1 à 13. Nous mettons les rondins (1, 4, 5 et 7) dans des éclosiers en carton pour bloquer la lumière, les numéros choisis sont en fonction de l'épaisseur de l'écorce, et dans chaque carton on met 2 flacons transparentes pour que les insectes soient visibles, et quand les insectes sortent, on les récupère pour qu'ensuite on les identifie et les compte (Figure 26). La vérification des sorties des insectes dans les piluliers est quotidienne. Le reste des rondins est laissé dans leur boîtes en plastique et par la suite sont écorchés au fur et à mesure et toutes les données sont notées.



Figure 26: Recouvrement des rondins (Originale, 2023)

2.5. Ecorçage :

Pour la partie de l'écorçage nous avons dû étendre un drap blanc sur la surface de travail et à l'aide d'une plane et d'un couteau chaque rondin a été soigneusement écorché,

Une brosse a été utilisée pour le nettoyer et ramasser les insectes, et une règle pour nous faciliter la mesure de sa longueur (Figure 27).



Figure 27 : Ecorçage des rondins(Originale, 2023)

2.6. Le tri :

Tous les insectes ont été prélevés à l'aide d'une pince souple et séparés selon leur ordre et conservés immédiatement dans des tubes à essai pour les insectes de petite taille, contenant de l'alcool éthylique à 70 %. Chaque tube contient une étiquette avec un code correspondant qui mentionne la date de récolte, et l'ordre. L'identification des espèces se fait au niveau de laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire.

Les Scolytes ont été séparés par la suite en deux : *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus*, ces deux espèces sont ensuite classées par leurs stades (Larve, Nymphe, Jeune adulte et enfin Adulte) et sont conservés dans des petits flacons étiquetés et référenciés renfermant de l'éthanol 70° (Figure 28).



Figure 28: Piluliers contenant les espèces trouvées. (Originale, 2023)

2.7. Identification des espèces :

L'identification est parfois réalisable sur le terrain, mais nécessite presque toujours l'utilisation d'une loupe binoculaire et des ouvrages de déterminations spécifiques auxquels nous avons eu recours, parmi eux : Guide des araignées de France et d'Europe (Robert 2009), les insectes et la forêt (Dajoz 1998), La Faune de la France partie 1 et 2 (Perrier, 1926).

2.8. Les indices écologiques :

2.8.1. Richesse spécifique totale (S) :

Selon Ramade (1984), la richesse totale ou spécifique (S) d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la compose dans les sites d'étude.

2.8.2. La richesse moyenne (Sm) :

La richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (Ramade, 2003). Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement (Ramade, 1984).

$$Sm = \sum S/N$$

Sm : Richesse moyenne ;

S : Richesse totale de chaque relevé ;

N : Nombre de relevés.

2.8.3. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') :

Indice H' de Shannon-Wiener permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (Daget, 1976 ; Legendre & Legendre, 1979 ; Barbault, 1992). Cet indice a l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Chardy & Glemarc, 1977).

$$H' = -\sum (Pi \times \log_2 Pi) \text{ où } Pi = ni / N$$

S = Nombre d'espèces contenues dans l'échantillon

Pi = fréquence de l'espèce i

ni : nombre d'individus d'une espèce de rang i.

Cet indice a pour unité le bit, sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

H' est minimal quand il est égal à zéro c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. Il est maximal (théoriquement infini) lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, dans ce cas H' est égal à $\log_2(S)$

2.8.4. Abondance relative (A.R. %) :

L'abondance relative des espèces, exprimée en pourcentage, est le nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre totale d'individus (Grall et Hily, 2003) dans le but de connaître l'importance de chaque peuplement :

$$A = \frac{Na}{N} \times 100$$

Na : Nombre d'individus d'une espèce

N : Nombre total d'individus recensés

Selon la classification de Ramade (1984) :

- Une espèce est dominante si $A_r > 5$
- Une espèce est influente si $2 < A_r < 5$
- Une espèce est résidente si $A_r < 2$

Chapitre IV
Résultats et discussion

1. Inventaire des espèces recueillies au cours de l'écorçage :

Après écorçage complet des rondins, coupés à partir de l'arbre échantillon prélevé dans

Rondin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

la station de Sénalba, nous avons récolté différentes espèces appartenant à l'embranchement des arthropodes.

L'arbre est coupé en 13 rondins, leur longueur varie entre 45 et 50 cm. Donc avec un total de 6.25 m, qui n'est pas la longueur totale de l'arbre, la cime de ce dernier n'est pas coupée en raison de l'absence des deux espèces de Scolytes à savoir *Tomicus* et *Orthotomicus* qui s'installent sur une épaisseur assez importante.

La circonférence de l'arbre est de 143cm à la base et 72cm au niveau du dernier rondin.

Les périodes d'écorçage se sont étalées du mois de février au mois d'août de l'année 2023.

Nous avons comparé la longueur maximale des galeries dans les rondins (Tableau 5), on a remarqué qu'elle est maximale du rondin N°4 au rondin N°6 et qu'elle diminue vers les derniers rondins (Figure 29)

Tableau 5 : Longueurs maximales des galeries d'entrée en fonction des rondins

Rondin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Longueur max des galeries	15	20	17	20	20	20	18	13	15	15	17	12	10

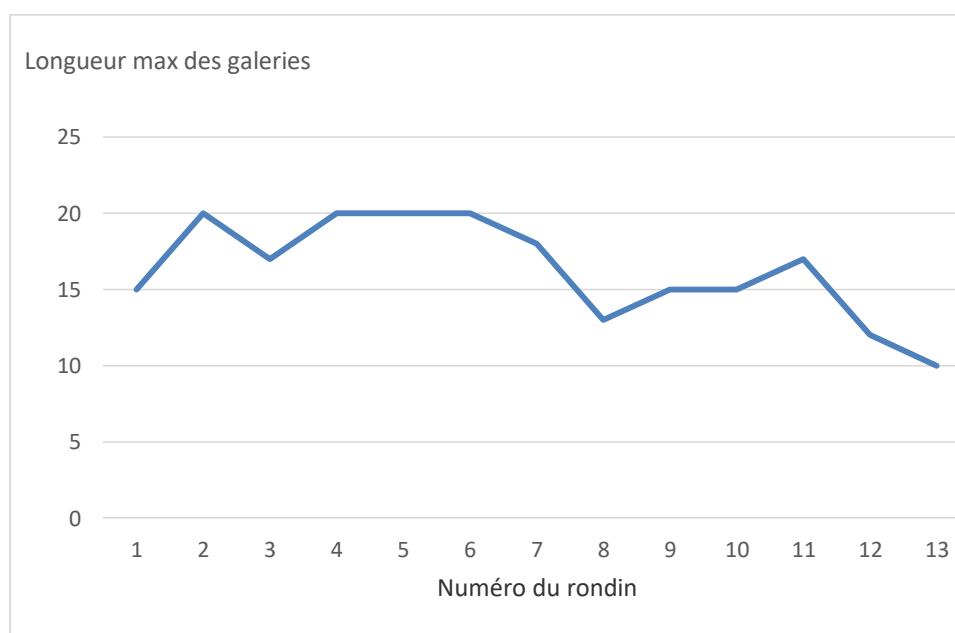


Figure 29 : Variation de la longueur maximale des galeries en fonction des rondins.

Nombre de trou	43	48	51	55	69	110	119	98	94	76	52	59	63
----------------	----	----	----	----	----	-----	-----	----	----	----	----	----	----

En comptant le nombre de trous en fonction de la hauteur de l'arbre, dans la (figure 30), on remarque que le nombre de trous maximum est situé entre les rondins 5 et 10.

Tableau 6 : Nombre de trous d'entrée en fonction des rondins

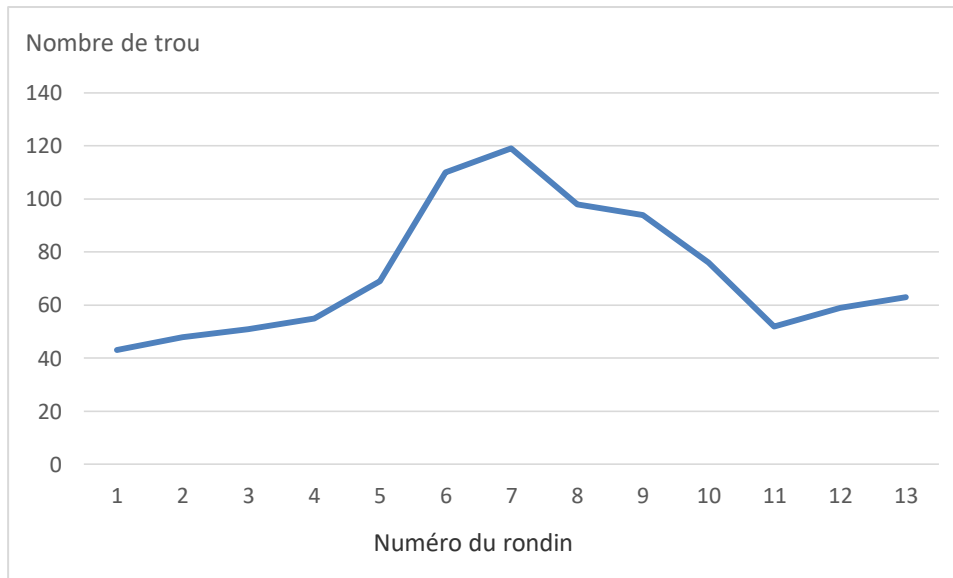


Figure 30 : Variation du nombre de trous en fonction des rondins.

Le nombre de galeries dans les rondins est variable, il atteint son maximum vers le rondin N°6 avec 33 galeries (Figure 31) et (Tableau 7).

Tableau 7 : Nombre de galeries d'entrée en fonction des rondins

Rondin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nombre de galerie	2	10	13	19	24	33	18	23	28	25	17	17	20

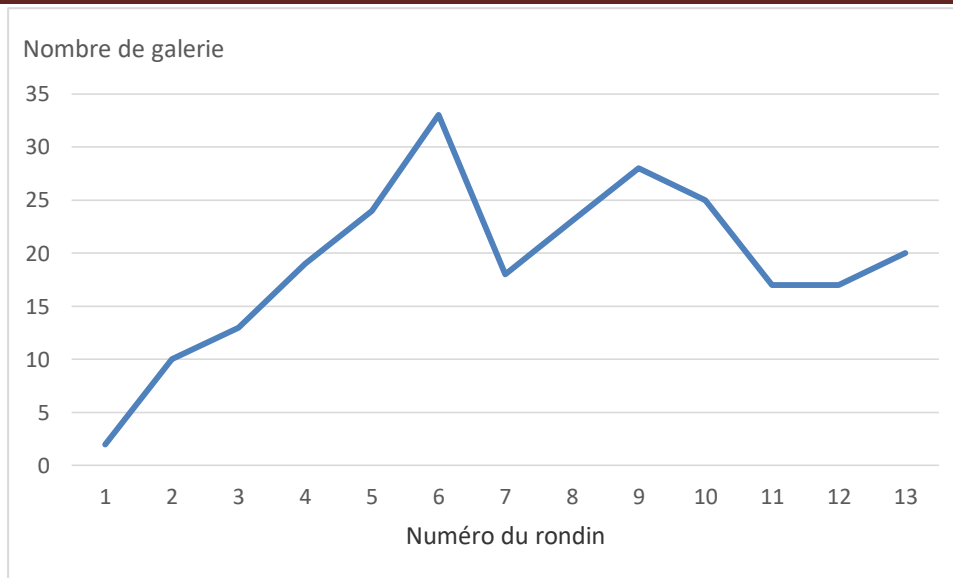


Figure 31 : Variation du nombre de galeries en fonction des rondins.

A partir de ces observations, on peut conclure que, pour notre échantillon, la hauteur préférée pour l'installation des Scolytes ravageurs se situe vers le milieu de l'arbre. A cet endroit, l'écorce a une épaisseur convenable pour le forage des trous de pénétration des adultes et de sortie pour les jeunes adultes immatures qui iront faire la nutrition de maturation dans les pousses de la cime des sujets de pins sains. Ce résultat est également confirmé par (Durand-Gillmann, 2014).

Les résultats des Arthropodes récoltés obtenus nous ont permis d'inventorier 24 espèces regroupées en six ordres qui sont : **Coleoptera**, **Collembola**, **Diptera**, **Hymenoptera**, **Hemiptera**, **Arachnida**. Ces résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tab.8).

Tableau 8 : Liste des espèces recensées au niveau de l'arbre coupé à Sénalba Chergui.

		Dates les mois sont de l'année 2023														
		08/08	10/05	09/05	13/08	15/08	08/05	07/08	16/04	11/04	12/02	06/02	07/02	08/02	Tot	
Données																
Rondin		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Longueur (cm)		47	48	48	50	50	50	46	45	48	49	48	48	48	625	
Circonférence (cm)		143	102.5	107	116	110	98	97	91.7	85	76	77	72	82		
Surface latérale (cm2)		6721	4920	5136	5800	5500	4900	4462	4128	4080	3724	3696	3456	3936		
Coleoptera	Curculionidae	Larves <i>Tomicus destruens</i>	0	5	12	0	0	2	0	1	33	39	361	255	230	938
		Nymphes <i>Tomicus destruens</i>	0	12	17	0	0	9	0	6	148	246	0	0	0	438
		<i>Tomicus destruens</i> Adulte	16	29	51	37	44	47	48	107	250	111	8	14	13	775
		<i>Orthotomicus erosus</i>	3	0	0	3	8	0	0	0	1	14	52	86	264	431
	Zopheridae	Larves <i>Aulonium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	0	12	
		<i>Aulonium ruficorne</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	23	43	36	104
	Cleridae	Larves de <i>Thanasimus formicarius</i>	0	5	5	0	0	26	0	7	16	1	0	0	0	60
		<i>Thanasimus formicarius</i>	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	5
Coléoptera	Monotemidar	0	0	0	0	0	29	0	7	0	97	54	12	69	268	

	Buprestidae	Buprestidae sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Cucyidae	Cucyidae sp.	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	Scolytidae	<i>Hylastes</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Eucinetidae	<i>Eucinetus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Staphylinidae	Staphylinidae sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Larve coleoptera	0	0	0	0	0	5	0	0	127	126	0	0	0	258
		Larve cerambycidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Collembola		Collembola sp.	0	3	0	1	0	1	1	12	0	0	0	0	0	18

Diptera		Diptera sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
		Hymenoptera sp. 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hemiptera		Cochenille sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
		Hemiptera sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Arachnida		Gnaphosidae sp.	0	0	3	4	1	0	0	1	2	0	0	0	0	11	
		Salticidae sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
	Linyphiidae		Gonatium sp.	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
			<i>Pelecopsis</i> sp.	1	0	2	3	3	0	2	1	1	0	0	0	1	14
			<i>Thyphocrestus</i> sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	Chernetidae		Pseudoscorpion sp.	5	3	4	13	17	5	7	9	6	2	0	4	1	76
			Araignée juvénile	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
3436																	

Remarque : les rondins 1, 4, 5 et 7 (en rouge) sont utilisés dans la récupération des rondins dans les éclosiers.

Au cours de notre travail, nous avons trouvé une richesse totale (S) :24 espèces et une richesse moyenne (Sm) : 8,70

1.1. Répartition des ordres recensés :

Le calcul de l'abondance relative a montré que l'ordre le plus dominant est l'ordre des Coleoptera avec une fréquence de 50% suivi de l'ordre des Arachnida et avec 29,17%, suivis par les Hemiptera avec 8,33% la dernière position est occupée par les trois ordres Hymenoptera, Collembola et Diptera avec une valeur de 4,16%.(Figure 32)

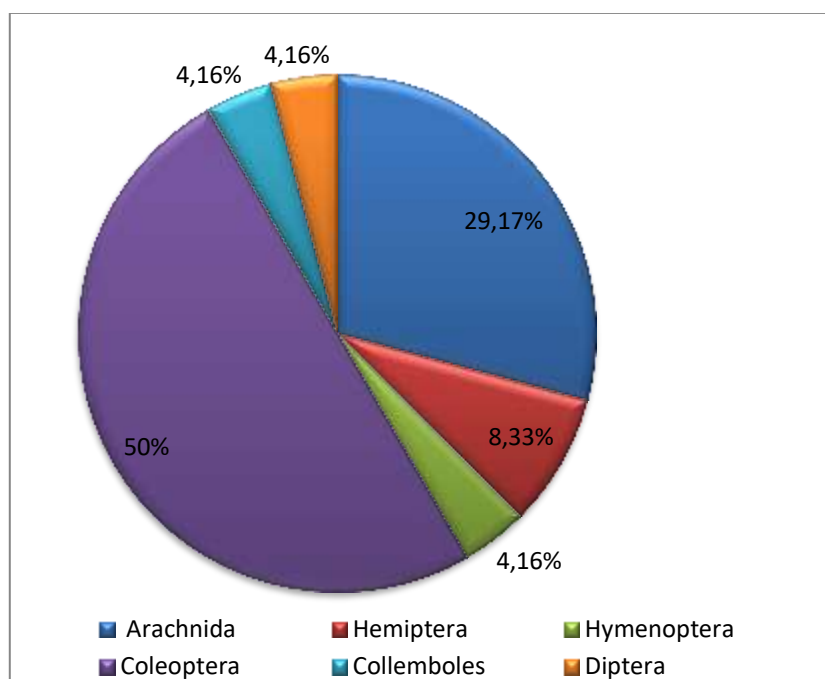


Figure 32 : Abondance relative des ordres rencontrés au niveau de l'arbre échantillon de forêt de Sénalba Chergui.

1.2. Répartition des espèces recensées :

Le nombre total d'individus obtenu dans l'arbre est de 3436. Le calcul de l'abondance relative des familles a montré que la famille la mieux représentée est la famille des Curculionidae sous-famille des Scolytinae avec 75,14% (62,60% pour l'espèce *Tomicus destruens* et 12,54% pour l'espèce *Orthotomicus erosus*) suivie par *Rhyzophagus* sp avec 7,80% En troisième position on trouve les Coleoptera avec 7,50%, suivie *Aulonium ruficorne* a 3,37%. Ensuite les Pseudoscorpions sp. Avec 2,21% puis les *Thanasimus formicarius* avec 1,9%. Puis Collembola sp 0,523%. Pour les araignées *Pelecopsis* sp est à 0,40%, Gnaphosidae sp 0,32%, Araignée juvénile 0,17% plus *Gonatium* sp 0,11% suivie par les Cucyidae avec 0,087% viennent après les *Hylastes* sp, Cerambycidae, Salticidae sp et

1.3. Les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au Pin d'Alep de la forêt de Sénalba :

Plus l'indice de diversité de Shannon est élevé (H' tend vers $\log_2 S$), plus la communauté est équilibrée et stable : toutes les espèces se rencontrent avec la même fréquence. En revanche, lorsque cet indice est plus faible, on parle de milieu hétérogène dont les communautés sont perturbées : cela peut être dû à un effet de compétition entre les espèces.

Le résultat de la mesure de la biodiversité par le biais de l'indice de Shannon-Weaver a permis d'estimer ce dernier à $H'=3.12$

1.4. Répartition des stades de vie des individus des espèces Scolytes et leurs ennemis au cours de la période d'écorçage :

Le stade nymphal est le prédominant chez l'espèce *Tomicus destruens*, alors que seuls des individus au stade adulte ont été trouvés chez l'espèce *Orthotomicus erosus*. Chez les *Aulonium* le stade nymphal est totalement absent. Uniquement les larves sont rencontrées chez *Thanasimus formicarius* (Figure 34).

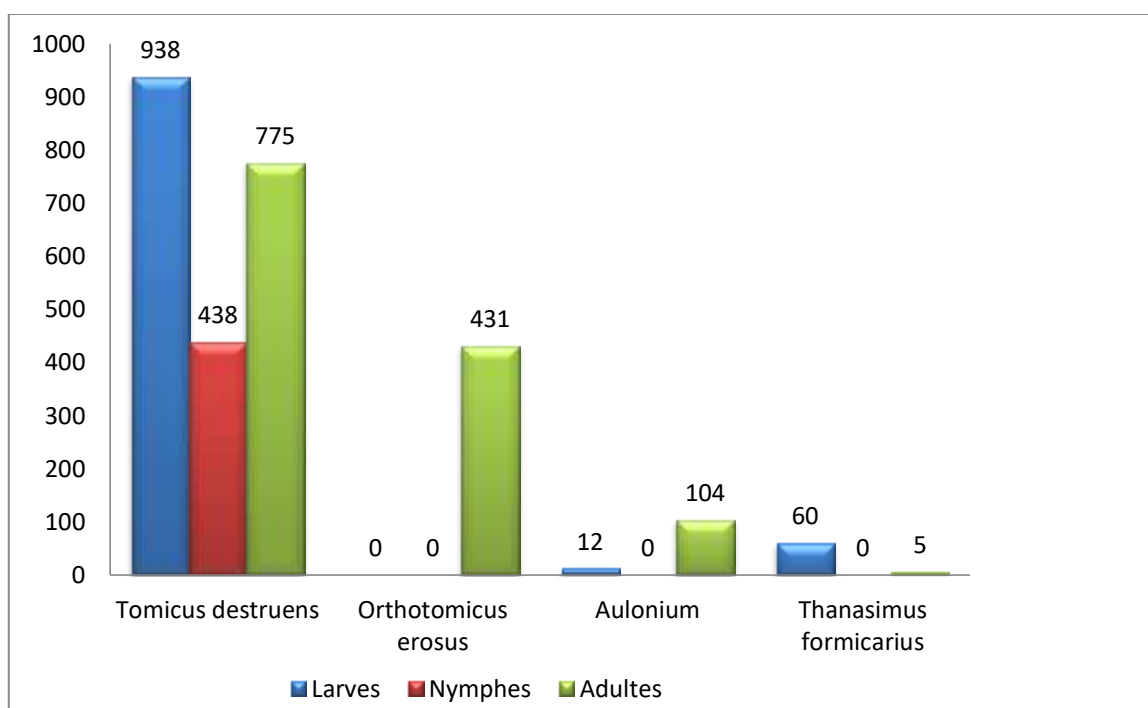


Figure 34 : les résultats relatifs à la biodiversité de l'entomofaune inféodée au pin l'Alep de la forêt de Sénalba Chergui.

2. Les rondins mis en éclosoir :

Le résultat suivant montre le processus de surveillance continue des insectes sortant des Rondins 1, 4, 5 et 7. Résultat de l'expérimentation récupération des rondins dans les éclosoirs (Tab.9)

Tableau 9 : Répartition des insectes du rondin dans les éclosiers nombre d'individus et d'espèces confondus

			Date		21/02	06/03	07/03	26/03	10/04	17/04	26/04	07/05	08/05	10/05	14/05	15/05	15/06	Tot	
			Espèce																
Rondin 01	Coléoptera	Curculionidae	<i>Tomicus destruens</i> Adulte	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	0	0	0	0	16	
			<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Scolytidae	<i>Hylastes</i> sp	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Arachnida		Gnaphosidae sp	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
			Linyphiidae	<i>Pelecopsis</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
			Chernetidae	Pseudoscorpion sp	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
				Araignée juvénile	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Rondin	Coléopt	Cu	<i>Tomicus destruens</i>	0	0	0	3	0	0	1	25	4	2	0	2	0	37	

			Adulte																
			<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Hymenoptera		Hymenoptera sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
			Collembola		<i>Collembola</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	Arachnida		Gnaphosidae sp		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	
			Salticidae sp	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
			Linyphiidae		<i>Pelecopsis</i> sp	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	4	
			Chernetidae		Pseudoscorpion sp	0	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
					Araignée juvénile	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	Ron din 05	Colé opte	Cur culio	<i>Tomicus destruens</i> Adulte	1	0	0	0	0	0	5	26	4	10	1	2	0	49	

			<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	
		Cleridae	<i>Thanasimus formicarius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
		Eucinetidae	<i>Eucinetus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Arachnida		Gnaphosidae sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		Linyphiidae	<i>Pelecopsis</i> sp	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	
		Chernetidae	Pseudoscorpion sp	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
			Araignée juvénile	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Ron din 07	Colé opte	Cur culio	<i>Tomicus destruens</i> Adulte	0	0	0	0	0	0	12	12	14	7	1	2	0	48

		<i>Orthotomicus erosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cleridae	<i>Thanasimus formicarius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Collembola	Collembola sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Diptera	Diptera sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Arachnida	Linyphiidae	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Chernetidae	Pseudoscorpion sp	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	7
240																	

Pour les rondins mis en éclosoirs nous avons trouvé 13 espèces regroupées en cinq ordres qui sont : Coleoptera, Arachnida, Collembola, Hymenoptera et Diptera. avec une Richesse moyenne (Sm) de 7,5.

2.1. Répartition des orders recensés (dans les éclosoirs):

Le calcul de l'abondance relative a montré que l'ordre le plus dominant est l'ordre des Coleoptera et

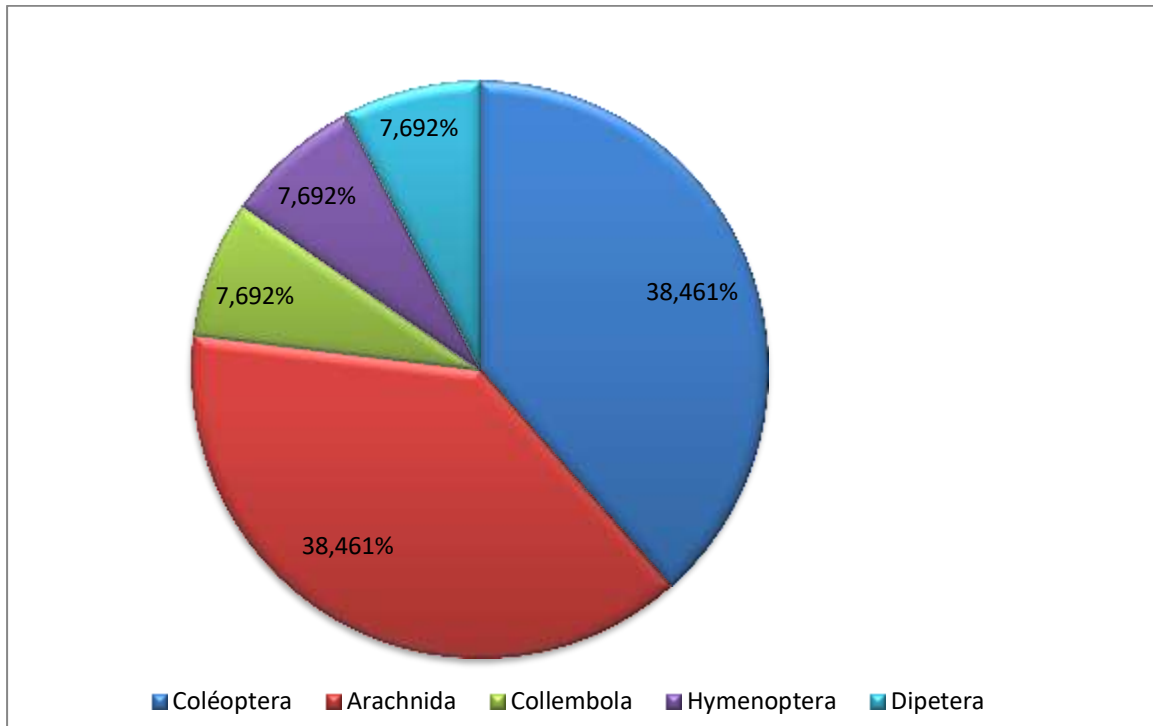


Figure 35: L'abondance relative des différents ordres rencontrés dans les rondins mis en éclosoirs de l'arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.

2.2. Répartition des espèces recensées (dans les éclosoirs) :

Les 240 individus inventoriés dans l'arbre sont répartis en 13 groupes de différents ordres. Le calcul de l'abondance relative de chacun a montré que la famille Scolytidae est la plus abondante avec 68,33 (62,5% pour l'espèce *Tomicus destruens* et 5,83% pour l'espèce *Orthotomicus erosus*) suivie par Pseudoscorpions sp. avec 17,5%. En troisième position on trouve les *Pelecopsis* avec 4,16% suivi par Gnaphosidae sp. à 3,33%, ensuite les araignée juvénile 2,5% viennent après les *Thanasimus formicarius*, *Hylastes* sp. et Collembola sp. avec 0,83, suivi par les *Eucinetus* sp., Salticidae sp., Hymenoptera sp. et Diptera sp. Avec un pourcentage de 0,42% (Figure 36).

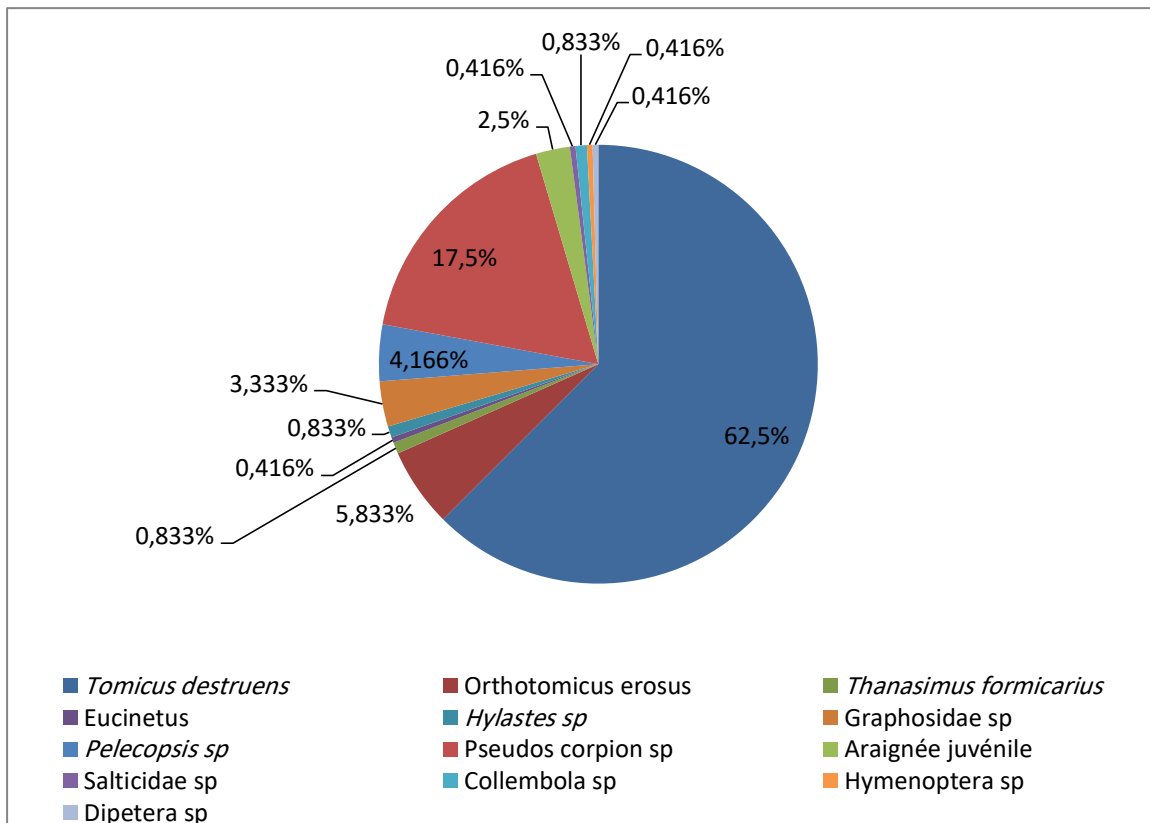


Figure 36 : Abondance relative des espèces rencontrées dans les rondins mis en éclosiers de l'arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.

2.3. Répartition des stades de vie de certains individus au cours de la période d'écorçage des rondins mis en éclosiers :

Le stade adulte nymphal est le prédominant chez l'espèce *Orthotomicus erosus*, alors que seuls des individus au stade larves ont été trouvés chez l'espèce *Tomicus destruens*. Les larves sont totalement absentes (Figure 37).

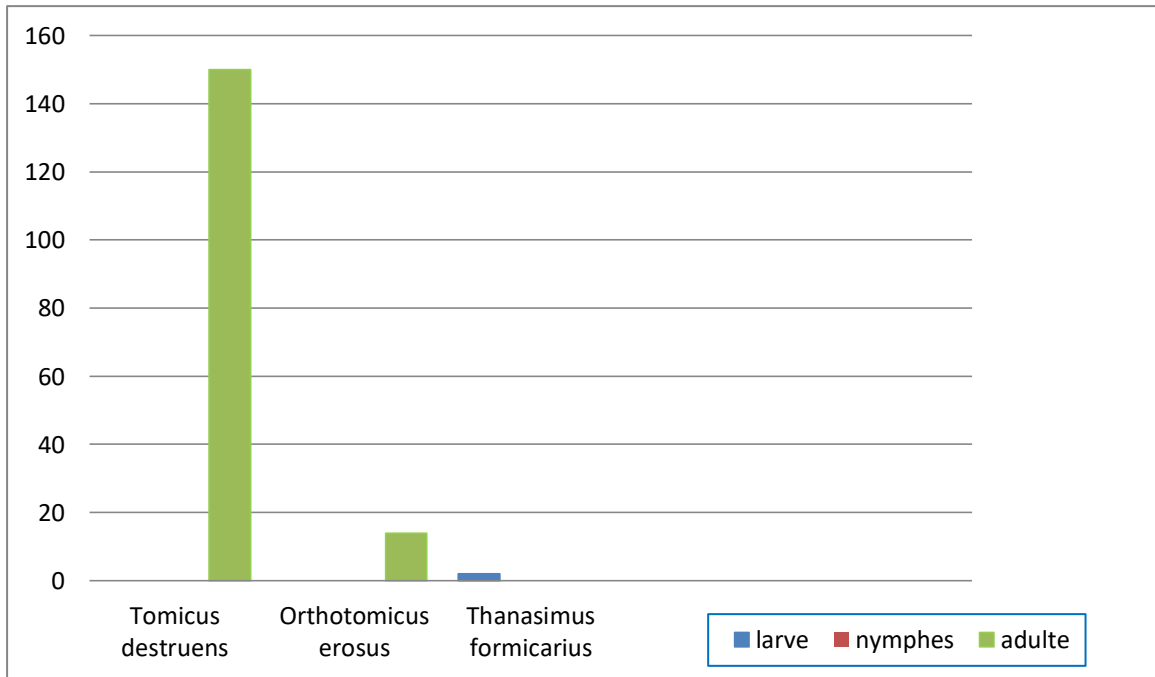


Figure 37 : Répartition des stades *larvaires*, jeunes adultes et adultes des espèces *Tomicus*, *Orthotomicus* et *Thanasimus* rencontrés dans l’arbre échantillon de la forêt de Sénalba chergui.

Nous avons écorcé les Rondins 1, 4, 5 et 7 suite à l’expérience précédente, et nous avons retrouvé un petit nombre d’insectes dans l’écorce, comme le montre le tableau suivant. (Tab.10)

Tableau 10 : Répartition des insectes du rondin dans les éclosiers à partir de d’écorçage des rondins

		Dates	Donnees				Tot
			08/08	13/08	15/08	07/08	
		Rondin	01	04	05	07	
Coléoptera	Curculionidae	Larves <i>Tomicus destruens</i>	1	0	0	0	1
		<i>Tomicus destruens</i> Adulte	2	1	5	8	16
	Zopheridae	Larves <i>Aulonium ruficorne</i>	0	10	0	0	1

		<i>Aulonium ruficorne</i>	0	0	1	0	1
	Cleridae	Larves de <i>Thanasimus formicarius</i>	0	1	2	0	2
	Cerambycidae	Larve Cerambycidae	0	0	1	2	4
Arachnida		Gnaphosidae sp	0	0	0	1	1
	Linyphidae	Gonatium sp	0	1	0	1	1
		Pelecopsis sp	0	0	0	2	3
		Araignée juvénile	1	0	0	0	1
Total						31	

Seulement 9 espèces sont rencontrées ans ces rondins, écorcés après leur mise en éclosiers, au mois d'août ; avec des effectifs très faibles, ce résultat est attendu puisque la plupart des insectes sont sortis dans les piluliers. Les larves et les adultes de *T. destruens* sont toujours présents même au mois d'août et leurs prédateurs également.

3. Cycle biologique de *Tomicus destruens* :

Lors de notre première sortie le 6 décembre 2022 à Bahrara, nous n'avons trouvé que des scolytes au stade adultes, sans doute des femelles, dans la galerie maternelle verticale, ce qui nous amène à en déduire qu'il s'agit de la phase de reproduction.

Le 5 février 2023 a eu lieu la deuxième sortie à Sénalba chergui, nous avons trouvé les stades suivants dans l'arbre : larves, nymphes, jeunes adultes Ce jour-là, nous avons choisi l'arbre qui serait écorcé.

Le cycle biologique de *Tomicus piniperda* qui est une espèce du genre *Tomicus* a déjà été l'objet de nombreuses études (Langstrom, 1983). Celui de *Tomicus destruens* n'a pas fait l'objet d'autant de travaux et est par conséquent mal connu, mais le peu d'informations disponibles laisse supposer qu'il est très proche de celui de *Tomicus piniperda*.

Tomicus destruens est une espèce monogame. Comme pour tout scolyte, le cycle de vie d'un scolyte est organisé à chaque génération, autour d'un cycle de vie basique en 4 phases : reproduction, développement, maturation et dispersion (Sauvard, 2004). Chacune de

ces phases peut comporter ses propres caractéristiques et générer une large variabilité des cycles de vie entre les différentes espèces de scolytes.

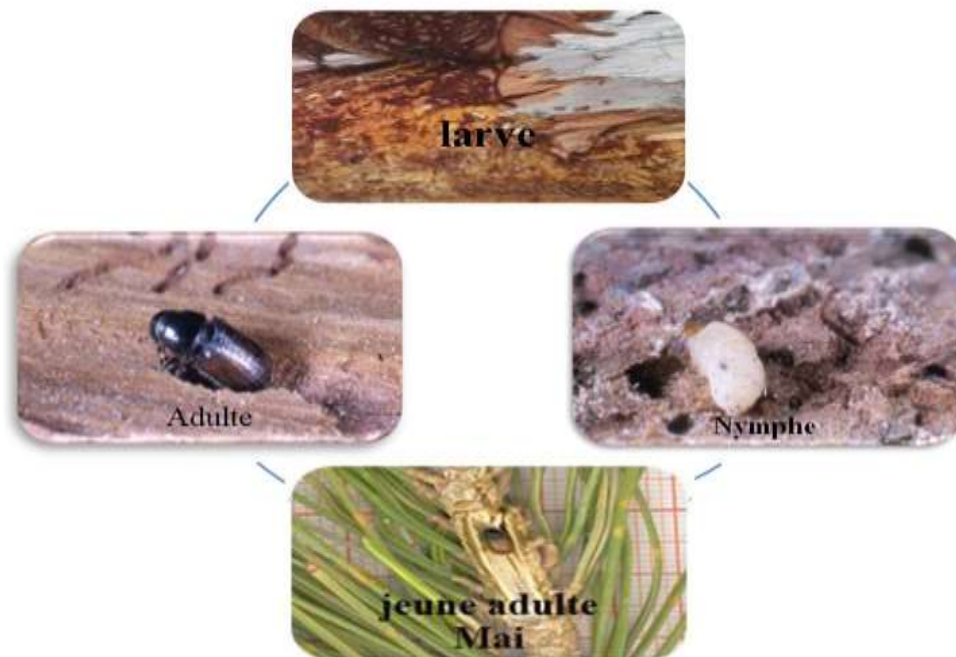


Figure 38 : Cycle de vie de *Tomicus destruens* (photos de Brague Bouragba Nadia)

4. Description des espèces rencontrées :

4.1. Ordre des Coleoptera:

4.1.1. *Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857) :

Ce genre d'*Orthotomicus* regroupe l'ensemble des individus possédant une déclivité élytrale abrupte de couleur brun et noire. Il est caractérisé par un deuxième denticule de sa déclivité élytrale développé bien visible. Le corps réparti en deux parties ; Pronotum rond d'une dimension de 1mm d'environ, et des élytres d'une dimension de 2mm d'environ. Cette espèce évolue sur les pins de l'Europe centrale et méridionale compris la région méditerranéenne où elle pullule dans les forêts et les bois de conifères. Elle se rencontre sur *Pinus halpensis* et *P. pinaster*, *P. sylvestis*, *P. leucodermi* et *P. lance*. Son hôte Préférable est le pin maritime (BALACHOWSKY., 1949). L'espèce *Orthotomicus erosus* est facilement reconnaissable grâce au deuxième denticule très large de forme triangulaire au niveau de la déclivité élytrale (Fig.36). Elle est beaucoup plus développée que les autres, de même la forme largement recourbée de la massue antennaire qui caractérise l'espèce. Les vols de l'*erosus* ont lieu lorsque les températures atteignent 14°C et 10°C pour l'espèce de *Tomicus destruens* (BEN DJEMAA, 2007). Largement distribué dans toute l'Europe centrale et

méridionale, en Afrique du Nord, de l'ouest et du centre Asie, et il a été introduit en Europe du Nord, en Afrique du Sud, au Chili, aux îles Fidji et aux États-Unis. États. On le trouve dans un large éventail de pays méditerranéens, notamment en Turquie, en Syrie et au Liban. et Chypre. Pour se reproduire et se développer, *O. erosus* peut apparemment utiliser toutes les espèces de *Pinus* (*P. halepensis*, *P. radiata*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. brutia*, *P. canariensis*, *P. sylvestris* et *P. nigra*), mais il a également s'attaquent à *C. libani* et *C. atlantica* (Lieutier et al. 2016). Colonisation de l'hôte en général se produit de mars à octobre, essentiellement sur les arbres fragilisés, que les adultes attaquent sur les principales branches et tronc par un système multirameux irrégulier constitué de 3 à 5 galeries d'œufs irrégulières, longitudinal et sans motif clair. Les larves ont trois stades larvaires, sur lesquels les galeries affectent fortement l'aubier, et les jeunes adultes se nourrissent du phloème pour atteindre la maturation sexuelle avant l'émergence. Voltinisme peut s'étendre de 1 à 7 générations par an, selon la zone géographique et conditions climatiques. Par exemple, les populations méditerranéennes infestant *P. halepensis* pourraient atteindre quatre générations par an (Lieutier et al. 2016).

4.1.2. *Tomicus destruens* :

Tomicus destruens ou l'hylésine du pin est un insecte xylophage de petite taille, ils'installe sur l'arbre hôte pour pondre ses oeufs et se nourrir de bois. Il se développe particulièrement sur *Pinus halepensis*. Il est considéré comme le plus important des ravageurs des pins au centre et au nord-est de la région méditerranéenne (Nanni et Teberi, 1997).

Les ennemis naturels des Scolytes

4.1.3. *Aulonium ruficorne* :

Les coléoptères prédateurs de ce genre sont généralement plus abondants dans les arbres attaqués par *Ips typographus* (par exemple Mendel et Opatowski 1997). L'activité principale de l'*Aulonium* se produit au début du développement de ses proies, car il se nourrit principalement d'œufs et de jeunes larves, avec *A. ruficorne* conduisant par exemple à des taux de mortalité importants sur *O. erosus* immature en Palestine occupée au printemps et à la fin de l'été (Podoler et al. 1990). *Aulanus* sp. quitte généralement l'arbre peu de temps après l'émergence de ses proies, les scolytes (Lieutier et al. 2016).



Source : <https://coleonet.de/coleo/texte/aulonium.htm>

Figure 39 : *Aulonium ruficorne*

4.1.4. *Thanasimus formicarius* :

Thanasimus formicarius (Linnaeus, 1758) était présent en Belgique, qui est une espèce très commune que l'on retrouve présente partout en Belgique (Lameere, 1900; Deledicque, 1996). *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828) (syn. *Thanasimus rufipes* (Brahm, 1797) a été découvert récemment et semble être présent dans toute l'écorégion de la Campine ainsi que dans d'autres localités (Stekene, Bertrix, Eupen, Yvoir et Gedinne). Dans l'écorégion de Campine, ce n'est pas le cas une espèce très rare mais il semble très difficile de la trouver à la main (Lameere, 1900 ; Deledicque, 1996).

Thanasimus formicarius mesure de 7 à 11 mm de long ; il présente un motif typique et bien connu. Il a une noire tête, antenne et pattes et une bande noire centrale à apicale sur les élytres. L'abdomen et la partie supérieure des élytres sont brun rougeâtre. Deux bandes blanches sont présentes sur les élytres, la bande blanche supérieure est au moins partiellement mais souvent complètement bordé par une bande noire sur le bord supérieur. *Thanasimus femoralis* est le plus petit neveu du *T. formicarius* et mesure 5,5 à 9,5 mm. La coloration de cette espèce ressemble fortement à celle de *T. formicarius* mais la bande blanche supérieure borde directement la partie supérieure brunâtre des élytres. La partie brune des élytres est également plus grande que chez *T. formicarius*.

De plus, les pattes sont brunes au lieu de noires, la face ventrale diffère nettement avec *T. formicarius* est orange avec des pattes noires fortement contrastées tandis que *T. femoralis* a un rouge brun dessous (méta- et mésosternum plus foncés à noirs) et pattes et

antenne marron non contrastées (Portevin, 1931 ; Freude et al., 1979 ; Gerstmeier, 1988, Doychev & Ovcharov, 2008).



Figure 40 : Vue dorsale de *Thanasimus formicarius*

Source : <https://flickr.com/photos/30703260@N08/28963038136>.

4.1.5. *Rhizophagus grandis* :

Suite à des introductions récentes, cette espèce indigène d'Europe et d'Asie largement répandue est désormais établie au Royaume-Uni, son utilisation comme agent de lutte biologique contre le scolyte *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) (le grand coléoptère de l'épinette) est bien établie et son établissement a été établi avec succès à la suite de mesures similaires. Introductions récentes en Belgique, en France, en Géorgie et en Turquie. La prédation plus ou moins spécifique du scolyte a été observée pour la première fois en Russie, où il est un ravageur de longue date de l'épicéa et de certains autres conifères ; Les peuplements d'épicéas anciens et établis sont rarement affectés par le scolyte, mais à mesure que de nouvelles plantations commerciales sont apparues et se sont propagées au nord et à l'ouest de l'Europe, le coléoptère a suivi, avec des effets souvent dévastateurs sur les jeunes arbres. *D. micans* est originaire de Sibérie, il s'est répandu en Europe au cours du 19^e siècle et son aire de répartition continue de s'étendre. Il a été découvert pour la première fois au Royaume-Uni en 1983 et est maintenant établi, bien que localement, dans le sud et le centre

de l'Angleterre et du Pays de Galles. Malgré sa présence locale, les adultes peuvent devenir très abondants dans les plantations de jeunes arbres si on les laisse se reproduire sur plusieurs générations. Une population de *Rhizophagus* a été obtenue en Belgique et testée en Angleterre en 1983 et 1984 et, suite à des résultats très prometteurs dans plusieurs pays, un programme de sélection massive et d'introduction sur le terrain a commencé au Royaume-Uni et se poursuit encore aujourd'hui. Les lâchers massifs sont désormais concentrés aux abords des zones d'infection connues et celles-ci sont étudiées chaque année. En 1988, il a été constaté qu'environ 70 % des couvées de scolytes étaient attaquées et aujourd'hui *Rhizophagus grandis* est établi dans la grande majorité des bois abritant le ravageur. Et on pense qu'il a atteint un niveau de prédation suffisant pour contrôler le ravageur et limiter considérablement les dégâts qu'il provoque. La dispersion naturelle des *Rhizophagus* est de l'ordre de plusieurs centaines de mètres mais ils peuvent détecter et trouver des proies sur plusieurs kilomètres, ils sont attirés par les signaux chimiques (monoterpènes oxygénés) émis par les infestations de *D. micans* et voleront sur de longues distances pour les trouver. Le *Rhizophage* adulte peut survivre pendant de longues périodes sous l'écorce ou dans le sol et est donc très efficace pour exploiter son hôte. Les rhizophages adultes font preuve d'un certain degré de soins parentaux envers leurs larves ; lorsqu'ils entrent dans l'écorce, ils en consomment des œufs de scolytes sont présents, mais si des larves sont également présentes, elles s'accoupleront et pondront parmi elles. Lorsque les larves émergeront, les adultes mordront et blesseront alors les larves de scolytes pour aider leurs jeunes larves à se nourrir. Les jeunes larves se regroupent parmi l'hôte, les creusent et les consomment complètement. À mesure qu'elles grandissent, elles sont capables d'attaquer et de tuer directement l'hôte ; ils passent rapidement par trois stades et entrent dans un stade prépupal qui quittera le bois, tombera au sol et se nymphosera dans une chambre souterraine. Des adultes de nouvelle génération émergeront et se disperseront localement ou, si de nouvelles infestations sont détectées, sur de plus longues distances. La valeur commerciale des conifères à croissance rapide signifie que *D. micans* est très susceptible de rester, mais de bonnes méthodes forestières, par ex. l'éclaircie des peuplements en supprimant les arbres les plus touchés et le fait que *Rhizophagus* peut persister et se reproduire à des populations de proies très faibles suggèrent que les effets ne deviendront pas trop graves sur le plan commercial (Grégoire, et al.1986).

À 4,5-5,5 mm, c'est la plus grande de nos espèces de *Rhizophagus*, et couplée à cette grande taille, une caractéristique déterminante est le deuxième interstice des élytres qui est

fortement élargi vers la base et contient des piqûres allongées disposées de manière plutôt aléatoire qui se poursuivent au-delà du milieu vers le sommet. Parmi notre faune, seul *R. depressus* (Fabricius, 1793) possède une deuxième strie élargie de la même manière (bien que moins fortement) et (bien que moins largement) perforée. Cette espèce est plus petite, 2,6 à 4,0 mm, et possède un pronotum carré à allongé qui est microsculpté isodiamétralement; chez *R. grandis*, le pronotum est légèrement transversal avec une microsculpture cellulaire allongée. Sa grande taille et sa coloration plutôt terne, entièrement brune, devraient rendre le *grandis* évident même sur le terrain.

Classification :

Super famille des Cucujoidea Latreille, 1802

Famille des Monotomidae Laporte, 1840

Sous famille des Rhizophaginae Redtenbacher, 1845

Genus: *Rhizophagus* Herbst, 1793



Ref. :230 265 –Photo : David Ignace (Belgique 5630)

Figure 41 : Vue dorsale de *Rhizophagus grandis*

4.1.6. Buprestidae sp.

Les coléoptères métalliques du bois (Coleoptera : Buprestidae) constituent un taxon diversifié et répandu, avec environ 12 000 à 15 000 espèces dans le monde, dont la plupart sont tropicales ou subtropicales (Bright 1987, Evans et al. 2007). Environ 700 espèces sont

indigènes d'Amérique du Nord (Bright, 1987). La plupart sont saproxyliques et leur développement dépend des arbres morts ou mourants (Grove 2002), mais certaines, y compris de nombreuses espèces du genre *Agrilus*, colonisent les arbres vivants (Bright 1987, Evans et al. 2007). Parmi les plus de 120 espèces d'*Agrilus* indigènes d'Amérique du Nord, quelques-unes ont causé une mortalité importante des arbres dans les forêts naturelles et urbaines d'Amérique du Nord. Foreur du châtaignier à deux lignes [*A. bilineatus* (Weber)] dans les forêts de chênes (*Quercus* spp) (Dunn et al. 1986) et les infestations d'agriles du peuplier (*A. liragus* Barter & Brown) dans les trembles (*Populus* spp) respectivement. Les larves de ces espèces construisent des galeries justes sous l'écorce pendant qu'elles se nourrissent, ce qui peut ceinturer et finalement tuer l'arbre.

4.1.7. *Eucinetus* :

Les Eucinetidae Lacordaire, 1857 constituent un groupe relativement petit parmi les coléoptères polyphages, composé de 10 genres existants et de moins de 60 espèces réparties dans le monde (Leschen 2016 ; Lawrence 2019). Longueur environ 1,9 mm, largeur 0,7 mm. Corps allongé-fusifforme, noir, dos légèrement convexe et recouvert de soies denses et courtes. (Du et al.,2020)

Tête relativement petite, subtriangulaire; marge postérieure presque tronquée. Yeux moyennement grands, saillants et finement facettés. Temple derrière les yeux moyennement longs ; angles postérieurs orthogonaux. Antennes étroitement insérées devant les yeux dans les fosses antennes. Antenne (11 segments, courte et ne s'étendant pas au-delà du bord postérieur du pronotum ; hampe relativement petite et plus longue que large ; pédicelle dilaté et nettement plus large que les segments adjacents ; antennomère 3 presque aussi long que les antennomères suivants ; antennomères 3–10 de plus en plus transversaux vers apex ; antennomère terminal plus grand avec un bord apical arrondi. Suture frontoclypéale absente ; labrum long, large et subrectangulaire, avec un bord apical presque droit. Palpe maxillaire à 4 segments ; premier segment très court ; palpomères 2 et 3 subégaux et cylindriques ; segment terminal le plus long, pas plus large que l'avant-dernier, et fusiforme en avant, avec un apex pointu. Labium avec un prémentum simple ; palpe labial à 3 segments ; palpomère terminal le plus grand et fusiforme, avec un apex allongé et pointu. (Du et al. 2020)

Pronotum transversal, le plus large en arrière ; marge antérieure largement arrondie, marges latérales progressivement élargies vers l'arrière et marges postérieures sinueuses ;

disque à microsculpture distincte, uniformément recouvert de soies denses et courtes. Prosternum très réduit avec une zone très étroite devant les procoxae ; processus prosternal étroit. Suture notosternale présente. Procoxae fortement transversales et saillantes, presque contiguës, et protrochantines exposées ; cavités procoxales largement ouvertes à l'extérieur.

Élytres allongés, environ 2,3 fois plus longs que larges, marges latérales progressivement rétrécies vers l'arrière, apex shar (Du et al ., 2020)

4.1.8. *Hylastes* sp.

Hylastes est un genre de charançons forestiers de la famille des Curculionidae, sous-famille des Scolytinae, dont les membres jouent un rôle crucial en tant que ravageurs forestiers. Ces insectes sont bien connus pour leur capacité à infester les arbres affaiblis ou endommagés, tant vivants qu'abattus, en creusant des galeries dans l'écorce pour y pondre leurs œufs. Les larves se développent ensuite en se nourrissant du bois, ce qui peut entraîner des dommages considérables aux arbres et des pertes économiques significatives pour l'industrie forestière. La gestion de ces ravageurs repose sur diverses stratégies, notamment la surveillance des populations à l'aide de pièges à phéromones, la mise en œuvre de pratiques de gestion forestière durable, et la prévention des facteurs de stress qui rendent les arbres vulnérables. (Lieutier et al 2004))

4.1.9. Staphylinidae sp.

Les Staphylinidae, communément appelés *staphylins* ou *staphylins*, forment une famille diversifiée de 300 000 espèces décrites à ce jour, et on estime qu'il en existe encore de nombreuses autres à découvrir (Yves Bousquet, 2012).

Les staphylins occupent une variété de niches écologiques et jouent un rôle essentiel dans la régulation des populations d'insectes nuisibles. Ils sont également des auxiliaires précieux dans l'agriculture, la foresterie et la lutte biologique. (Terry L. Erwin., 2007)

4.1.10. Coléoptères :

Les Coléoptères, forment un vaste ordre d'insectes caractérisés par leurs élytres durs et généralement protecteurs qui recouvrent leurs ailes antérieures. Ils sont incroyablement diversifiés, avec plus de 350 000 espèces décrites à ce jour, ce qui en fait l'ordre le plus grand et le plus varié du règne animal (Richard A et al ., 2009)

Les Coléoptères occupent une large gamme d'habitats terrestres et aquatiques, jouant des rôles écologiques variés, de la pollinisation à la décomposition des matières organiques. Leur adaptabilité et leur diversité les ont rendus indispensables dans les écosystèmes du monde entier. (Watkinson ., 1993)

4.1.11. Cerambycidae :

Les Cerambycidae, communément appelés longicornes ou capricornes, forment une vaste famille d'insectes coléoptères reconnue pour leurs antennes exceptionnellement longues et minces, qui peuvent être plus longues que leur propre corps. Avec plus de 35 000 espèces décrites à ce jour, ils constituent l'une des familles de coléoptères les plus diversifiées au monde. Ces insectes sont répartis dans une variété d'habitats, des forêts aux prairies en passant par les zones humides, et sont souvent associés à des environnements riches en bois. En tant que xylophages, ils jouent un rôle crucial dans le recyclage des nutriments en se nourrissant du bois en décomposition et parfois du bois vivant, ce qui en fait des acteurs clés dans les écosystèmes forestiers. Les Cerambycidae se distinguent également par leurs motifs colorés et diversifiés, ce qui les rend populaires auprès des collectionneurs et des entomologistes. Leur importance écologique en tant que décomposeurs du bois est incontestable, mais certains membres de cette famille peuvent causer des dommages économiques aux arbres, ce qui nécessite parfois des mesures de gestion pour les contrôler dans les zones touchées. (Qiao Wang., 2021)

4.1.12. Cucyidae :

Les Cucyidae sont également connus sous le nom de « cuckyies ». Ils appartiennent à l'ordre des Coleoptera et sont caractérisés par leur apparence générale de scarabée. Cependant, ils se distinguent par des antennes plus longues et fines que celles de la plupart des scarabées.

Les Cucyidae sont généralement de taille moyenne à grande, et ils peuvent être trouvés dans divers habitats, notamment les prairies, les forêts et les zones humides. Ils jouent un rôle écologique en tant que décomposeurs, se nourrissant de matière végétale en décomposition et d'autres matières organiques. (Richard A et al.,2009)

4.2. Ordre Collembola :

4.2.1. Collemboles :

Les collemboles, communément appelés collemboles, sont un ancien groupe d'hexapodes primitivement sans ailes et représentent la première radiation substantielle du groupe après l'invasion des terres. Au cours de leur longue histoire évolutive, les collemboles se sont adaptés à presque tous les écosystèmes sur Terre, des zones libres de glace de l'Antarctique aux hautes terres de l'Himalaya et aux déserts australiens, vivant dans le sol, dans la litière de feuilles ou sur la végétation (Yoshii et al., 1966, Wise.,1967, Hopkin.,1997). Avec 9 000 espèces décrites, elles constituent une composante importante de la biodiversité des sols, et des données récentes suggèrent que l'estimation actuelle de 50 000 espèces non décrites pourrait, en fait, être largement sous-estimée (Cicconardi et al.2013).

4.3. Ordre Diptera :

4.3.1. Diptera sp.

Les Diptera sont l'un des ordres d'insectes les plus importants et les plus diversifiés, à la fois en ra remplacée par une paire d'organes nommés haltères ou balanciers (Gérard D et al., 2017)

Ils occupent une variété d'habitats allant des écosystèmes terrestres aux milieux aquatiques, et jouent des rôles écologiques majeurs, notamment en tant que pollinisateurs, décomposeurs et prédateurs. (Oosterbroek P ., 2006)

4.4. Ordre Hymenoptera :

4.4.1. Hymenoptera sp.

Les hyménoptères se caractérisent par des ailes membraneuses, des métamorphoses complètes, et une grande diversité de comportements sociaux, allant de la vie solitaire à des colonies complexes. Les Hyménoptères jouent un rôle crucial dans les écosystèmes en tant que pollinisateurs de nombreuses plantes, contribuant ainsi à la reproduction de nombreuses espèces végétales. Ils sont également des prédateurs et des parasitoïdes importants d'autres insectes (Hölldobler B & Wilson, E. O.,1990).

4.5. Ordre Hemiptera :

4.5.1 Cochenille :

Les cochenilles, un groupe d'insectes de l'ordre des *Homoptères*, sont largement reconnues pour leurs propriétés ornementales. Ils se nourrissent en suçant la sève des plantes, affaiblissant ainsi leur croissance et leur vitalité. Les cochenilles sont également connues pour leur production de sécrétions sucrées, appelées miellat, qui peuvent entraîner la croissance de moisissures noires, appelées fumagine, sur les feuilles des plantes infestées. (Guenther, E., 1974)

4.5.2. Hemiptera sp.

Les hemiptera se distinguent par leurs ailes partiellement membraneuses et leur appareil buccal adapté à la succion. Ils comprennent une grande diversité de formes et d'écologies, allant des punaises prédatrices aux piqueurs-suceurs qui se nourrissent de la sève des plantes. (Southwood, T. R. E., & Leston, D., 1959).

La capacité des Hemiptera à se nourrir de liquides, qu'ils soient d'origine végétale ou animale, a conduit à une gamme incroyablement variée de modes de vie et d'adaptations. Ces insectes jouent un rôle écologique essentiel dans la régulation des populations d'organismes qu'ils consomment, et certains sont des vecteurs de maladies importantes. (Schuh, R. T., & Slater, J. A., 1995)

4.6. Ordre Arachnida :

4.6.1. Gnaphosidae sp.

Les Gnaphosidae sont une famille d'araignées aranéomorphes qui font partie de l'ordre des Araneae. Les Gnaphosidae sont connus pour leur agilité et leur rapidité, ce qui en fait d'excellents chasseurs nocturnes. Ils sont répandus dans le monde entier et se trouvent dans une variété d'habitats, des zones forestières aux déserts. Malgré leur ubiquité, ils restent relativement peu étudiés par rapport à d'autres familles d'araignées. (Platnick, N. I., 2021)

4.6.2. Salticidae sp.

Les Salticidae, également connues sous le nom d'araignées sauteuses, constituent une famille d'araignées aranéomorphes reconnues pour leur agilité et leur capacité à sauter pour chasser leurs proies (Maddison, W. P., 2015).

Ces araignées sont parmi les plus visuellement impressionnantes du règne animal en raison de leurs couleurs vives et de leurs motifs complexes. Les Salticidae ont de grands yeux frontaux qui leur confèrent une vision exceptionnelle, ce qui les aide à traquer et à

sauter sur leurs proies avec une grande précision. Elles sont présentes dans une grande variété d'habitats, allant des forêts aux zones urbaines. Les araignées sauteuses sont également un groupe d'étude privilégié pour la recherche en comportement animal, en raison de leur comportement de chasse complexe et de leurs interactions sociales. (Foelix, R. F., 2011).

4.6.3. *Gonatium* sp.

Les membres genre *Gonatium* ont une longueur totale de 2,0 à 3,7 mm, avec une longueur du céphalothorax de 1,0 à 1,4 mm. Le *céphalothorax* et les pattes sont d'un orange vif à rouge orangé, et l'abdomen est parfois aussi de couleur rougeâtre, mais ces couleurs peuvent s'estomper dans l'alcool. Chez le mâle, la carapace est relevée à l'avant, mais il n'y a pas de lobe ; les mâles de certaines espèces ont de courtes rainures partant des yeux latéraux. Chez les deux sexes, les rangées sur les bords latéraux des chélicères sont très faibles. L'abdomen est plutôt globuleux, sans scutum mais avec 4 points enfoncés dorsalement. (Bull.Br. arachnol. Soc.,1981)

4.6.4. *Pelecopsis* sp.

Les *Pelecopsis* sont des Araignées érigonines de petite à moyenne taille. La partie céphalique du céphalothorax des mâles présente une élévation antéro-dorsale, portant les yeux médians postérieurs, rarement aussi avec une élévation antérieure ; les sillons postoculaires sont présents, souvent avec une fossette supplémentaire ; la partie thoracique des deux sexes présente des lignes rayonnantes de piqures enfoncées, rarement absentes, dans le groupe bucephala, chacune avec un poil. Le sternum présente des piqures dispersées, séparant postérieurement les coxae IV d'une distance égale, légèrement supérieure ou inférieure au diamètre des coxae IV. Les chélicères présentent à peine des crêtes stridulantes visibles. (Bull. Br. arachnol. Soc.,1992)

4.6.5. *Pseudoscorpion* sp.

Les pseudoscorpions sont des espèces appartenant à la classe des arachnides, sont souvent méconnus malgré leur ubiquité dans les environnements terrestres ("Pseudoscorpions" de Mark S. Harvey (2003)). Ces minuscules arachnides, généralement d'une taille allant de quelques millimètres à quelques centimètres, se distinguent par leurs pinces à pinces redoutablement petites mais fonctionnelles, qui rappellent celles des vrais

scorpions, mais à une échelle miniature. Ils sont principalement prédateurs, se nourrissant de proies plus petites, telles que les acariens et les coléoptères, ce qui en fait des acteurs essentiels dans la régulation des populations d'invertébrés. Les pseudoscorpions ont suscité l'intérêt des chercheurs en raison de leurs comportements sociaux, de leur dispersion à l'échelle mondiale et de leur capacité à coloniser divers microhabitats (William B. Muchmore.,1982)

4.6.6. Araignée juvénile :

Les araignées juvéniles, souvent méconnues par rapport à leurs homologues adultes, jouent un rôle essentiel dans la dynamique des populations et l'écologie des *arachnides*. Leur développement passe par des stades juvéniles successifs, caractérisés par des mues répétées et des changements morphologiques significatifs. Les araignées juvéniles peuvent différer considérablement de leurs parents en termes de couleur, de motif et de comportement, ce qui peut avoir des implications majeures en termes de camouflage et de survie (Rainer F. Foelix ., 2011).) Leur petite taille et leur vulnérabilité les rendent souvent proies d'autres prédateurs, mais elles ont également développé des mécanismes de défense ingénieux. (Wolfgang Nentwig, 2013)

Discussion :

La faune entomologique rencontrée au cours de ce travail a révélé la présence d'espèces antagonistes, utiles dans la lutte biologique contre les insectes xylophages nuisibles, elles limitaient les attaques et les forêts étaient en bonne santé. Avec les perturbations, entre autres de sécheresse, les populations des scolytes, ont augmenté d'une manière exponentielle de telle sorte qu'elles sont devenues incontrôlables par les ennemis naturels.

Cette étude est une suite d'une même étude réalisée l'année dernière (Maidi et Rachedi, 2022), c'est dans le cadre du protocole de suivi permanent des dépérissements dans les pinèdes de l'Atlas saharien, au niveau de l'I.N.R.F.

Les principaux facteurs induisant le dépérissement des forêts sont les attaques d'insectes xylophages, qui passent d'un état endémique à un état épidémique, ce passage d'état est dû aux changements climatiques ; sécheresse et élévation de la température. Nous avons remarqué que les moyennes de températures maximales et minimales de ces dernière 30 années, ont significativement augmenté, également les précipitations ont diminué. Dans le climagramme d'Emberger ; la région de Djelfa est passé de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid à l'étage semi-aride frais. Ceci a rendu les arbres affaiblis et donc plus accessibles aux attaques des insectes xylophages. Ajouté à cela, la gestion forestière par un assainissement régulier, qui manquent, sont des facteurs aggravants.

Conclusion

Conclusion :

Le dépérissement des arbres forestiers est un processus complexe dont les causes possibles sont très diverses, impliquant souvent des sécheresses. Le dépérissement des forêts s'apprécie généralement par deux symptômes : la défoliation et le jaunissement du feuillage. Par ce travail nous avons comme objectif d'identifier les Scolytes et la faune qui leur est associée, dans un objectif de trouver les ennemis naturels de ces ravageurs et éventuellement faire des tentatives d'élevage au laboratoire pour des lâchers sur le terrain. Cette lutte biologique réduirait les populations des Scolytes avec des conditions météorologiques favorables les pinèdes se comporteraient mieux.

La méthode que nous avons utilisée consiste en l'abattage d'arbres attaqués, reconnus par un feuillage décoloré, la présence de trous de pénétration et l'écoulement de résine au niveau des troncs. L'arbre abattu est coupé en rondins transportés au laboratoire où certains sont écorcés régulièrement et les autres mis en éclosiers. La récolte de tous les individus présents est triée et les différentes espèces sont identifiées.

Cet inventaire a révélé la présence de 24 espèces appartenant à 6 ordres différents. Dont *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus* qui sont les deux espèces principales de scolytes. Leur effectif a atteint 2582 individus, les différents stades sont présents larves, nymphes, jeunes adultes. En plus grand nombre le stade L4 et Nymphe.

Les espèces *Aulonium ruficorne*. et *Rhizophagus* sp. sont connues comme des ennemis naturels des scolytes, nous en avons trouvé en effectifs assez important (116 et 268). Des tentatives d'élevage de ces dernières sont réalisées au laboratoire afin de les utiliser, éventuellement, dans une lutte biologique contre les scolytes. Les résultats ont montré que la mise en contact d'*Aulonium ruficorne* et *Thanasimus formicarius* avec *Tomicus destruens* dans les rondins au laboratoire réduit l'effectif de ce dernier. Ceci nous ouvre des perspectives de poursuite de ces recherches afin de procéder à des lâchers de ces parasitoïdes sur le terrain, la lutte biologique est une alternative saine et plus écologique que l'abattage des arbres.

Cette étude a permis de confirmer la mesure de prévention et de lutte préconisées pour lutter contre *T. destruens*. Pour maintenir les populations en endémie, il faut évacuer et broyer les rémanents hors forêt car ils attirent les insectes via les composés volatils émis (terpènes principalement), et même lorsque la densité d'arbres est faible, car l'insecte profite des quelques arbres tombés sous l'effet du vent ou des arbres affaiblis pour se reproduire et conserver un niveau de population évitant l'extinction locale (Wermelinger 2004). En effet, en dehors des événements d'immigration à l'intérieur d'une parcelle, la stratégie de dispersion

Conclusion

associée aux attaques dans les pousses accroît la probabilité de trouver à proximité immédiate de nouveaux sites de reproduction potentiels, même rares.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. Ammari Y., Sghaier T., Khaldi A., Garchi S. (2001) ., Productivité du pin d'Alep en Tunisie: Table de Production .*Annales de L'INGREF N° Spécial*, pp. 239-246.
2. Amraoui, S. (2011) ., Structure des communautés de scarabaeoides coprophages dans différents écosystèmes pâturés en zone steppique (Djelfa)(p. 55).
3. Atmani N et Masmoudi M. (2008)., Etude de l'impact de *Bacillus thuringiensis Kurstaki* dans la lutte de la chenille processionnaire du Pin d'Alep "*Thaumetopoea pityocampa Schiff* " au niveau de la forêt domaniale de Beni Oudjana (khenchela), mémoire d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement, uni-batna, 47p.
4. B.N.E.D.E.R. (2022)., *Amélioration de résilience climatique dans les steppes et les zones déforêts sèches du barrage vert Algérien*.
5. B.N.E.F. (1983)., *Résultats de l'inventaire par série forêt domaniale du Sénalba Chergui(Wilaya de Djelfa)* (p. 213).
6. Balachowsky A.S., (1949) ., *Faune de France, Coléoptères Scolytidae*, Vol.50., Ed Lechevalier, Paris 320 p
7. Balay, S., N., Karaşahin, İ., Avcı, M., (2013)., "Direction de la gestion forestière de Balıkesir Pin rouge Jardinier des forêts méditerranéennes [*Tomicus destruens* (Wollaston) (Col., Curculionidae)]'s Life Cycle", Ege Forestry Research Institute Directorate, Project No : 15.4408, Izmir.
8. Barbault, T. R. (1992) ., *Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution*. Masson ed., Paris, 273p.
9. Bouyon, H. (2023) ., MNHN & OFB (Ed).2003-2023 Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) ohttps://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/12965/tab/fiche
10. Bright D.E. (1987)., The metallic wood-boring beetles of Canada and Alaska: Coleoptera: Buprestidae, insects and arachnids of Canada Handbook Series 15: 255–256 Canada Communication Group-Publishing, Ottawa, Canada
11. Brochiero F., Chandioix O., Ripert C., Vennetier M. (1999)., Autécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Forêt méditerranéenne, 20(2):215-224.
12. Bull. Br. arachnol. Soc.,(1992) ., 9 (3), 65-85 65 Studies on North African Linyphiidae VI. The genera *Pelecopsis* Simon, *Trichopterna* Kulczynski and *Ouedia* gen. n. (Araneae: Linyphiidae) Robert Bosnians Laboratorium voor Ecologie, Zoogeografie en Natuurbehoud, Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent, Belgium and Ourida Abrous Laboratoire d'Entomologie, Institut des Sciences de la Nature,

- Universite des Sciences et de la Technologic H. Boumedienne, B.P. 39, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algeria)
13. Bull.Br.arachnol.Soc. (1981)., 5 (6), 253-277 253 A revision of the genus *Gonatium* (Araneae: Linyphiidae A. F. Millidge)
 14. Carle, P., (1974)., “Mise en évidence d’une attraction secondaire d’origine sexuelle chez *Blastophagus destruens* Woll.(Col. Scolytidae)”, Ann. Zool. Ecol. Anim, 6, 539-550.
 15. Chakali, G., "L'Hylésine des Pins, *Tomicus destruens* Wollaston 1865 (Coleoptera Scolytidae) en Zone Semi-Aride (Algerie)", Silva Lusitana 13, 113-124 (2005).
 16. Chanrion, P. et Davesne, A. (1992)., *La valorisation des produits connexes du bois*. Paris: CTBA.
 17. Cicconardi, F.; Fanciulli, P.P.; Emerson, B.C.(2013)., Collembola, the biological species concept and the underestimation of global species richness. Mol. Ecol. 2013, 22, 5382–5396. [*Google Scholar*] [*CrossRef*] [*PubMed*]
 18. Daget, J. (1976)., Les modèles mathématiques en Ecologie. Masson ed. Paris : 172p
 19. Dajoz R (1998)., Les insectes et la forêt-rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier
 20. Denizli, T, (2019)., *Tomicus destruens* Woll. hôte préféré pinus brutia ten. étude de l'effet de la contenu en feuilles et en bois des aiguilles, institut des sciences naturelles de l'université de pamukkale,42 p.
 21. Djaballah, F. (2008)., *Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation» sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa* , THESE de Magister , UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA, 141 p.
 22. Dpta. (2003)., *Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de L'Aménagement du Territoire (DPTA)* (pp. 6–22).
 23. Du X , Slipinski A , Liu Z , (2020) .,Description of a new species of Eucinetidae (Coleoptera, Scirtoidea) from Cretaceous Burmese amber. Zookeys, 02 Nov 2020, 982:1-9 <https://doi.org/10.3897/zookeys.982.39335> PMID: 33239953 PMCID: PMC7652811
 24. Dunn J.P.Kimmerer T.W. NordinG.L.(1986). ,The role of host tree condition in attack of white oaks by the twolined chestnut borer, *Agilus bilineatus* (Weber)(Coleoptera: Buprestidae). Oecologia. 70: 596–600.

25. Durand-Gillmann, M. (2014)., *Interactions hôtes-parasites en écosystèmes forestiers contrastés : le cas des scolytes (Coleoptera : Curculionidae) en région méditerranéenne To cite this version*. Biodiversité et Ecologie. Aix Marseille Université,
26. Econex. (2018)., Catalogue econex de produits et services contre les ravageurs forestiers,ED Econex, Murcia (Espania) , 94 p.
27. Evans H.F.Moraal L.G Pajares J.A.(2007). ,Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae, pp. 447–474In. LieutierF.DayK.R. BattistiA.Grégoire J.C. Evans H.F.Bark and wood-boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Springer, Dordrecht, the Netherlands
28. Faccoli, M. (2007)., "Breeding performance and longevity of *Tomicus destruens* on sur des espèces de pins méditerranéens et continentaux", *Entomologia experimentalis et applicata*, 123, 263-269.
29. Foelix, R. F. (2011)., *Biology of Spiders*. Oxford University Press.)
30. Forey P. G., Kirk-Spriggs A. J., et Watkinson R. A. (1993).,"The Diversity and Conservation of Beetles")
31. Gérard Duvallet, Didier Fontenille, (2017).,Vincent Robert Titre du livre : Entomologie Médicale et Vétérinaire
32. Grall J. et Hily C., (2003)., *Traitement des données stationnelles (faune)*. Rebenet. Rennes : Ifremer : 76 p.
33. Grégoire Jean-Claude, J. Merlin, R. Jaffuel, Ph. Denis, P. Lafont, et al.(1986). ,Elevage à petite et moyenne échelle du prédateur *Rhizophagus grandis* Gyll. en vue de la lutte biologique contre *Dendroctonus micans* Kug.. *Revue forestière française*, 1986, 38 (5), pp.457-464. ff10.4267/2042/25676ff. ffhal-03424834
34. Grove S.J.(2002)., *Saproxyllic insect ecology and the sustainable management of forests*. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 1–23
35. Guenther, E. (1974)., *Biology of the Cochineal Insect, Dactylopius coccus*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.)
36. Haffane M. (1982)., *Contribution à l'étude du comportement de *Pinus halepensis* dans les reboisements de Zoumi Mokrissat*. Mémoire 3 cycle, I.A.V. Hassan II, Rabat.
37. Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990)., *Social Insects: An Evolutionary Approach to Castes and Reproduction*. Springer)

38. Hopkin, S.P., (1997)., *Biology of the Springtails: (Insecta: Collembola)*; OUP Oxford: Oxford, UK, 1997; pp. 1–330. ISBN 978-0-19-158925-6. [*Google Scholar*]
39. Horn Agnès,(2006)., comparaison des distributions passées et présentes de deux espèces proches de scolytes, *Tomicus piniperda* et *T. destruens* (Coleoptera : Scolytinae), thèse, université d'orléans, 183 p.
40. infoclimat, (2023) ., <https://www.infoclimat.fr/>, (page consulté le 15/08/2023)
41. Julve P,(2021). Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France, 4p.
42. Kadik B. (1987)., Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) En Algérie: Ecologie, dendrométrie, morphologie. Ed. OPU. Alger., 581p.
43. Kirisits T. (2004)., Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoidfungi. In: Lieutier F., Day K. R., Battisti A. et al. (eds) Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer, Dordrecht, pp. 181-235.
44. Kirisits, T.(2004)., Fungal Associates of European Bark Beetles With Special Emphasis on the Ophiostomatoid Fungi. Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, 181–236. doi:10.1007/978-1-4020-2241-8_10
45. Kirkendall, L. R. (2008). , "Description du foreur des pousses du Yunnan, *Tomicus yunnanensis* Kirkendall & Faccoli sp. n.(Curculionidae, Scolytinae), un coléoptère des pousses du pin inhabituellement agressif du sud de la Chine, avec une clé des espèces de *Tomicus*", *Zootaxa*, 1819, 25-39.
46. Lacordaire, (1857)., In: Beutel RG, Leschen RAB. (Eds) Handbook of Zoology, Vol.IV,
47. Lawrence JF. (2019)., new species of *Eucinetus* and *Noteucinetus* from Australia (Coleoptera: Scirtoidea: Eucinetidae). *Zootaxa* 4668(2): 151–182. 10.11646/zootaxa.4668.2.1
48. Legendre, L . & Legendre, P. (1979)., *Ecologie numérique. I. Le traitement multiple des données écologiques : II. Lastructure des données écologiques.* Masson ed. Masson ed. Paris : 197p et 247p.
49. Leschen RAB. (2016)., *Eucinetidae* Arthropoda: Insecta. Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim), Second Edition. Walter De Gruyter, Berlin/Boston, 206–210.

50. Li, X., Zhang, Z., Wang, H., Wu, W., Cao, P., Zhang, P., (2010). "*Tomicus armandii* Li & Zhang (Curculionidae, Scolytinae), a new pine shoot borer from China", *Zootaxa*, 2572, 57-64,
51. Lieutier F (2004)., "Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis".
52. Lieutier F., Mendel Z., Faccoli M. (2016) „Bark beetles of Mediterranean conifers. In: Lieutier F., Paine T.D. (eds) *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham, pp. 105-197.
53. Lieutier, F., & LEVIEUX, J. (1985). „Les relations conifères-scolytides : importance et perspectives de recherches. *Annales Des Sciences Forestières*, 42(4), 359–370. <https://doi.org/10.1051/forest:19850401>.
54. Lieutier, F., Långström, B., Faccoli, M., (2015)., "The Genus *Tomicus*", (eds : F. E. Vega, R. W. Hofstetter), *Bark Beetles, Biology and Ecology of Native and Invasive Species*, Academic Press : Elsevier, 371-426.
55. Linné, C., (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, Tomus 1, 10, Holmiae, p. 563.
56. Maddison, W. P. (2015)., *Jumping Spiders of the World*. Wayne P. Maddison)
57. Mcdowell N.G., Beerling D.J., Breshears D.D., Fisher R.A., Raffa K.F. and Stitt M. (2013)., The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 523–532
58. Mend el Z., Opatowski D. (1997) „Eff ect of pine stand thinning on bark beetle and natural enemy population dynamic in Isarel. Unpublished report, Forest Department, KKL, Estaol, pp. 1-76.
59. Mendel, Z. (1987). “Major pests of man-made forests in Israel: origin, biology, damage and control”, *Phytoparasitica*, 15, 131-137.
60. Mezerai D.J.(2014)., *Ecologie du pin d’Alep (Pinus halepensis) dans la région du Tlemcen*, mémoire, master en biologie, univ. Tlemcen, 85 p.
61. Nahal I. (1962)., *Le pin d’Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique etsylvicole*. *Annales de l’écologie Nationale des Eaux et Forêts* 19 (4) : 533-627.
62. Nanni, C., Tiberi, R., (1997)., “*Tomicus destruens* (Wollaston): biology and behaviour in Central Italy”, *Proceeding Interating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests*. USDA Forest Service General Technical Report NE236, 131-134.

63. Oosterbroek P. T. (2006)., Diptera: The True Flies")
64. Panetsos C.K.P. (1980)., Monograph of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten., Annales Forestales, vol. 9, no 2, pp. 39-77, Zagreb.
65. Peverieri, G. S., Faggi, M., Marziali, L., Tiberi, R., (2008)., "Life cycle of *Tomicus destruens* in a pine forest of central Italy", Bulletin of Insectology, 61, 337-342.
66. Pfeffer, A., (1995)., Scolytes et scolytes du Paléarctique central et occidental. Les coléoptères : Scolytidae, Platypodidae, Pro Entomologia, Musée d'histoire naturelle, Bâle, Suisse.
67. Platnick, N. I. (Ed.). (2021)., The World Spider Catalog, Version 22.0. American Museum of Natural History. Disponible en ligne : <https://wsc.nmbe.ch/>)
68. Podoler H., Mendel Z., Livne H. (1990)., Studies on the biology of a bark beetle predator, *Aulonium ruficorne* (Coleoptera: Colydiidae). Environmental Entomology 19: 1010-1016.
69. Pouget, M. (1980)., *SOL-VEGETATION dans les steppes sud-algéroises*.
70. Prévosto C., (2013)., Le pin d'Alep en France. Ed. Quae. Paris : 160 p.
71. Qiao Wang ., (2021)., "Cerambycidae of the World: Biology and Pest Management"
72. Quezel P. (1986)., Les pins du groupe « *halepensis* ». Ecologie, végétation, Ecophysiologie. CIHEAM- Option méditerranéenne, 86 (1): 11-23.
73. Quezel P., (1986)., Les pins du groupe « *halepensis* » : Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 11-24.
74. Quezel P., Barbero M.(1992)., Le pin d'Alep et les essences voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne, 8(3):158-170.
75. Rainer F. Foelix (2011) ., "The Biology of Spiders"
76. Ramade F.(2008)., Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod, Paris, ISBN 978-2-10-053670-2. 465pp.
77. Ramade F., (1984)., Elément d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Me Graw-Hill, Paris, 397 p.
78. Richard A. B. Leschen et Rolf G. Beutel (2009)., "Biology of the Coleoptera"
79. Richard A. B. Leschen et Rolf G. Beutel (2009)., "Biology of the Coleoptera"
80. Roberts, M. J. (2009). , Guide des araignées de France et d'Europe. In *Techniques*.
81. Romón P., Zhou X., Iturrondobeitia JC. et al. (2007)., *Ophiostoma* species (Ascomycetes: Ophiostomatales) associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytinae)

- colonizing *Pinus radiata* in Northern Spain. *Canadian Journal of Microbiology* 53: 756-767.
82. Romón, P.; Iturrondobeitia, J. C.; Gibson, K.; Lindgren, B. S.; Goldarazena, A. (2007)., *Quantitative Association of Bark Beetles with Pitch Canker Fungus and Effects of Verbenone on Their Semiochemical Communication in Monterey Pine Forests in Northern Spain. Environmental Entomology*, 36(4), 743–750. doi:10.1093/ee/36.4.743
83. Sarikaya, O., Avci, M., (2009)., “Predators of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) species of the coniferous forests in the Western Mediterranean Region, Turkey”, *Türk. Entomol. Derg.*, 33(4), 253-264.
84. Schuh, R. T., & Slater, J. A. (1995)., *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera)*. Cornell University Press)
85. Selmi, E., (1998). *Türkiye kabuk böcekleri ve savaşı*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın, 4042.
86. Southwood, T. R. E., & Leston, D. (1959)., *Hemiptera: Heteroptera (Handbooks for the Identification of British Insects)*. Royal Entomological Society of London)
87. Stergulc, F., (2002)., “Studio sulle condizioni fitosanitarie della pineta di Valle Vecchia (Caorle, VE). Proposte per interventi di controllo del blastofago dei pini (*Tomicus destruens* Wollaston) e del marciume radicale da *Heterobasidion annosum* (Fr.)”, *Bref. Veneto Agricoltura, Settore Ricerca e Sperimentazione Forestale e Fuori Foresta*. Padova, 31.
88. Terry L. Erwin (2007)., *A Natural History of the Ground-Beetles (Coleoptera: Carabidae) of America North of Mexico*"
89. Wermelinger, B. (2004)., *Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus: a review of recent research* . In *Forest Ecology and Management* 202, p. 67 - 82.
90. William B. Muchmore (1982)., ("Biology of Pseudoscorpions")
91. Wise, K.A.J. (1997)., *Collembola (Springtails)*. In *Entomology of Antarctica; Antarctic Research Series; American Geophysical Union (AGU): Washington, DC, USA, 1967; Volume 10, pp. 123–148. ISBN 978-1-118-66869-6. [Google Scholar]*
92. Wolfgang Nentwig (2013) ., "Spider Ecophysiology
93. Wollaston, T.V.(1857)., *Catalogue of the coleopterous insects of Madeira in the collection of the British Museum*. British Museum, London. xvi + 234 pp.

94. Wollaston, T.V., (1865)., *Coleoptera Atlantidum, Being an Enumeration of the Coleopterous Insects of the Madeiras, Salvages, and Canaries*, Voorst, London.
95. Yoshii, R. *Collembola of Himalaya*. J. Coll. Arts Sci. Chiba Univ. (1966)., 4, 461–531. [*Google Scholar*] (Yoshii et al .,1966, Wise.,1967, Hopkin .,1997) (Cicconardi et al .,2013)
96. Yüksek lisans tezi,(2019).,tomicus détruit woll. Préférence de l'hôte pinus brutia ten. Enquête sur l'effet de la contenu des feuilles d'aiguilles et du bois, université de pamukkale, 55 p.
97. Yves Bousquet (2012) .,Staphylinidae: Biology, Classification and Behaviour")
98. Zavala MA et Zea E (2004)., Mechanisms maintaining biodiversity in Mediterranean pine-oak forests: insights from a spatial simulation model. *Plant Ecology* ,171, pp. 197-207.

Annexes

Annexes

Tableau 1 : Récapitulatif des données quantitatives et calculs de S Sm et indice de Shannon Weaver (échantillon Sénalba Chergui).

Coleoptera		Curculionidae					Données	
Nymphes <i>Tomicus destruens</i>	Larves <i>Tomicus destruens</i>	Surface latérale (cm ²)	Circonférence (cm)	Longueur (cm)	Rondin	Dates		
0	0	6721	143	47	1	08/08/2023		
12	5	4920	102.5	48	2	10/05/2023		
17	12	5136	107	48	3	09/05/2023		
0	0	5800	116	50	4	13/08/2023		
0	0	5500	110	50	5	15/08/2023		
9	2	4900	98	50	6	08/05/2023		
0	0	4462	97	46	7	07/08/2023		
6	1	4128	91.7	45	8	16/04/2023		
148	33	4080	85	48	9	11/04/2023		
246	39	3724	76	49	10	12/02/2023		
0	361	3696	77	48	11	06/02/2023		
0	255	3456	72	48	12	07/02/2023		
0	230	3936	82	48	13	08/02/2023		
438	930					sommes		
33.6923076923	72.1538461538					moy		
5684.397435	15279.14103					Var		
168.7149924	211.7578181					id		
12.7473806752	27.299185099					AR		
6	9					na		
46.15384615	62.23076923					Fo%		
accessoires	régulières					constance		

Linyphiidae		Arachnida			Hemiptera		Hymenopter		Diptera	
	Gonatum sp	Salticidae sp	Gnaphosidae sp	Hemiptera sp	Cochénille	Hymenoptera sp I	Diptera sp			
1	0	0	0	0	0	0	0			0
0	2	0	0	1	0	0	0			0
2	1	0	3	0	0	0	0			0
4	0	1	4	0	0	1	0			0
3	0	0	1	0	0	0	0			0
0	1	0	0	0	0	0	0			0
2	0	0	0	0	0	0	1			1
1	0	0	1	0	0	0	0			0
1	0	1	2	0	0	0	0			0
0	0	0	0	0	0	0	0			0
0	0	0	0	0	0	0	0			0
0	0	0	0	0	0	0	0			0
1	0	0	0	0	1	0	0			0
14	4	2	11	1	1	1	1			1
1.0769230769	0.3076923077	0.1538461538	0.8461538462	0.076923076	0.076923076	0.076923076	0.076923076			0.0769230769
1.551775148	0.397435897	0.141025641	1.807692305	0.076923076	0.076923076	0.076923076	0.076923076			0.076923076
1.440934067	1.2916667	0.916666672	2.136363633	1	1	1	1			1
0.4074505239	0.1164144354	0.0582072177	0.3201396973	0.029103608	0.029103608	0.029103608	0.029103608			0.0291036088
8	3	2	5	1	1	1	1			1
61.53846154	23.07692308	15.38461538	38.4615384	7.692307692	7.692307692	7.692307692	7.692307692			7.692307692
régulières	accessoires	accessoires	accessoires	rares	accessoires	accessoires	accessoires			accessoires

Chernetidae		
Araignée juvénile	Pseudoscorpion sp	<i>Thyphlocrestus</i> sp
2	5	0
0	3	1
0	4	0
3	13	0
1	17	0
0	5	1
0	7	0
0	9	0
0	6	0
0	2	0
0	0	0
0	4	0
0	1	0
6	76	2
0.4615384615	5.846153846	0.1538461538
0.935897436	22.97435889	0.141025641
2.027777782	3.929824562	0.9166666672
0.1746216531	2.211874272	0.0582072177
3	12	2
23.07692308	92.30769231	15.38461538
accessoires	constantes	accessoires

Calcul :

H'	H Max	Rodin
0.0581395422	2501	1
0.1070363554	316184	2
0.1463669497	16184	3
0.1107649835	0012	4
0.1216218268	999	5
0.1748904347	094	6
0.10197247	594	7
0.2007794	8094	8
0.435517377	25005	9
0.4507506844	3.1699250012	10
0.406583016	2.584962501	11
0.370186730	2.507354922	12
0.443956216	2.999999999	13

Annexes

E	0.02249415	0.03094045	0.04230954	0.03494246	0.04054061	0.052647267	0.039448337	0.060440627	0.1214845	0.142196009	0.15728778	0.13186317	0.147985405	
N	29	64	98	67	76	126	60	154	587	637	505	419	614	3436

qi=ni/N	Ln qi	Ln qi²	Qi*ln qi²
0.0084400466	-4.77476745	-6.888533319	-0.058139542
0.0186263097	-3.983180198	-5.746514318	-0.107036355
0.0285215367	-3.557095803	-5.131804475	-0.1463669497
0.0194994167	-3.937370665	-5.680425132	-0.1107649835
0.0221187427	-3.811329944	-5.498586809	-0.1216218267
0.0366705471	-3.305781378	-4.769234399	-0.1748904347
0.0174621653	-4.047718721	-5.839623726	-0.1019724748
0.0448195576	-3.105110681	-4.479727781	-0.2007794173
0.1708381839	-1.767038464	-2.549297628	-0.435517377
0.1853899884	-1.685293627	-2.431364756	-0.45057506844
0.1469732247	-1.917504854	-2.766374743	-0.4065840167
0.1219441211	-2.104192363	-3.035707887	-0.3701867302
0.1786961583	-1.722068355	-2.484419476	-0.4439562159
			-3.128566009

Annexes

Tableau 2 : Les mesures longueur, circonférence, surface latérale et le dénombrement des galeries et trous de sortie de *Tomicus destruens*

Rondin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Tot
Dates	08/0	10/0	09/0	13/0	15/0	08/0	07/0	16/0	11/0	12/0	06/0	07/0	08/0	
	8/20	5/20	5/20	8/20	8/20	5/20	8/20	4/20	4/20	2/20	2/20	2/20	2/20	
	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
Donnes														
Longueur (cm)	47	48	48	50	50	50	46	45	48	49	48	48	48	625
Circonférence	143	102.5	107	116	110	98	97	91.7	85	76	77	72	82	
Surface latérale (cm ²)	7621	4920	5136	5800	5500	4900	4462	4128	4080	3724	3696	3456	3936	
Nombre de trou	43	48	51	55	69	110	119	98	94	76	52	59	63	937
Nombre de galerie	2	10	13	19	24	33	18	23	28	25	17	17	20	249

Annexes

Longueur de galerie	2.5	9	11.5	9.5	11	16	4	14	16.7	10.5	9	4.5	8.5	
	15	15.5	17.5	18	4.5	13	13.5	16	17	10.2	16	10	10	
		10.5	5	10	9	16	10.5	12	9.7	14.2	11	9.5	9	
		13.5	3	6.8	18.5	14	3.4	13	15.2	16.5	6	4.7	7.5	
		20	10.5	7.5	6.3	13.5	3	14.5	9	12	12	3.5	5	
		14.3	4	13	13	12	3.6	6	12.5	14.5	9.3	5.5	6	
		9.5	4	5.5	11	1.5	11	4	13.5	14.5	5.5	9	5.8	
		12	10	15.5	2.5	14.7	19	3.5	8	13.3	9	12.5	4.5	
		16	3	13	15	2	7.5	5.5	11.5	11	6.5	4.7	10	
		3.7	4.5	10.4	12.5	2.2	2.3	13.5	8.5	4.2	16.5	12.5	5.5	
			14	13	15	8	5	13	7	13	10	10	8	
			11.3	20	12	14	11.5	8.6	5	13	4.5	9.8	6.3	
			12	14	6.5	13	10	12	2	14	5	11	3	
				3.5	8	9.5	10.5	15	3	14	5.5	9.7	9	
				15	20	8	13.5	11.5	11	15.3	10.4	9	7	
				1.5	13	3	14	16	4.5	12		9.5	5.5	
					20.4	18	8	18	7.5	12.5				
					5.4	17.5	8	15	7	5.5				
					10	7		5.2	6	6				
					9.5	18		2	5	6.5				
					14.5	14		11	10.5	10				
					16.7	9.5		12.5	14.2	4.				
					2.5	16		9.7	12.5	3.4				
					7	9			9.7	6				
						12			2					
						10			10.6					
						12			7.6					
						8								
						10.3								
						17.5								
						10.5								
						9.5								
						12								



Fig 01:*Larve Aulonium ruficorne*



Fig 02:*Tomicus destruens* au stade nymphal



Fig 03:*Aulonium ruficorne* adulte



Fig 04:Larve de *Thanasimus formicarius*



Fig 05: Larve coleoptera



Fig 06: *Tomicus destruens* adulte



Fig 07: *Orthotomicus erosus*



Fig 08: *Tanasimus formicarius*



Fig 09: *Hylastes* sp



Fig 10: *Pseudoscorpion* sp



Fig11: Linyphiidae



Fig 12: Salticidae sp.



Fig 13: Cucyidae sp.



Fig 14: *Eucinetus* sp.



Fig15: Staphylinidae sp.



Fig 16: *Rhizophagus* sp.



Fig 17: Hemiptera sp.



Fig 18: Buprestidae sp.

Résumé

Cette recherche est consacrée à l'étude des dépérissements des pins d'Alep dans des forêts situées dans la région de Djelfa. L'étude a été menée sur la biodiversité des insectes associés aux scolytes et sur la biologie des espèces responsables du dépérissement dû principalement aux espèces *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus*, dans le but de rechercher des ennemis naturels.

Après une étude bibliographique et une description du milieu d'étude, nous avons entamé le travail de terrain qui consiste en l'abattage d'un arbre dépérissant reconnu par son feuillage décoloré, par la présence de trous de pénétration de adultes des insectes xylophages, cet arbre est coupé en rondins d'une longueur moyenne de 50 cm et est acheminé au laboratoire de l'INRF où s'est déroulé le reste du travail. L'écorçage et l'identification des espèces présentent a révélé une richesse spécifique de 24 espèces, dont 3 espèces reconnues comme antagonistes des Scolytes : *Aulonium ruficornis*, *Thanasimus formicarius* et *Rhyzophagus grandis*. Le reste des espèces est un ensemble d'arachnides et autres Coléoptères. Les données climatiques montrent que la région de Djelfa est passée de l'étage bioclimatique semi-aride froid à l'étage semi-aride frais, ceci par l'augmentation de température de ces dernières années, qui est le facteur principal induisant la propagation des attaques de Scolytes. Une lutte biologique par les ennemis des scolytes et une gestion conforme et régulière aideraient au maintien de la santé des forêts.

En analysant les résultats, nous avons constaté que les périodes de sécheresse prolongées sont les facteurs les plus importants provoquant la dégénérescence, qui provoque l'invasion des pins d'Alep par des insectes nuisibles.

Mots clés : Sénalba chergui, biodiversité, insectes, scolytes, *Pinus halepensis*

Abstract

This research is devoted to the study of dieback of Aleppo pines in forests located in the Djelfa region. The study was carried out on the biodiversity of insects associated with bark beetles and on the biology of the species responsible for dieback mainly due to the species *Tomicus destruens* and *Orthotomicus erosus*, with the aim of searching for natural enemies.

After a bibliographic study and a description of the study environment, we began the field work which consisted of the felling of a dying tree recognized by its discolored foliage, by the presence of penetration holes of adult wood-eating insects, this tree is cut into logs with an average length of 50 cm and is transported to the INRF laboratory where the rest of the work takes place. The debarking and identification of the species present revealed a specific richness of 24 species, including 3 species recognized as antagonists of bark beetles: *Aulonium ruficornis*, *Thanasimus formicarius* and *Rhyzophagus grandis*. The rest of the species are a collection of arachnids and other beetles. Climatic data show that the Djelfa region has moved from the cold semi-arid bioclimatic stage to the cool semi-arid stage, due to the increase in temperature in recent years, which is the main factor inducing the propagation of bark beetle attacks. Biological control by bark beetle enemies and consistent and regular management would help maintain forest health.

Analyzing the results, we found that prolonged periods of drought are the most important factors causing degeneration, which causes the invasion of Aleppo pines by harmful insects.

Keywords: Séalba Chergui, biodiversity, insects, bark beetles, *Pinus halepensis*

ملخص

خصص هذا البحث لدراسة موت أشجار الصنوبر الحلبي في الغابات الواقعة في منطقة الجلفة. أجريت الدراسة على التنوع البيولوجي للحشرات المرتبطة بخنافس اللحاء وعلى بيولوجية الأنواع المسؤولة عن الموت الناجم بشكل رئيسي عن الأنواع *Orthotomicus erosus* و *Tomicus destruens*، بهدف البحث عن الأعداء الطبيعيين.

بعد دراسة بليوغرافية ووصف لبيئة الدراسة، بدأنا العمل الميداني الذي يتمثل في قطع شجرة ميتة تم التعرف عليها من خلال أوراقها المتغيرة اللون، من خلال وجود فتحات اختراق للحشرات البالغة آكلة الخشب، يتم قطع هذه الشجرة إلى جذوع الأشجار بمتوسط طول 50 سم ويتم نقلها إلى مختبر INRF حيث يتم تنفيذ بقية العمل. كشفت عملية نزع اللحاء وتحديد الأنواع الموجودة عن ثراء محدود لـ 24 نوعًا، بما في ذلك 3 أنواع معروفة كمضادات لخنافس اللحاء: *Aulonium ruficornis*، *Thanasimus formicarius*، و *Rhyzophagus grandis*. أما باقي الأنواع فهي عبارة عن مجموعة من العناكب والخنافس الأخرى. تشير المعطيات المناخية إلى أن منطقة الجلفة انتقلت من المرحلة المناخية الحيوية الباردة شبه القاحلة إلى المرحلة المناخية الباردة شبه القاحلة، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة في السنوات الأخيرة، وهو العامل الرئيسي المحفز على انتشار هجمات خنفساء اللحاء. إن المكافحة البيولوجية من قبل أعداء خنفساء اللحاء والإدارة المتسقة والمنتظمة من شأنها أن تساعد في الحفاظ على صحة الغابات.

وبتحليل النتائج وجدنا أن فترات الجفاف الطويلة هي أهم العوامل المسببة للتناقص الذي يتسبب في غزو أشجار الصنوبر الحلبي بالحشرات الضارة.

الكلمات المفتاحية: سن الباء شرقي، التنوع البيولوجي، الحشرات، خنافس اللحاء، صنوبر الحلبي.