



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Écologie et environnement

Spécialité : Biodiversité et environnement

Présenté par :

Brahimi Meriem & Djdid Ibtissem

Thème

**Étude de l'état sanitaire de quelques forêts du pin d'Alep
de la région de Sour El Ghozlane**

Soutenu le: 02/07/2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme ARAB Amar</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme MECELLEM Dalila</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme IDER Djamila</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

En premier lieu, nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous remercions Mme Mecellem Dalila nous avons le grand honneur que vous ayez été le professeur supervisant notre mémoires, de sort que nous avons tous les remerciements et l'appréciation pour vos efforts et sa clôture.

Nous tenons également à remercier tous les professeurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l université de Bouira qui ont participé à notre apprentissage pendant des années, spécialement les professeurs qui ont contribué à notre formation en biodiversité.

On adresse aussi nos remerciements à l ensemble du personnel de la circonscription des forêts de Bourdj Oukhris pour leur aide au succès de ce fruit et les bons moments partagés sur le terrain.

Enfin, nos remerciements s'adressent plus particulièrement à nos familles, nos amis et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Merci 

Meriem et Ibtissem

Dédicaces



Nous dédions ce modeste travail à :

Mes chers parents pour leurs sacrifices et leurs efforts consentis

Mes soeurs: Monira, Samira, Nabila, Zhor, Saida pour leurs compréhensions
et leurs encouragements

Mon frère : Mohamed et sa femme Hanan

Mes beaux frères : Khaled, Azzedin , Yacine , Abd El Nour

Mes nièces: Inas, Hadil, Sadan

Mes neveux : anas, El haithem , issam , Amir, lyad ,Ishak,Yazan ,Ihab,Qusay
et loai

Encadreuse: Mme Mecellem Dalila Un grand merci pour ses conseils et son
soutien

A mon collègue de mémoire *Ibtissem*

Mes cousines : Samia, Sarra

Ma tante Akila et oncle Samir

Toute la famille *Brahimi et Chennoufi*

Mes camarades de promotion Master 2 notamment Khiera

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près Ou de loin à la réalisation De ce
travail.



Meriem

Dédicaces



Je voudrais d'abord remercier **Allah** de m'avoir donné la force et le courage de la faire travail.

Je dédie ce mémoire à **mes chers parents** qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études.

A l'homme de vie khaled,

A toi mon adorable **Mari**, toi qui m'as m'encouragée à aller plus loin encore et plus haut, sans toi, je ne serai pas celle que je suis aujourd'hui!

A mon frère et ma sœur (Mohamed, Affaf) : Ces quelques lignes, ne sauraient traduire le profond amour que je vous porte, je nous pourrais ne jamais imaginer la vie sans vous.

A Mme Mecellem Dalila

J'ai le grand honneur que vous ayez été le professeur supervisant mes mémoires, de sorte que j'ai tous les remerciements et l'appréciation pour vos efforts et sa clôture.

A mon collègue de mémoire Meriem

A toute la famille de Larbi-chrif (Ma chère grand-mère et grand-père, mon oncle maternel Hamid, et toutes mes tantes) : Vous êtes la famille qui assurent leur rôle comme il faut, je n'oublierais jamais votre encouragement et votre soutien le long de mes études.

A mes cousines (Meriem, Houda, Mounia, Arwa, Malak) : Mes sœurs que ma mère n'a pas enfantées

A mon meilleur amie Zekri Fatiha

Je tiens remercier aussi **Mme Achit Khira** pour leur conseil et leur aide.

Djdid Ibtissem

Sommaire

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction générale.....	01
Chapitre I: Synthèse bibliographique	
Première partie : Donnée sur le pin d'Alep	
I.1. Taxonomie	03
I. 2. Caractéristiques botanique du pin d'Alep	03
I. 3. Répartition biogéographique	06
3.1. Dans le bassin méditerranéen	07
3.2. En Algérie.....	08
I. 4. Exigences écologique du pin d'Alep	09
4.1. Altitude	09
4.2. Exigence climatique	09
4.3. Exigence édaphique	10
I. 5. Les espèces accompagnatrices du pin d'Alep	10
I.6. Importance économique du pin d'Alep	10
Deuxième Partie : Données sur le scolyte du pin d'Alep	
I.1. Généralité sur le scolytidae	11
I.2. Classification et systématique	12
I.3. Biologie des espèces	12
I.4. Régime alimentaire	13
I.5. Dégâts	14
I.6. Moyens de lutte	15
6.1. Lutte biologique	15
6.2. Pièges à phéromones	15
6.3. Lutte chimique	16
Chapitre II : Matériel et méthode	
II.1. Présentation de la zone d'étude.....	17
II.2. Localisation géographique de la commune de Bordj Okhriss	18
II.3.Facteur climatique	18
3.1. Le vent	19
3.2. La précipitation	19
3.3. Température	20
II.4. Synthèse climatique	22
4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gaussen	22
4.2. Quotient pluviothermique d'Amberger	23
II.5. Facteur biotique	24
5.1. Couvert végétal	24
5.2. Faune	24
II.6. Choix des sites	24
6.1. Description de première et deuxième station	25
6.2. Description de troisième station	26
II.7. Suivi de l'état sanitaire du pin d'Alep	26
II.8. Dispositif de surveillance	27
II.9. Estimation des trous de scolytes	28
II.10. Écorçage et prélèvement des larves.....	28
II.11. Identification des espèces scolyte	29
II.12. Elevage des larves	29
II.13. Etude biométrique	30
Chapitre III : Résultat et discussion	
III.1. Résultats de suivi de l'état sanitaire du pin d'Alep	31
1.1. L'évolution des différents taux de jaunissement des feuilles	31

1.1.1. Station 1 Oued Bechine nord	31
1.1.2. Station 2 Oued Bechine Sud	32
1.1.3. Station 3 Jbal Atache.....	33
1.2. L'évolution des différents taux de dépérissement des arbres.....	35
1.2.1. Station 1 Oued Bechine nord.....	35
1.2.2. Station 2 Oued Bechine Sud.....	36
1.2.3. Station 3 Jbal Atache.....	37
III 2. Ecorçage et prélèvement des larves.....	38
III 3. Identification des espèces scolyte	38
3.1. Suivi de cycle biologique des larves de scolyte.....	38
3.2. Résultats de l'étude biométrique de larves.....	40
III 4. Les ennemis naturels des scolytes identifiés au cours de notre investigation.....	40
4.1. <i>Crematogaster scutellari</i>	40
4.2. <i>Aulonium ruficorne</i>	41
4.3. <i>Thanasimus formicarius</i>	41
4.4. <i>Plexippus paykulli</i>	41
III 5. Estimation des nombres de trous de scolyte sur les arbres des trois stations prospectés	42
5.1. Analyse descriptives des résultats obtenus.....	42
Discussion	43
Conclusion	45
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des figures

Figure N°01 : Arbre du pin d'Alep.....	03
Figure N°02 : Différentes partie de l'arbre du pin d'Alep.....	06
Figure N°03: La répartition du pin d'Alep dans la zone méditerranéenne.....	07
Figure N°04 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie.....	08
Figure N° 05: Description morphologiques des Scolytidae (scolytes).....	11
Figure N° 06 : La biologie des espèces.....	13
Figure N°07 : Traces des ravageurs.....	14
Figure N° 08: Différents types de pièges à phéromone.....	16
Figure N° 09: Pulvérisation des insecticides chimiques.....	16
Figure N°10: Découpage administratif de la wilaya de Bouira.....	17
Figure N°11 : Délimitation de la zone de Bordj okhriss.....	18
Figure N° 12 : Variation moyenne interannuelle de la vitesse du vent (1996-2010).....	19
Figure N°13: Moyennes annuelles des précipitations (1996-2010).....	20
Figure N°14: Moyenne des températures interannuelles maximales (1996-2010).....	20
Figure N°15 : Moyenne des températures interannuelles minimales (1996-2010).....	21
Figure N°16: Les températures moyennes interannuelles (1996-2010).....	21
Figure N°17 : Diagramme ombrothermique de la wilaya Bouira (1996-2010).....	22
Figure N°18 : Diagramme d'Amberger de la région de Bouira (1996-2010).....	23
Figure N° 19 : Vue générale du versant de Oued Bechine.....	25
Figure N°20 : Vue générale de DjbelAtach (Bordj okhriss).....	26
Figure N°21 Vue générale de la forêt d'oued bechine présentant des sujets attaqués par les scolytes.....	26
Figure N°22 : Carte d'échantillonnage des scolytes du pin d'Alep Oued Bechine (Bordj okhriss).....	27

Figure N°23: Carte d'échantllionnage des scolytes du pin d'alepDjbalatach (Bordj okhriss).....	28
Figure N°24 : Feuilles jaunes.....	28
Figure N°25 : Arbre mort.....	28
Figure N° 26: Ecorçage des troncs.....	29
Figure N° 27 : Un pied à coulisse.....	30
Figure N° 28: Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (Oued Bechine nord).....	31
Figure N °29 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (Oued Bechine sud).....	32
Figure N°30 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (DjbalAtach).....	33
Figure N°31 : Evolution des taux de jaunissement d'un arbre du pin d'Alep pendant 4 mois.....	34
Figure N°32 : Evolution des différents taux de dépérissement des arbres (Oued Bechine nord).....	35
Figure N° 33 : Evolution des différents taux de dépérissement des arbres (Oued Bechine sud).....	36
Figure N° 34 : Evolution des différents taux de dépérissement des arbres (DjbalAtach).....	37
Figure N° 35 : Cycle biologique du scolyte.....	39
Figure N° 36 : <i>Crematogaster scutellari</i>	40
Figure N° 37 : <i>Aulonium ruficorne</i>	41
Figure N° 38 : <i>Thanasimus formicarius</i>	41
Figure N° 39: <i>Plexippus paykulli</i>	42

Liste des tableaux

Tableau N° 01 : Caractéristiques générales des sites d'étude.....	23
Tableau N° 02: L'évolution des différents taux de jaunissement des feuilles (Oued Bechine Nord)	31
Tableau N° 03: L'évolution des différents taux de jaunissement des feuilles (Oued Bechine Sud)	32
Tableau N° 04: L'évolution des différents taux de jaunissement (JbalAtach).....	33
Tableau N° 05 : L'évolution des différents taux de dépérissement (Oued Bechine Nord)....	35
Tableau N° 06 : L'évolution des différents taux de dépérissement (Oued Bechine Sud).....	36
Tableau N° 07: L'évolution des différents taux de dépérissement (JbalAtach).....	37
Tableau N° 08 : Analyse descriptive des effectifs des larves dénombrés dans les stations N°01, 02 et 03 (Oued Bechine (sud), Oued Bechine (nord) et JbalAtach).....	42
Tableau N°09 : Analyse descriptives des trous de scolyte des stations 01, 02 et 03.....	44

Introduction

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle fondamental dans l'équilibre de la planète car ils sont importants et précieux pour tous les êtres vivants, vu qu'ils sont la principale source d'oxygène. Les milieux forestiers sont d'une importance économique et écologique fondamentale en termes de produits qu'ils fournissent tels que la production de bois et de produits forestiers, le maintien de la biodiversité, la protection des sols contre l'érosion, la préservation de la ressource hydrique et la réduction de réchauffement planétaire par le stockage de carbone (Hafsi et Bouderbala, 2022).

Les forêts sont des écosystèmes qui renferment une grande diversité spécifique animale et végétale. Chaque espèce vivante joue un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème forestier. Il est donc essentiel de préserver et de protéger ces écosystèmes pour maintenir l'équilibre de notre environnement naturel (Benia, 2018).

La forêt algérienne couvre approximativement 3 millions d'hectares. Le taux de boisement est d'environ 1,3% pour une surface totale de 238 millions d'hectares. Cette surface est constituée de plusieurs espèces appartenant surtout au genre *Quercus* et *Pinus*. Parmi les espèces les plus répandues en Algérie ; le pin d'Alep couvrant près de 35% de la surface boisée. Le pin d'Alep est réparti dans la plupart des étages bioclimatiques méditerranéens de l'Algérie et il peut peupler même les zones steppiques et présahariennes (Bentouati, 2006).

Les forêts du pin d'Alep subissent une forte dégradation suite à la surexploitation anthropique et aux facteurs naturels comme les changements climatiques. Cette dégradation est plus intense dans les pinèdes méditerranéennes soumises généralement à des situations climatiques précaires et de restauration plus lente (Wahid et al, 2010). Plusieurs phénomènes menacent régulièrement le pin d'Alep et causent parfois des dégâts importants. Les incendies constituent une menace majeure des forêts de pin d'Alep vu sa grande combustibilité (Alexandrian et Rigolot, 1992).

Les conditions climatiques défavorables sont généralement un facteur d'affaiblissement des arbres et facilite l'installation et la pullulation des groupes de ravageurs. Parmi les insectes les plus dangereux pour le pin d'Alep les scolytes qui causent des dégâts spectaculaires conduisant généralement au dépérissement voire la déforestation totale des forêts infestées. En effet, les espèces de ce genre ont une capacité de reproduction très élevée, vu le nombre important de générations par an (Selami et Oricha, 2022).

Les scolytes attaquent plusieurs parties de l'arbre de pin d'Alep particulièrement le tronc et se développent sous l'écorce et s'en nourrissent, générant de nombreux trous qui provoquent un dysfonctionnement dans la circulation de la sève conduisant à la mort de l'arbre.

Notre travail s'inscrit dans le cadre du suivi de l'état de la dégradation de quelques peuplements du pin d'Alep de la région de Bordj Okhriss et à l'identification des espèces de xylophage responsables du phénomène de dépérissement très répandu ces dernières années et le suivi de leur cycle biologique et l'évolution des dégâts causés par les scolytes.

Notre travail est réparti en trois parties, dans la première on s'intéresse à une synthèse bibliographique sur le pin d'Alep et les scolytes ravageurs qui l'attaquent.

La deuxième partie de ce travail est réservée pour la présentation de la zone d'étude et la méthodologie suivie pour la réalisation de cette étude.

La dernière partie constitue la présentation des résultats et leur interprétation et on termine par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : Bibliographie en relation avec le thème

Partie 1 : Données bibliographique sur *Pinus halepensis*.

1. Taxonomie

Le nom scientifique donné par Philip Miller c'est "*Pinus halepensis* Mill" en 1768 *Pinus halepensis* Mill. Appartient au sous règne des Tracheobionta, embranchement des Spermaphytes, sous-embranchement : Gymnospermes, classe des Pinopsida, ordre des Coniferales, la sous-famille des Pinoideae, au genre *Pinus*. C'est un genre représenté principalement par deux espèces *Pinus brutia* Tenet et *Pinus halepensis* Mill (Dellouli, 2006).

2. Caractéristique botanique

Le pin d'Alep est une espèce vivace à feuilles persistant, d'une hauteur de 5 à de 25 mètres et plus (Bouguenna, 2011), son âge est inférieur à 150 ans, l'âge moyen varie entre 120 et 130 ans (Nahal, 1962).

Les arbres jeunes présentent une forme plus au moins régulière, les plus âgés possèdent un houppier dispersé, une cime peu dense et irrégulière. Le tronc de *Pinus halepensis* est ramifié et irrégulier (Figure N°1) (Bouguenna, 2011) et (Nahal, 1962).



Figure N°01 : Arbre de pin d'Alep (Originale, 2023).

2.1. L'écorce

L'écorce est gris argenté, lisse, dans le jeune âge. En vieillissant apparaît le rhytidome (écorce adulte de plus en plus crevassée avec l'âge), d'abord écailleux (écailles assez fines, gris) puis crevassé, à crêtes allongées plates grisâtres, brun roussâtre sur quelques éclats et dans les crevasses des arbres très vieux (Figure N°2) (Bernard, 2013).

2.2. Les Rameaux

La première année, les rameaux sont vert clair, faiblement sillonnés, puis grises, fines et polycyclique, elles ont aussi des rameaux longs et des rameaux nains (Figure N°2) (Bernard, 2013).

2.3. Bourgeons

Les bourgeons sont elliptiques, pointus, non résineux, d'une couleur brune avec des écailles entouré de blanc (Hani, 2022).

2.4. Les feuilles ou les aiguilles

Les feuilles mesurent environ 10 cm de long, sont dures, rugueuses, plus épaisses et presque ridées sur les bords, de couleur vert foncé (Figure N°2) (Dahmane, 1986).

2.5. Les cônes

Les cônes de forme ovale, de couleur brune, présentant une longueur de 5 à 12 cm elles apparaissent à l'automne sur les arbres adulte (Bernard, 2013), Les cônes mûrissent la deuxième année et les graines tombent souvent la troisième année (Figure N°2) (Nahal, 1962).

2.6. Les Graine

La graine mesure 3 à 8 mm de long, ailée, de couleur grise (Khouja et al, 2020) ailée avec des ailes allongées et presque droites des deux côtés (Figure N°2) (Nahal, 1962).

2.7. Le Bois

Le bois de pin d'Alep se caractérise par des parois minces dépourvues de décor et une trachée horizontale (Figure N°2) (Bouguenna, 2011).

2.8. La résine

Le pin d'Alep est une espèce à bois tendre peuvent produire de la résine grâce à un processus appelé gemmage. Cette substance végétale chimiquement complexe est impliquée dans la lutte contre les parasites et la cicatrisation après infection. Il est exploité économiquement dans l'industrie chimique (Figure N°2) (Bouguenna, 2011).



a : L'écorce (originale, 2023)

b : Les rameaux (originale, 2023)



c : Les feuilles (originale, 2023)

d : Les cônes (originale, 2023)



e: Le bois (originale, 2023)

f : La fleur

(Photo : Marie PORTAS. 2017)

(Photo : Liliane ROUBAUDI. 2017)



Les graines

La résine

(Photo : Liliane ROUBAUDI. 2017)

(Photo : Marie PORTAS. 2017)

Figure N°2 : Différentes partie de l'arbre du pin d'Alep.**3. La répartition géographique**

Le pin d'Alep est un arbre de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre les trente mètres de hauteur sous des situations écologiques très favorables. Il constitue l'une des espèces les plus répandues au périmètre méditerranéen. Son aire de grande extension est dans la zone méditerranéenne occidentale, il est aussi réparti en plusieurs points dans la partie orientale (Mestefah, 2018).

3.1 Dans le bassin méditerranéen

Le pin d'Alep présente une large répartition dans le bassin méditerranéen et occupant une superficie qui dépasse 3,5 millions d'hectare. Les zones semi-arides du bassin méditerranéen sont largement colonisées par le pin d'Alep (Figure N°03) (Nahal, 1962), sa répartition dans certains pays est comme suit :

- En Tunisie : Il couvre une superficie de 340000 hectares, et colonise essentiellement les Monts du dorsal tunisien (Sghaier & Ammari, 2012).
- En Maroc : Il occupe près de 65000 hectare, on le retrouve sur les versants méditerranéens au niveau de l'oriental, du Rif, des hauteurs de Debou (Assmaa et al, 2011).
- En France : Il occupe environ 1,6 % de la surface forestière totale du pays, ce qui le positionne dans le sixième rang des conifères les plus abondants en France (Rathgeber et al, 2004).
- En Espagne : Avec un taux de 15% de la surface boisée il est assez développé constituant sur les chaînes littorales de la province de valence et de Murcie (Assmaa et al, 2011).
- En Italie : Il couvre près de 2000 hectares (Assmaa et al, 2011) il est présent sur le littoral adriatique, et réapparaît en abondance en certaines zones de la péninsule hellé-nique (Quezel et Barbero, 1992).

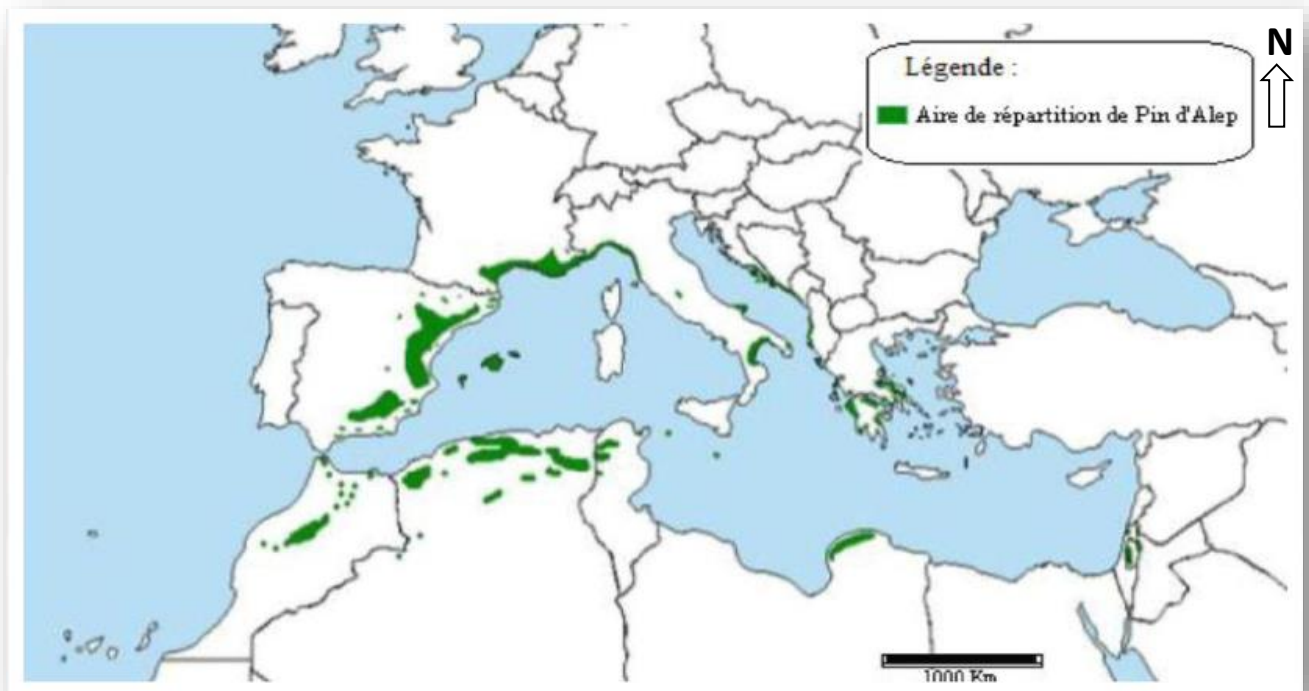


Figure N°03: La répartition du pin d'Alep dans la zone méditerranéenne (Bentouati et Bariteau, 2005).

3.2. En Algérie

Pinus halepensis est une espèce très fréquente principalement sur l'Atlas saharien et les massifs de la zone littorale. Avec une surface de près de 850.000ha il occupe environ 37% de la surface boisée du pays (Quezel & Barbero, 1992). Cette espèce, prospère à travers presque tout le territoire algérien ; de l'étage bioclimatique humide, subhumide jusqu'à l'étage bioclimatique aride (Mezali, 2003), Il est fréquemment présent au centre, à l'est et l'ouest du pays. Sa répartition est comme suit : (Figure N°04) (Nahal, 1962).

- ✚ A l'est : il occupe les grands massifs de Tébessa environ 90 000 ha, des Aurès à plus de 100 000 ha constitués principalement par les pinèdes des Béni-Imloul (72 000 ha), des Ouled Yagoub et celle des Béni Oudjana.
- ✚ Au centre du pays : on le trouve dans les forêts de Médéa Boghar, de Theniet El Had qui totalisent respectivement 52 000 et 47 000 hectares et les vieilles futaies des Monts des Ouled Nail dans la région de Djelfa.
- ✚ A l'ouest du pays, en Oran, on peut trouver de vastes massifs concentrés dans les régions de Bel Abbés, de Saida et de l'Ouarsenis.

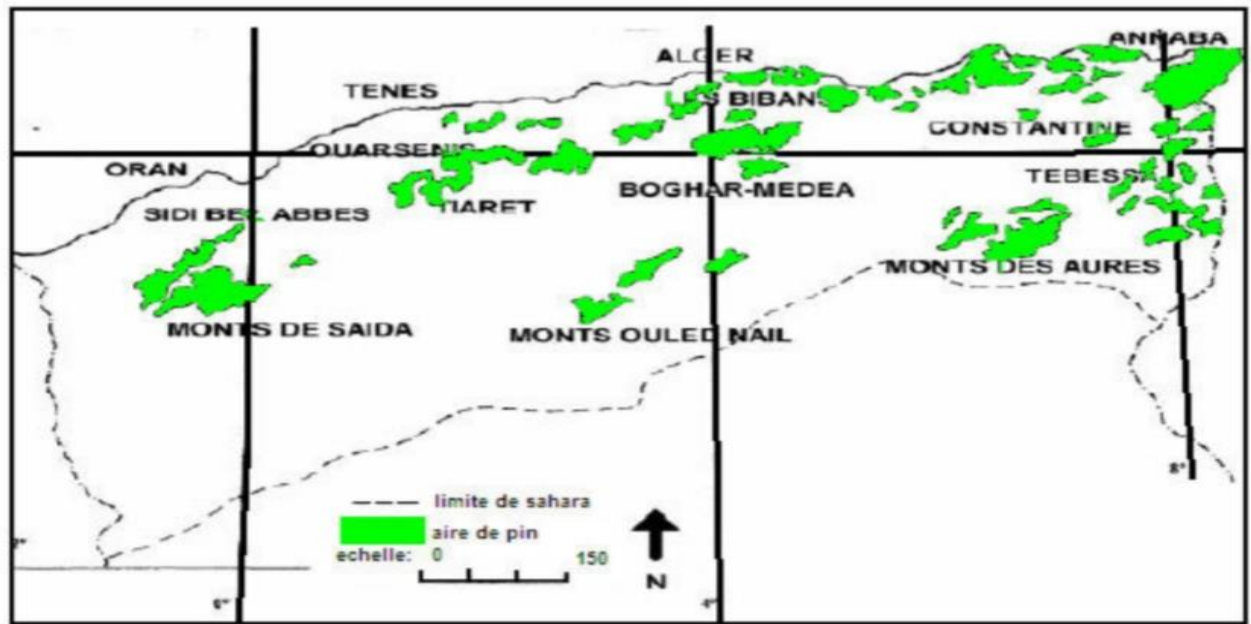


Figure N°04 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Seigue, 1985).

4. Exigences écologiques du pin d'Alep

Cette espèce présente de fortes variations de développement relatif à ses exigences climatiques et édaphiques. À l'exception des sols hydromorphe, elle s'adapte à tous les types de sols (Vennetier et al, 2010). C'est une espèce méditerranéenne avec un caractère continental de tempérament, robuste, elle est xérophile, thermophile et héliophile qui peut se développer de la plus basse altitude jusqu'à une altitude avoisinant 2200 m (Chakroun, 1986).

4.1. Altitude

Le pin d'Alep est une espèce qui se rencontre à presque toutes les latitudes, il se développe entre des altitudes de 0 et 1400 m en Algérie et au Maroc et entre 0 et 600 m en France, donc aux étages méso et thermo méditerranéens (Quezel et Barbero, 1992).

4.2. Exigence climatique

4.2.1. Température : c'est un facteur climatique capital, contrôlant l'extension du pin d'Alep. En effet, cette espèce se développe à des températures annuelles moyennes entre 11 et 19°C (Nahal, 1962) (Vennetier et al, 2010).

4.2.2. Précipitation : La pluviométrie, le froid et la neige sont les principaux facteurs limitant l'extension de l'espèce en altitude et vers le Nord et le Sud (Vennetier et al, 2010). Les précipitations ne sont pas un facteur capital dans la répartition de l'espèce, en effet même si les taux des précipitations sont entre 300 et 700 mm le pin d'Alep peut bien se développer (Sghaier et Ammari, 2012).

4.3. Exigence édaphique

Le pin d'Alep préfère les sols calcaires ou argilo-calcaire surtout les substrats chauds et bien drainés. L'espèce pousse principalement sur des sols accessibles à son système racinaire et profonds, tels les substrats calcaro-marneux et marneux. A cause de la perméabilité, il ne supporte pas les sols sablonneux (Wahid et al, 2010). Le pin d'Alep donne une litière acide à décomposition lente fournissant un sol pauvre en matières organiques (Hébrard, 1984).

5. Les espèces accompagnatrices du *Pinus halepensis*

Cette espèce est constituée d'associations d'arbres à structure régulière présentant un cortège jardiné. On rencontre trois types de peuplements (Bentouati et Bariteau, 2005) :

- ✓ Peuplement bien venants occupent les régions froides, en mélange avec les chênes verts en forte proportion.
- ✓ Peuplement assez clair avec un sous-bois composé majoritairement par le romarin, la globulaire et le flaire.
- ✓ Peuplement dégradés de faible densité, principalement d'Alfa situés sur les versants Sud.

6. Importance économique de *Pinus halepensis*

En Méditerranée, *Pinus halepensis* représente l'espèce forestière la plus importante elle est fréquemment utilisée pour le reboisement dans les zones aux sols dégradés (Abloul et Ladjal, 2020).

Comme dans de nombreux pays de l'Afrique du Nord, la principale source de bois est le pin d'Alep son bois est utilisé à des fins diverses : construction, industrie et menuiserie (Ghougali, 2011).

De même, les graines ou le zgougou, est propre à la consommation humaine (Khouja et al, 2020). On outre, les feuilles sont utilisées pour lutter contre les maladies des voies respiratoires et urinaires, avec des propriétés antiseptiques et balsamiques, les racines ont également un rôle important dans la médecine traditionnelle pour traiter les infections respiratoires (Hani, 2022). Cette espèce peut produire aussi plus de 3 kg de résine par arbre et par an (Kadik, 1987).

Deuxième partie : données sur les Scolytes du pin d'Alep**1. Généralité sur les *scolytidae***

Les scolytes des milieux forestiers sont des insectes présentant une importance économique, écologique et sociale. Ce groupe de xylophage renferme environ 6 000 espèces connues dans le monde et réparties en 26 tribus (Chevez, 2019). Les scolytes sont des insectes de petite taille, (environ 0,5 à 0,8 mm), la plupart ont une forme cylindrique, ils sont de couleur noire, brun foncé ou terne et de petite taille, environ 0,5 à 0,8 mm (Figure N°5) (Selami et Oricha, 2022). Parmi les plus importants scolytes (xylophages) trouvés en Algérie, nous citons :

Les Scolytidae : (*Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens*, *Orthotomicus erosus*, *Orthotomicus laricius*, *Orthotomicus proximus*, *Pityogenes bidentatus*, *Pityogenes calcaratus*, *Pityogenes bidentatus*, *Crypturgus cribrellus*, *Crypturgus numidicus*, *Crypturgus mediterraneus*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgus micklitzi*, *Hylastes apacus*, *Hylastes cunicularius*, *Rhyncolus sp.*, *Procryphalus sp*) (Talbi, 2019).



Figure N° 5: Description morphologique d'un Scolytidae (scolytes)

Photo : Mister T (France [45000] 23/03/2010) - Taille : 5mm.

2. Classification et systématique

Selon Joly (1975), les *Scolytidae* ou *Ipidae* sont facilement reconnaissables par la forme des tibias antérieurs, des antennes et quelques autres caractères de détail, ils sont divisés en deux groupes systématiques : les Hylésinini (Hylésines) et les Ipinini (Ips).

Les scolytes appartiennent à l'embranchement des Arthropodes avec un corps et pattes segmentés et articulés, sous-embranchement des Mandibulates, classe des Insectes, Ordre des Coléoptères, famille des *Scolytidae*.

3. Biologie des espèces de scolytes

Les espèces de scolyte se manifestent de plusieurs cycles biologiques selon l'espèce et les conditions climatiques (température, précipitations, pression atmosphérique, luminosité), notamment la température moyenne (Selami et Oricha, 2022).

Les adultes des scolytes, migrent vers les arbres sains et creusent des galeries dans les troncs, avant de l'accouplement. Après l'accouplement, l'entrée du trou est bouchée avec de la sciure et la femelle dépose par la suite ses œufs, habituellement entre 60 et 80 par galerie, le mâle tâche en entassant de la sciure à l'extrémité de la galerie. Les œufs sont blancs et d'une taille très petite. Les œufs éclos généralement deux semaines plus tard pour. A l'éclosion, les larves sont translucides, avec une petite tête brune. Ces larves passent par cinq stades, et se nourrissent en forant à leur tour leur propre galerie et se nymphosent, toujours sous l'écorce. Suivant la température, le stade nymphal dure entre deux semaines et un mois avant le vol des adultes.

Les espèces de scolyte passent généralement par 3 générations par an :

- **1^{er} génération** : C'est la génération hivernale (de novembre à février), d'où émergent les adultes de mi-février à fin avril ou début mai, et certaines larves de cette génération entrent en diapause à partir d'octobre.
- **2^{ème} génération** : C'est la génération printanière (du mois de février au mois de mai).
- **3^{ème} génération**, qui est la génération estivale (de du mois de mai à la fin de l'été), les adultes apparaissant à la mi-juillet et au début de novembre.

Dans de rares cas, il pourrait y avoir une 4^{ème} génération à la fin de la saison (Figure N°6).

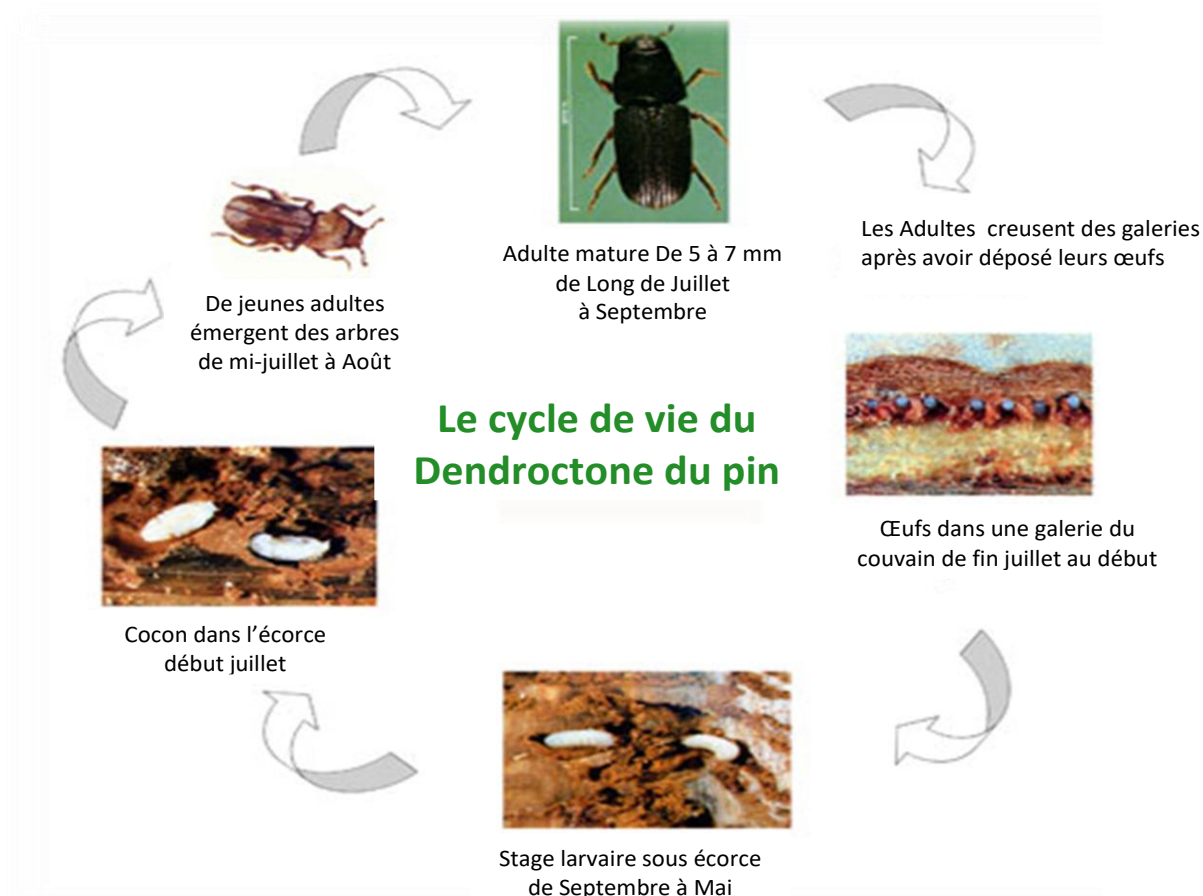


Figure N° 6 : La biologie des Scolytidea

4. Régime alimentaire

La pluparts des scolytes des plantes vivent de végétaux ligneux, les tissus végétaux consommés par les espèces de scolytes sont de nature variable. Ses groupes de ravageur présentent vis-à-vis de leurs plantes hôtes des variables degrés de spécificité. Les aliments les plus courants sont répartir en deux types :

- 1) La phloémophagie : c'est la consommation de phloème du bois, les scolytes s'alimentent de la couche tendre localisée juste sous l'écorce
- 2) La xylomycétophagie : c'est la consommation de champignons symbiotiques à l'intérieur des galeries (Chevez, 2019).

D'autres régimes alimentaires sont moins courants tels l'alimentation sur le bois mort, sur moelle de ramilles, sur les graines, et sur des plantes herbacées (Atkinson, 2019).

5. Les Dégâts de scolyte:

Les symptômes d'attaque des scolytes se manifestent généralement par plusieurs symptômes : dessèchement de certains rameaux et branches, soulèvement de l'écorce par endroits, ainsi que la présence de petits trous sur l'écorce (Figure N°07). La présence des scolytes est aisément détectable, pour confirmer l'attaque des scolytes, il faut faire des observations régulières en dessous de l'écorce de l'arbre. Un arbre en parfaite santé se défend à l'aide de la sécrétion de la résine qui empêche la progression de ravageur, alors que chez un sujet affaibli, ces dispositifs de défense sont faibles et les espèces de scolyte peuvent, s'ils sont abondant, provoquer la mort de l'arbre parasité.

Les espèces de scolytes peuvent aussi causer des dégâts indirects, en facilitant l'installation des virus. De même, leurs orifices et galeries creusés dans l'écorce de l'arbre constitue des ouvertures pour l'installation des champignons pathogènes .



Figure N°07 : Traces des ravageurs (Originale, 2023).

6. Moyens de lutte

La protection des forêts contre les insectes ravageurs dans le respect de l'écosystème forestier et bonne connaissance en biologie des insectes est nécessaire. Les moyens de lutte proposée n'élimineront pas les scolytes entièrement, mais ils peuvent être considérablement réduit, il faut agir par des mesures préventives pour préserver les forêts et empêcher la reproduction des scolytes du pin (Mirault, 1990).

6.1. Lutte biologique

Les scolytes présentant un cortège d'ennemis naturels qui contribuent à la régulation de leurs populations :

6.1.1. Le clairon des fourmis (*Thanasimus formicarius*) : Le coléoptère à l'état adulte attaque les scolytes sur l'écorce de l'arbre, tandis que les larves capturent les pontes sous l'écorce (Wermelinger et al, 2021).

6.1.2. *Aulonium* sp : est un prédateur qui peut se nourrir de tous les stades immatures des scolytes (Podoler et al, 1990).

6.1.3. *Cephalonomia stephanoderis* : est une petite guêpe noire, munie de deux paires d'ailes, mais qui ne vole guère. Longue de moins de deux millimètres, elle s'introduit, pour y rechercher son hôte, dans les galeries creusées par le scolyte. Elle pond sur les larves et les nymphes du scolyte, dévore ses œufs, ses jeunes larves et tue même le scolyte adulte (Cochereau et Potiaroa, 1994).

6.2. Pièges à phéromones

C'est une méthode très utilisée en lutte biologique, elle consiste à mettre des pièges à phéromone sur les arbres. Le piège diffuse une phéromone sexuelle typique à chaque espèce. C'est la méthode la plus sélective qui soit puisqu'elle ne touche que l'espèce visée en capturant les mâles de manière massive minimisant ainsi les chances d'accouplement, cela se traduit par une réduction des taux d'infection (Figure N°08) (Deglow et Borden, 1998).



Figure N° 08: Différents types de pièges à phéromone (Deglow et Borden, 1998).

6.3. Lutte chimique

La lutte chimique a été réalisée par pulvérisation des insecticides liquides.

- Le « Mobe T » (produit à base d'hexachlorocyclohexane, HCH), qui a été utilisé dans la période du 15 septembre à avril par temps sans gel, il a été utilisé pour la première fois en Allemagne.(Figure N°09) (Husson et Stauder, 1955).
- L'insecticides BHC (hexachlorure de benzènes)



Figure N° 09: Pulvérisation des insecticides chimiques (Selami et Saadia, 2022).

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude

La région d'étude est localisée dans la wilaya de Bouira, elle est représentée par deux sites, « Oued Bechine » et « Jbel Atach » dans la commune de Bordj Okhriss, wilaya de Bouira.

■ Aménagement administratif :

La wilaya de Bouira est subdivisée en 12 Daïras et 45 communes (Figure N°10) (Municipalité de Bordj Okhriss).



Figure N°10: Découpage administratif de la wilaya de Bouira.

2. Localisation de la commune Bordj Okhriss.

Bordj Okhriss est localisée à environs 50 km de chef-lieu de la wilaya de Bouira, et à 130 km de la capitale (Figure N°11), elle est délimitée par :

- Du côté Nord par la commune d'El Hachimia.
- Du côté Sud par la commune de Sidi Aissa Ain Oulman et (Al-Msila) du côté de Takadit.
- Du coté est par Ben Douad (Borj Bou Arreridj).
- Du côté ouest par la commune de Hakmiyah.



(Google Maps)

Figure N°11 : Délimitation de la zone de Bordj Okhriss

3. Facteurs climatiques

Le climat de Bouira est caractérisé par l'hiver froid et l'été chaud et sec, en effet les montagnes de Djurdjura constituent un obstacle naturel qui amorti l'influence des courants de la méditerranée. La température et les précipitations constituent les facteurs les plus étudiées en climatologie et en météorologie (Carrega, 2003).

Compte tenu de l'absence d'une station météorologique propre à la commune de bordj okhriss, les données climatiques sont établies sur la base des données fournis par ONM (Office National de la météorologie) de la wilaya de Bouira.

3.1. Le vent

Le vent est un facteur climatique sous-estimé dans l'étude bioclimatique, malgré son impact important sur la dynamique des organismes vivants (Benettouati, 2013).

La variation interannuelle de la vitesse du vent durant la période (1996-2010) est présentée dans la figure N°12.

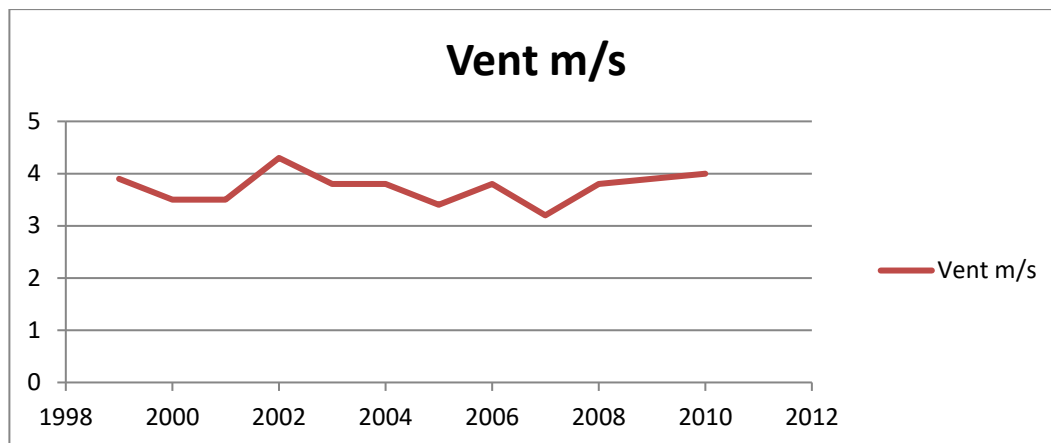


Figure N° 12 : Variation moyenne interannuelle de la vitesse du vent (1996-2010)

D'après la figure on constate l'absence de différence significative annuelle durant cette période.

3.2. Les précipitations :

Les précipitations représentent un facteur écologique très important pour la répartition des espèces. Les biomes continentaux sont gérés par les quantités annuelles de précipitations (Bensalem, 2019).

Les précipitations présentent différentes formes en fonction, de la température ambiante, de l'altitude de la zone, etc. La pluviosité est la quantité d'eau recueillie par le sol sous une forme liquide relative à une unité de surface (Dumas, 2008). Elle est mesurée en utilisant un pluviomètre (Serra, 1953).

La pluviométrie de la zone de Bouira varie au cours du temps, avec des rythmes de la méditerranée qui sont caractérisés par une irrégularité mensuelle et annuelle. Les valeurs annuelles des précipitations au cours de la période de 1996 à 2010 sont présentées sur la figure N°13.

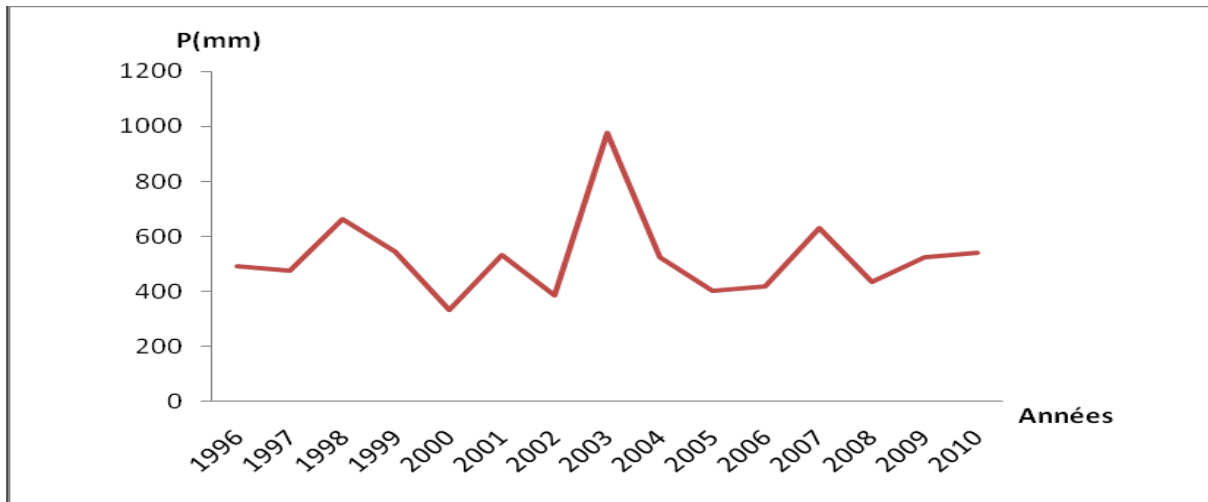


Figure N°13: Moyennes annuelles des précipitations (1996-2010).

Le régime pluviométrique de la région d'étude présente une grande variabilité, un accroissement significatif des précipitations a été noté en 2003 accédant 975,8 mm et en 2000 nous avons consigné 333,4 mm.

3.3. Températures

Selon Ramade (1984) la température est l'un des facteurs climatiques les plus importants, car elle présente un effet important sur tous les organismes vivants. En effet, elle contrôle tous les phénomènes métaboliques, y compris le processus de croissance et de reproduction, ainsi que la répartition géographique des organismes vivants.

Les températures maximales, minimales et moyennes entre les années (1996-2010) sont indiquées dans les figures (14) (15) (16).

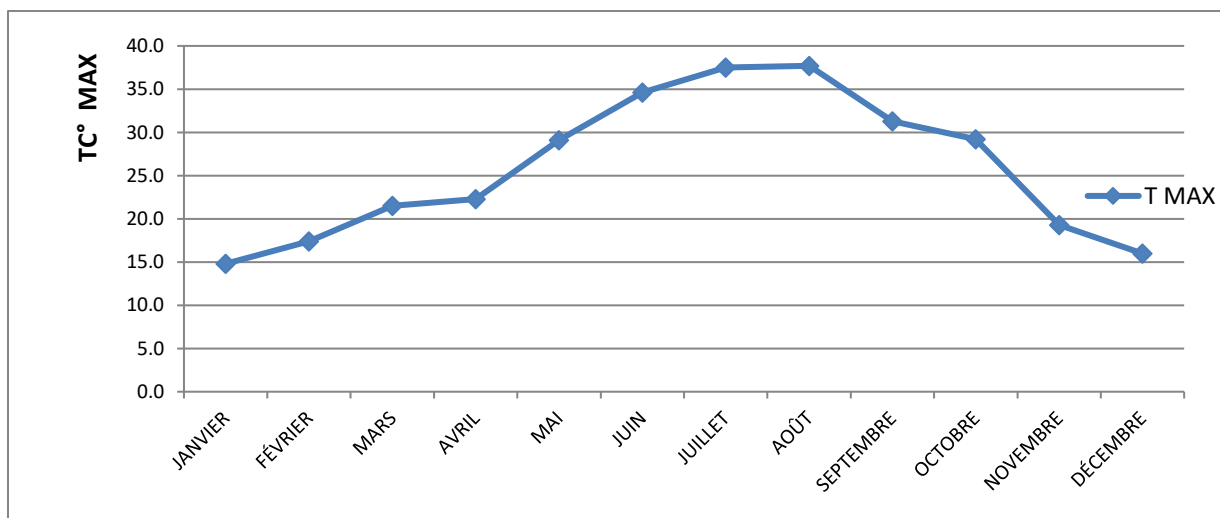


Figure N°14: Moyenne des températures interannuelles maximales (1996-2010).

La figure montre que le mois d'août est le plus chaud, avec une valeur de 37,70 c° pendant les années de 1996 à 2010(période de 15 ans).

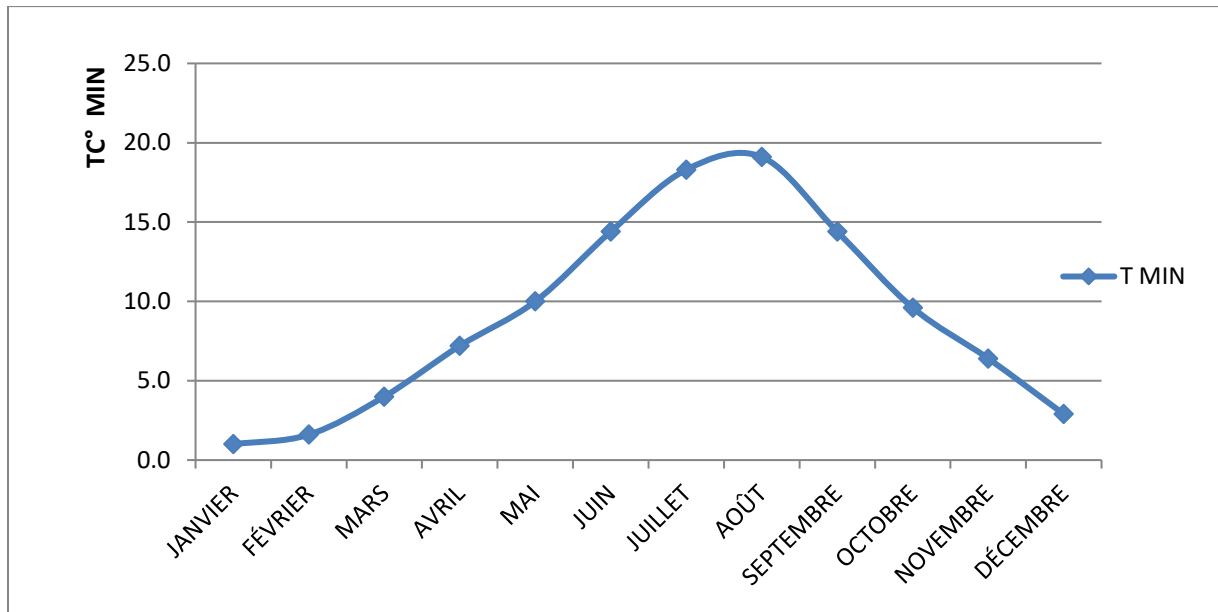


Figure N°15 : Moyenne des températures interannuelles minimales (1996-2010).

Le mois le plus froid durant les années d'étude qui s'étendent sur 15 ans est le mois de janvier, avec une valeur de 1,00 °C

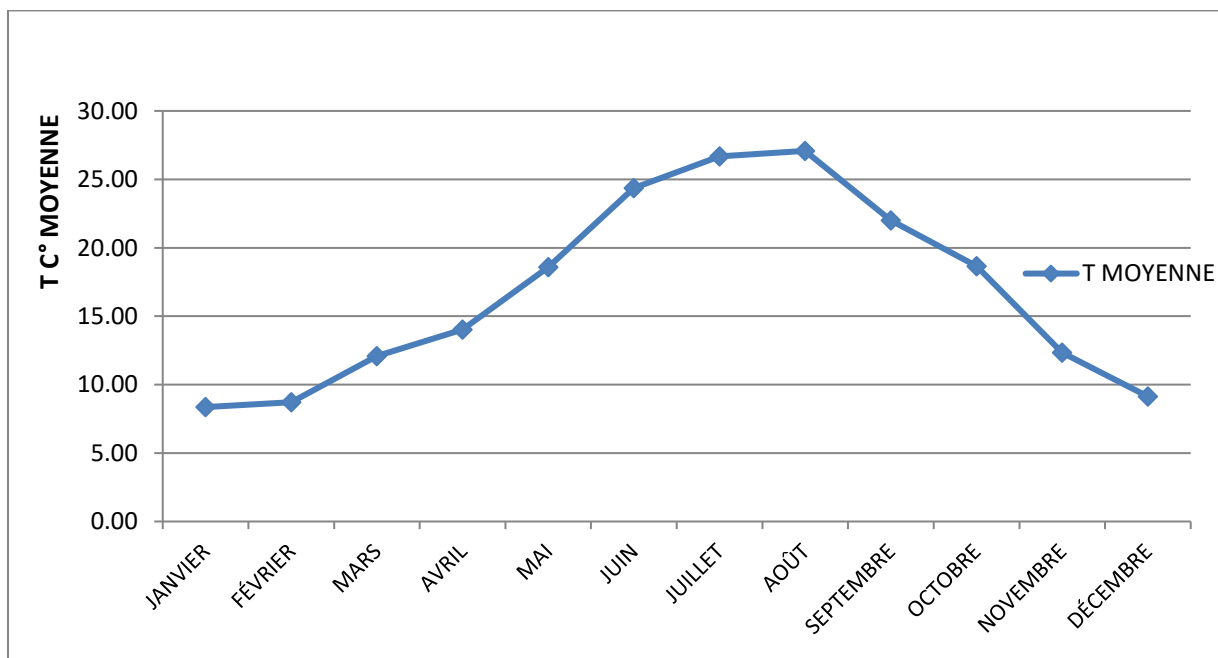


Figure N°16: Les températures moyennes interannuelles (1996-2010).

Au cours des années (1996-2010), nous avons conclu que le mois de janvier est le plus froid avec une valeur moyenne de 8.36 °C, alors que le mois d'août est le plus chaud une moyenne de 27.08 °C.

4. Synthèse climatique

Pour une synthèse climatique les scientifiques utilisent les facteurs climatiques simultanément. Les facteurs les plus utilisés sont les précipitations et la température car ce sont les facteurs déterminant la répartition des organismes vivants sur terre et déterminer les limites bioclimatiques d'une espèce (Charre, 1997).

Afin de situer la zone d'étude, nous avons pris en considération, le diagramme de Bagnouls et Gaussen (1953) et nous avons calculé le quotient pluviothermique d'Amberger

4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls Et Gaussen

Il est représenté par un graphe à deux axes prenant en compte les températures et les précipitations. Selon Dajoz (1975), une période sèche correspond à une période où le total des précipitations des mois exprimé en millimètres est inférieure ou égale au double de la température des mêmes mois exprimé en degrés Celsius. Le diagramme ombrothermique de la zone d'étude est illustré dans la Figure N°17.

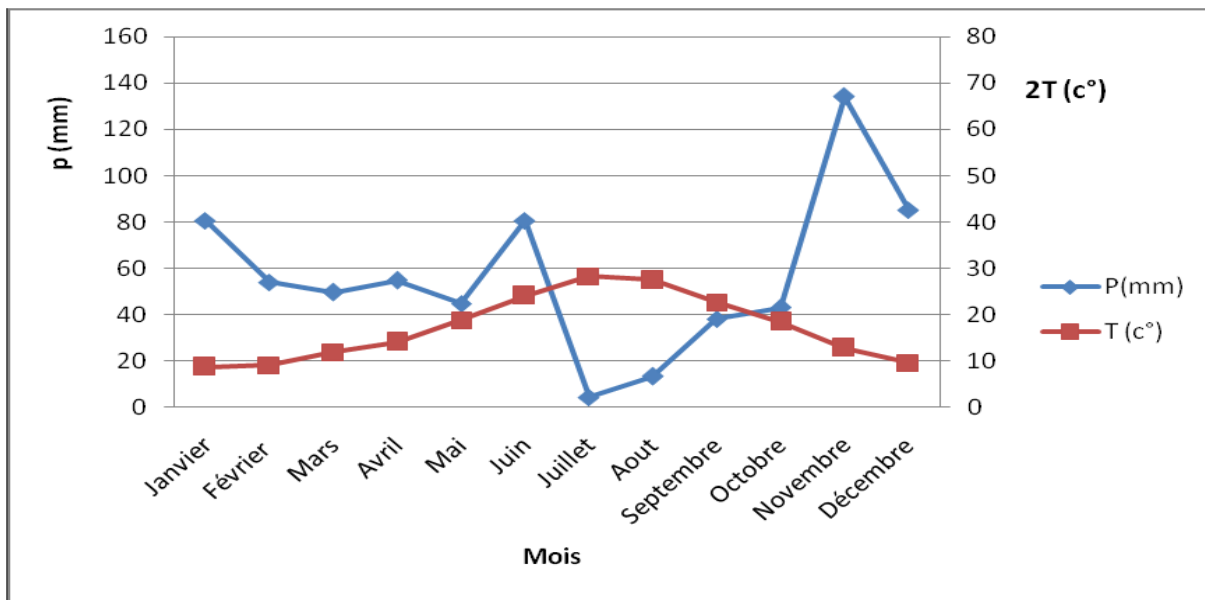


Figure N°17 : Diagramme ombrothermique de la wilaya Bouira (1996-2010).

Le diagramme précédent établi dans la région de Bouira, distingue deux périodes, la première constitue la période humide qui s'étend d'octobre au mois de mai, et pour la deuxième période nommée sèche, elle s'étale de mois de juin au mois de septembre.

4.2. Quotient pluviothermique d'Amberger

Amberger entre 1933 et 1955 a établi la formule suivante afin de définir les différents types de bioclimat de la région méditerranéenne :

$$Q2 = 3.43 P / (M - m)$$

P : La somme des précipitations de l'année d'étude.

m : Moyenne des minima de température du mois le plus froid relevée en degrés Celsius

M : C'est la moyenne des maximums des températures du mois le plus chaud relevée en degrés Celsius.

Q2 : Quotient pluviométrique d'Amberger

Application numérique

$$Q2 = 3.43 * 525.48 / (29.26 - 3.64)$$

$$Q2 = 70.35$$

Amberger en conjuguant le quotient pluviométrique « Q2 » avec « m » a construit un climagramme avec « Q2 » en ordonnée et « m » en abscisse. Sur la base de la valeur de Q2 calculé, la zone d'étude est positionnée sur le climagramme de la Figure N°18.

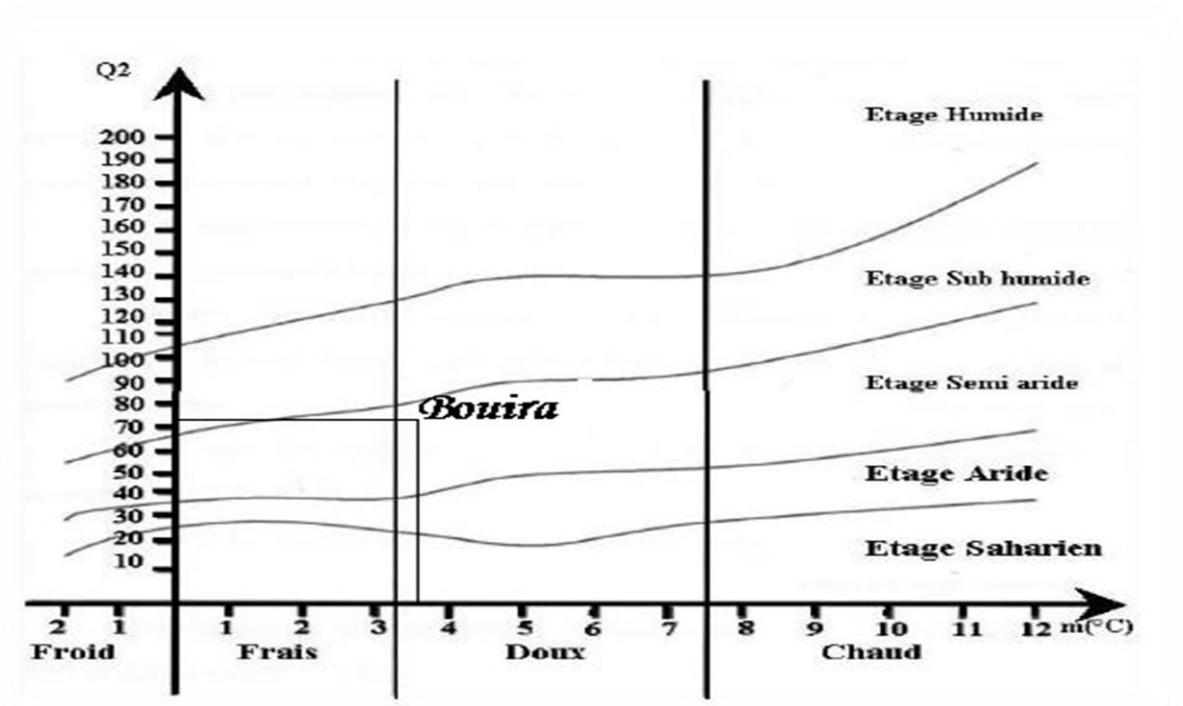


Figure N°18 : Diagramme d'Amberger de la zone de Bouira (1996-2010)

La zone de Bouira est située dans un étage semi-aride avec un hiver doux, la valeur de Q2 est de 70,36, avec une température minimale de 3,64°C.

5. Factures biotiques

5.1. Couvert végétal

La végétation dominante et ses formations sont celles qui protègent le sol forestier, et ce type de végétation constitue un défilé floral pour les différentes forêts de la zone, car ces formations végétales sont sujettes aux incendies.

Principales essences :

-Chêne liège : 2138Ha

-Pin d'Alep: 1046Ha

-Eucalyptus: 481Ha

-Thuya: 65Ha

-Autres (peuplier, orme et frêne): 10Ha (Conservation des forêts).

5.2. Faune

✓ **Mammifères** : 29 espèces ont été recensées dont plusieurs ont disparu. (Chacal, lièvre, Hyène, Sanglier...

✓ **Oiseaux** : 121 espèces recensées (Marelle, Colombe, *Milvus aegyptius*, étourneaux,.....

On retrouve aussi des reptiles, des batraciens, des mollusques.... (Conservation des forêts)

6. Choix des sites

Avec l'aide des forestiers, une investigation a été conduite dans les forêts de Bordj Okhriss dans le but de rassembler des informations générales sur l'état de dégradation des peuplements du Pin d'Alep, et de choisir les stations d'études selon des variables écologiques notées d'une station à l'autre. Le choix a porté sur trois stations renfermant d'importantes populations de scolytes. La synthèse des données des sites d'étude est regroupée dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Caractéristiques générales des sites d'étude

Stations	Oued Bechine Nord	Oued Bechine Sud	Djbel atach
Type de la forêt	Forêts naturelles	Forêts naturelles	Reboisement de Pin d'Alep
Etage bioclimatique	Semi aride	Semi aride	Semi aride
Altitude (m)	920	920	960
Latitude	36°03'22.50''	36°03'39.96''	36°02'38.22''
Longitude	3°58'03.05''	3°59'26.99''	3°59'25.61''
Superficies (hectares)	821	821	940

6.1. Description de la première et la deuxième station (Oued Bechine)

C'est une forêt d'une superficie de 821 hectares renferment un peuplement naturel, située à 920 m d'altitude. Le nombre d'arbres dans cette station est d'environ 658000 arbres, avec un âge moyen de 130 ans. Cette formation forestière est dominée par le pin d'Alep associé à d'autres espèces arborescentes telles le genévrier et le chêne vert et d'autres espèces arbustives comme le lentisque ainsi que des espèces herbacées. Cette station présente deux expositions Nord et Sud, les deux parties de la forêt (la partie Nord et la partie Sud) ont été considérées comme sites d'études (**Figure N°19**)

**Figure N°19 : Vue générale du versant de Oued Bechine**

(Originale 2023)

6.2. Description du la troisième station (Djbel atach)

Le site de Jbel Atach est situé à environ 3km de la station précédente (Oued Bechine), il est localisé au sommet d'une colline d'une altitude de 960 mètres, et s'étend sur une surface de 50 hectares. Cette forêt est issue d'un reboisement effectué en 2007, et le nombre d'arbres qu'elle contient est d'environ 926 000 arbres (Figure N° 20).



Figure N°20 : Vue générale de Djbel Atach (Bordj Okhriss) (Originale 2023).

7. Suivi de l'état sanitaire du pin d'Alep

Le travail expérimental a été réalisé, à partir du début de mois de Mars 2023 jusqu'au mois de juin 2023, soit une durée de quatre mois. Plusieurs sorties ont été effectuées au cours de cette période, afin de suivre l'état de dépérissement du pin d'Alep, et de récolter des échantillons pour un élevage et un suivi au laboratoire.

A partir du mois de Mars 2023, des sorties régulières ont été effectuées dans les trois sites d'études (Oued Bechine Nord, Oued Bechine Sud et Djbel Atach) de la région de Bordj Okhriss wilaya de Bouira, qui ont été signalés comme des foyers de scolyte (Figure N°21).



Figure N° 21: Vue générale de la forêt de Oued Bechine présentant des sujets attaqués par les scolytes (Originale, 2023).

8. Dispositif de surveillance

Les études de dépérissement sont généralement basées sur l'état de développement globale du volume de la cime (Mueller & Stierlin, 1999). En effet, la defoliation est l'un des principaux paramètres utilisés pour évaluer la santé des forêts et la mortalité des sujets (Dobbertin, 2005 ; Dobbertin & Brang, 2001).

Le dispositif de surveillance est installé dans les trois sites d'étude retenus, et un suivi mensuel a été effectué pour estimer l'état sanitaire des arbres et suivre l'évolution de leur dégradation (Figure N°22 et 23).



Figure N°22 : Carte d'échantillonnage des scolytes du pin d'alep oued bechine (Bordj Okhriss).

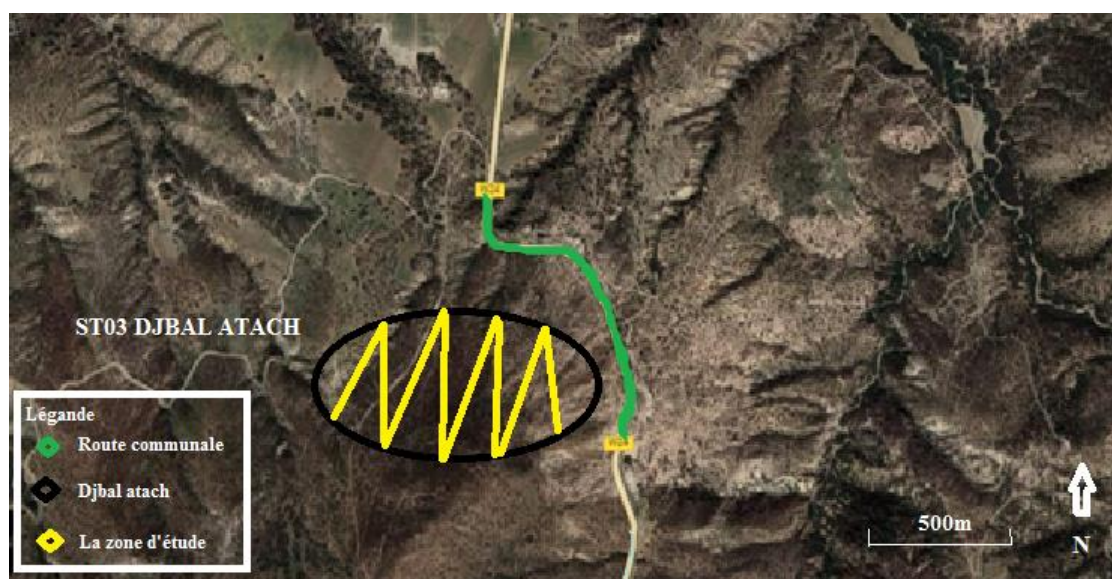


Figure N°23 : Carte d'échantillonnage des scolytes du pin d'alep Djbal atach (Bordj Okhriss).

Nous avons sélectionné aléatoirement 30 arbres dans chaque station (Figure N° 24 et 25). Les arbres sélectionnés ont été marqués, afin de suivre mensuellement l'évolution de la dégradation de leur feuillage, en attribuant des coefficients de dépérissement sur la base de la décoloration des feuilles.



Figure N°24 : Feuilles jaunes

Figure N°25 : Arbre mort (Originale, 2023)

9. Estimation des trous de scolytes

Vu le nombre importants de trous de scolytes, il est impossibles de les compter, alors nous avons procéder à un dénombrement des trous sur la partie de l'arbre situé à 1.30 m (Dallmeier, 1992).

10. Écorçage et prélèvement des larves

Au cours de nos sortie régulière, des parties de l'écorce de quelques arbres ont été prélevées à l'aide d'une hache et une Scie à main pour collecter les individus des différentes espèces sous l'écorce (figure N° 26).



Figure N° 26: Ecorçage des troncs (originale, 2023).

11. Identification des espèces scolytes

Au laboratoire, les individus récoltés au stade adulte sont identifiés en utilisant une loupe binoculaire, en suivant des clés de détermination.

12. Elevage des larves

Les individus récoltés au stade larvaire et nymphale sont mesurés puis mis en élevage dans des boîtes aérées mesurant (34.5 cm, 24.5 cm, 20 cm) , (40 cm, 28 cm, 24.5cm) en leur déposant des parties de l'écorce de l'arbre, puis l'évolution des cycles biologiques des larve est noté régulièrement. (Benazoun, 2010).

13. Etude biométrique

Une étude biométrique des longueurs des larves et les longueurs des différents stades est effectuée à l'aide d'un pied à coulisse (figure N° 27) (Elouard,1978).



Figure N° 27 : Un pied à coulisse (original 2023).

Résultats et discussion

1. Résultats de suivi de l'état sanitaire du pin d'Alep

1.1. L'évolution des différents taux de jaunissement des feuilles

1.1.1. Station 1 Oued Bechine (Nord).

La synthèse des résultats des sorties régulières dans la forêt d'Oued Bechine est regroupée dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°02 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles au cours du temps

Taux de jaunissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	6	0	0	0
25%	3	5	1	0
50 %	9	5	5	1
75%	6	10	9	11
100%	6	10	15	18

D'après le tableau précédent on constate que le jaunissement des feuilles s'accroît au cours du temps, la figure ci-dessous illustre l'évolution des différents taux de jaunissement de feuillage des arbres suivis au cours de la période de l'étude allant du début de mois de mars jusqu'au début de mois de juin.

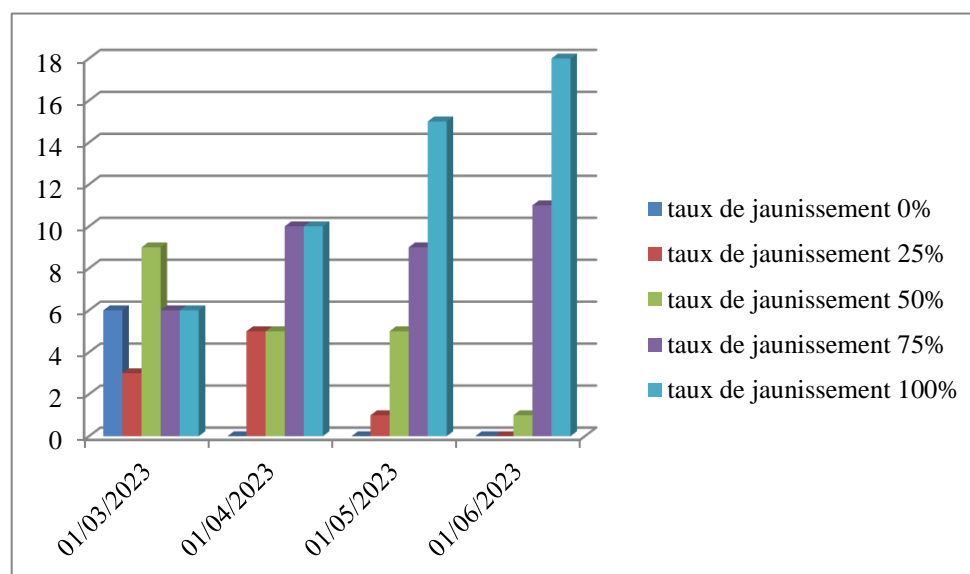


Figure N° 28 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (Oued Bechine Nord)

D'après la figure précédente nous remarquons qu'au cours de notre première sortie (01/03/2023) le nombre d'arbre à un taux de jaunissement de 100% et de 75% atteint 6 et 9 arbres respectivement. Depuis la deuxième sortie les taux de jaunissement sont en augmentation, les valeurs les plus élevées en été enregistrées au cours de la dernière sortie avec un nombre de 18 et 11 arbres pour les taux de jaunissement de 100% et 75% respectivement.

1.1.2. Station N° 2 Oued Bechine (Sud)

La synthèse des résultats des sorties régulières dans les forêts d'Oued Bechine Sud a permis de suivre le pourcentage de jaunissement des feuilles. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous (tableau N°03).

Tableau N°03 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles

Taux de jaunissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	0	0	0	0
25 %	5	3	1	0
50 %	5	4	3	1
75%	7	8	9	8
100 %	10	15	17	21

Les résultats montrent que les taux de jaunissement des feuilles augmentent au cours du temps, la figure 30 illustre les variations des taux de jaunissement enregistrés au cours de nos investigations.

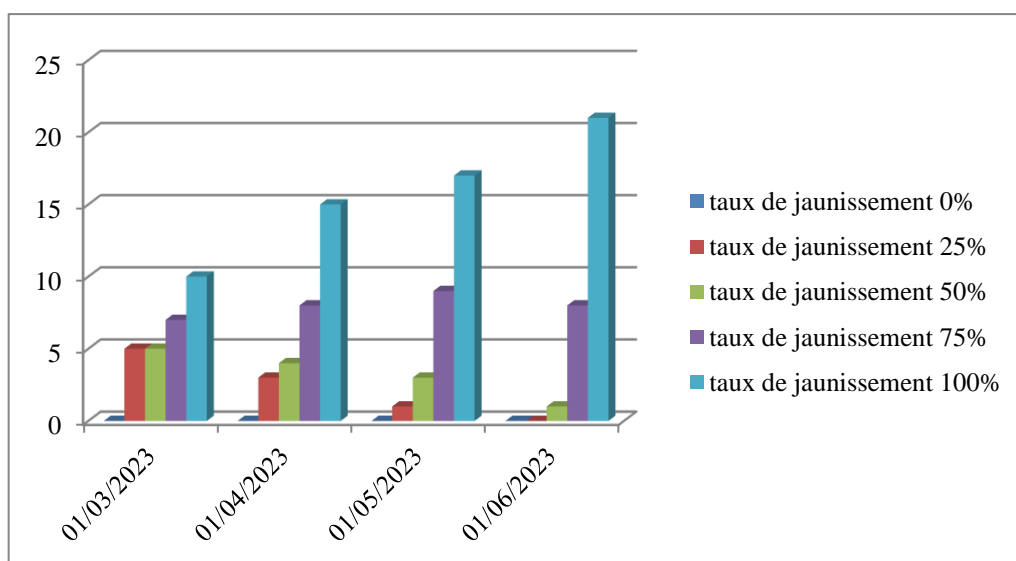


Figure N °29 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (Oued Bechine Sud).

La figure N°30 montre l'évolution des différents taux de jaunissement en fonction du temps. Nous remarquons que les pourcentages de jaunissement à 100% augmentent chaque mois.

1.1.3. Station N° 3 (Jbal Atach)

Les résultats de suivi et des sorties régulières dans les forêts de Jbal Atach ont permis de d'évaluer les pourcentages de jaunissement des feuilles, Ces résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (tableau N°04).

Tableau N°04: Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles

Taux de jaunissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	7	3	1	1
25 %	15	11	4	0
50 %	5	10	13	12
75 %	2	3	7	8
100 %	1	3	5	9

D'après les résultats obtenus, on constate que le jaunissement des feuilles augmente au cours du temps, la figure ci-dessous résume l'évolution des différents taux de jaunissement de feuillage des arbres suivis au cours de la période de l'étude (mars – juin 2023).

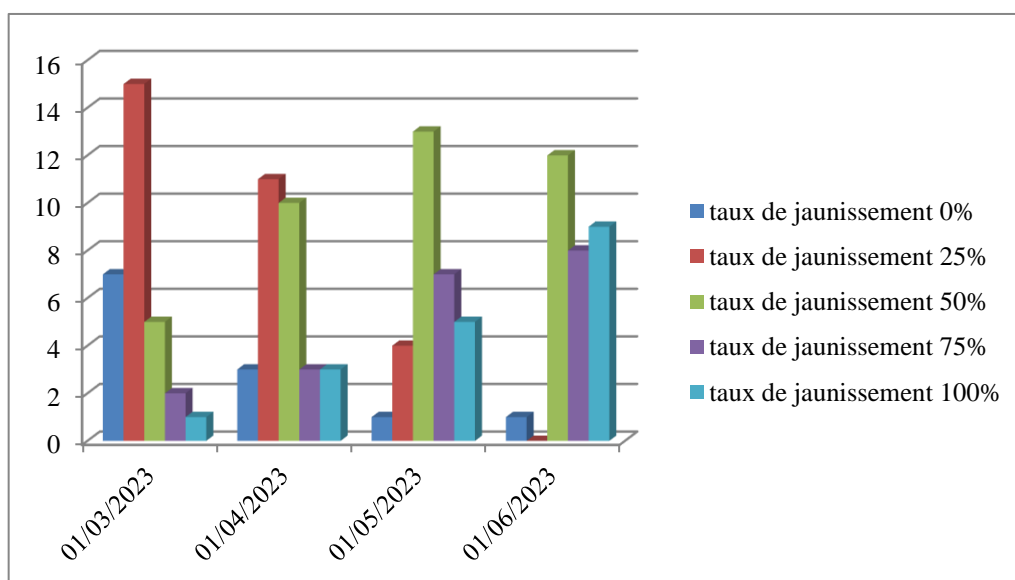


Figure N°30 : Evolution des différents taux de jaunissement des feuilles des arbres (DjbalAtach).

D'après la figure précédente, nous remarquons qu'au cours de notre première sortie (01/03/2023) le nombre d'arbre à un taux de jaunissement de 100% et 75% était 1 et 2 arbres respectivement. Depuis la troisième sortie les taux de jaunissement sont en augmentation, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours du mois de juin avec un nombre de 9 et 8 arbres pour les taux de jaunissement de 100% et 75% respectivement.

La figure suivante montre l'évolution de jaunissement des feuilles d'un arbre au cours de la période de suivi.



a : Etat de l'arbre lors de la première sortie
(Arbre vert)



b : Etat de l'arbre lors de la deuxième sortie
(Le début du jaunissement de l'arbre)



c : Etat de l'arbre lors de troisième sortie
(Arbre jaunâtre)



d : Etat de l'arbre lors de la quatrième sortie
(Jaunissement total)

Figure N°31: Evolution des taux de jaunissement d'un arbre du pin d'Alep pendant 4 mois

1.2. Evolution des différents taux de dépérissement (entre le mois de mars et le mois de juin)

1.2.1. Station 1 Oued Bechine (Nord)

Les résultats des observations effectuées régulièrement dans les forêts d'Oued Bechine Nord sont regroupés dans le tableau ci-dessous (Tableau N° 05).

Tableau N° 05 : L'évolution des différents taux de dépérissement

Taux de dépérissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	9	9	8	0
25 %	13	13	11	13
50 %	6	6	9	12
75 %	2	2	2	5
100 %	0	0	0	0

D'après ce tableau, on constate que le dépérissement des arbres est plus important au cours de la quatrième sortie, la figure ci-dessous résume l'évolution des différents taux de dépérissement des arbres suivis au cours de la période de l'étude allant du début du mois de mars jusqu'au début du mois de juin.

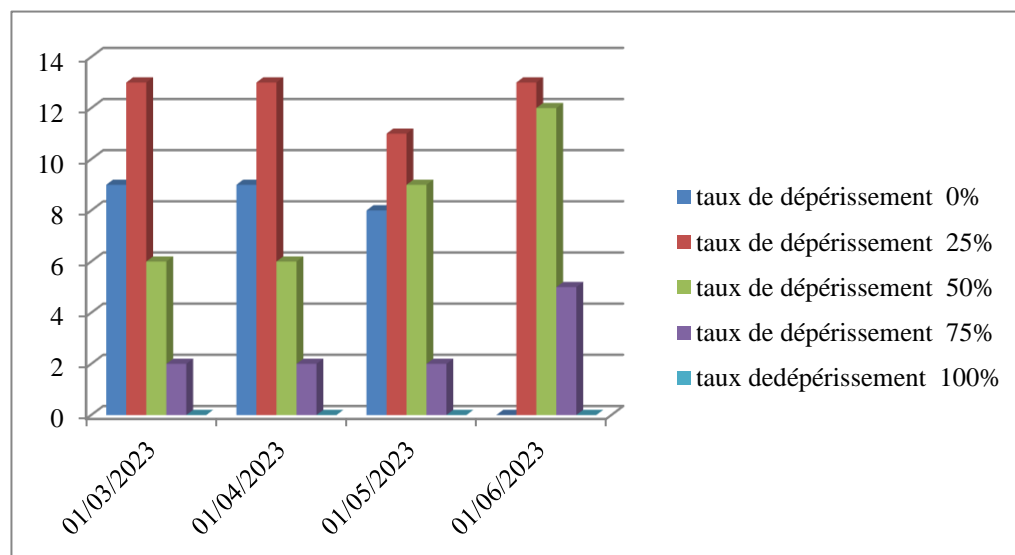


Figure N°32 : Evolution des différents taux de dépérissement des arbres
(Oued Bechine Nord).

La figure N°33 illustre l'évolution des différents taux de dépérissement en fonction du temps, Nous avons enregistré un faible taux de mortalité des arbres au cours de la première et de la deuxième sortie.

Depuis la troisième sortie les taux de dépérissement subissent une légère augmentation, les valeurs les plus élevées en été enregistrées au cours de la dernière sortie avec un nombre de 12 et 5 arbres pour les taux de dépérissement de 50% et 75% respectivement.

1.2.2. Station 2 Oued Bechine (Sud)

Les résultats des sorties régulières dans les forêts d'Oued Bechine Nord, sont regroupés dans le tableau ci-dessous (tableau N° 06).

Tableau N°06 : Evolution des différents taux de dépérissement

Taux de dépérissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	8	8	5	0
25 %	10	10	11	9
50 %	10	10	12	18
75 %	2	2	2	3
100 %	0	0	0	0

D'après le tableau précédent, les taux de dépérissement des arbres à 50% et à 75% augmentent au cours de la troisième sortie. La figure N°34 illustre les variations des taux de dépérissement enregistrés au cours de nos investigations.

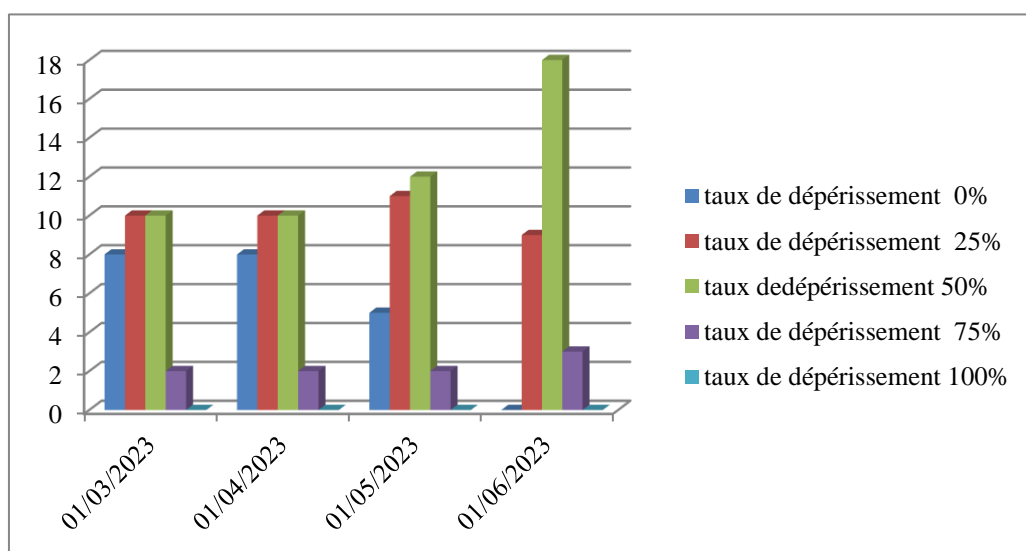


Figure N° 33: Evolution des différents taux de dépérissement des arbres dans la station d'Oued Bechine Sud.

D'après la figure N° 34 nous remarquons que le dépérissement des arbres évolue à un rythme faible. Vers la dernière sortie nous avons enregistré des taux importants de dépérissement de la classe 50%.

1.2.3. Station 3 (Jbal Atach)

Les résultats des sorties régulières dans les forêts de Jbal Atach sont regroupés dans le tableau ci-dessous (tableau N° 07).

Tableau N°07: Evolution des différents taux de dépérissement

Taux de dépérissement	01/03/2023	01/04/2023	01/05/2023	01/06/2023
0 %	22	22	16	11
25%	7	7	10	10
50%	1	1	3	8
75%	0	0	1	1
100%	0	0	0	0

D'après le tableau précédent, nous remarquons une légère augmentation des taux de dépérissement des arbres au cours de la quatrième sortie, la figure 35 illustre les variations des taux de dépérissement enregistrés au cours de nos investigations.

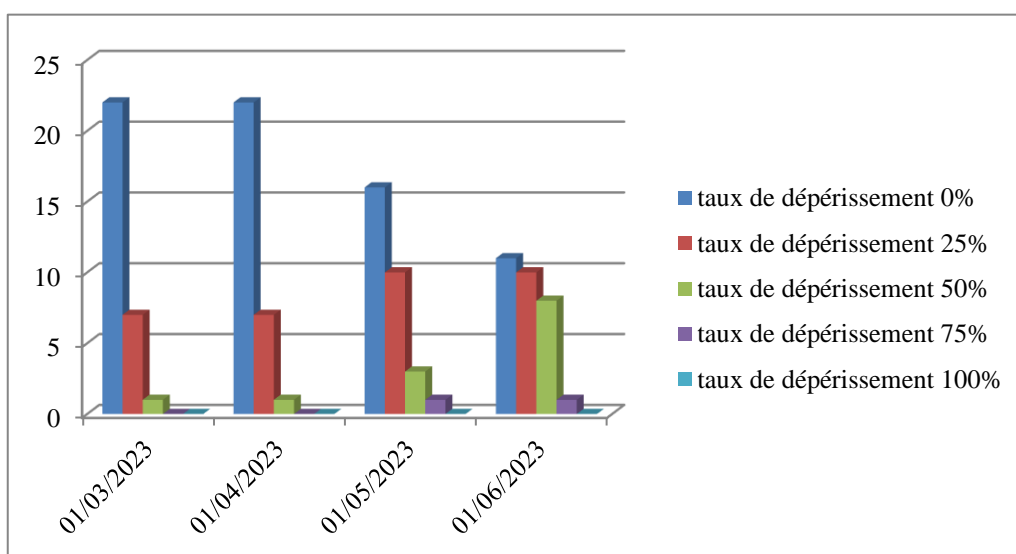


Figure N° 34 : Evolution des différents taux de dépérissement des arbres (Station Djbal Atach).

Nous avons enregistré un faible taux de mortalité des arbres pendant les trois premières sorties. Vers la quatrième sortie, le nombre d'arbre dont le taux de dépérissement est à 50% est de 8 arbres sur les trente arbres suivis.

2. Écorçage et prélèvement des larves

Des échantillons d'écorce ont été prélevés aléatoirement au niveau des trois stations étudiées. Après écorçage, les individus sous l'écorce ont été prélevés pour un élevage et une identification.

3. Identification des espèces scolytes

Les larves récoltées ont été mises en élevage au laboratoire. Les adultes collectés sont identifiés à l'aide des clés d'identification, puis confirmés par un entomologiste spécialiste.

3.1. Suivi de cycle biologique des larves de scolyte

Les espèces de scolytes présentent généralement plusieurs générations par année. Lors de notre première sortie à Bordj Okhriss le 1^{er} mars 2023, nous avons observé des scolytes aux stades de développement différents (tous stades confondus). D'après la bibliographie consultée, cette phase de développement correspond à la phase de reproduction. Lors de notre deuxième sortie effectuée le 1^{er} avril 2023, nous avons observé, en plus des différents stades larvaires des scolytes, des nymphes et des jeunes adultes. Nous avons également constaté l'absence d'œufs, ce qui nous a amené à conclure que la phase de reproduction et de ponte est achevée et que les scolytes sont en pleine phase de développement.

Le 1^{er} Mai 2023, nous avons observé tous les stades de développement des scolytes, ce qui indique le chevauchement entre les différentes générations. Lors de notre troisième sortie, le 1^{er} juin 2023 nous avons également observé les mêmes résultats que celle de la sortie précédente.

Ces investigations nous ont permis de définir le cycle de développement de l'espèce de scolyte *Tomicus piniperda*, dont les différentes phases de développement sont illustrées dans la figure N°36.

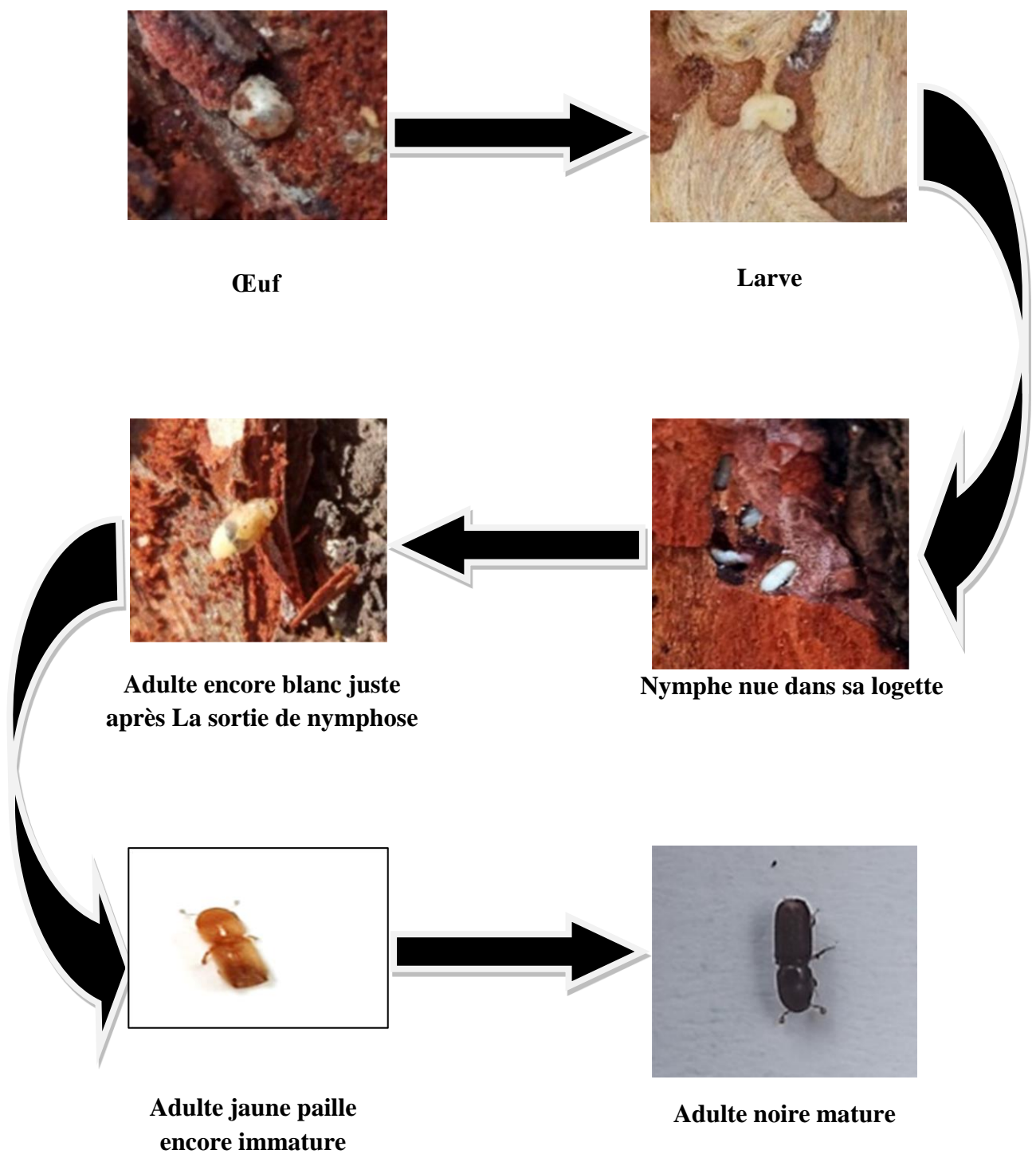


Figure N°36 : Cycle biologique des scolytes *Tomiscus Piniperda* (Originale, 2023)

3.2. Résultats de l'étude biometrique des larves

L'étude biométrique des longueurs des larves est réalisée sur 30 larves dans chaque station. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant (tableau N°08).

Tableau N°08 : Analyse descriptive de la biométrie des larves récoltées des station 1, 2 et 3

Paramètres étudiés	Station 1 : Oued Bechine (Nord)	Station 2 :Oued Bechine (Sud)	Station 3 : JbalAtach
Effectif des larve échantillonnés	30	30	30
Somme	121,3	96,4	84,2
Moyenne	4,043	3,21	2,89
Minimum	1,3	1,2	1,1
Maximun	6,9	6,2	6,2
Ecart-type	1,71	1,50	1,40

Les résultats de la biométrie effectuée sur des larves de scolytes récoltées dans les trois stations, montrent que les valeurs moyennes enregistrées dans les trois stations Oued Bechine Nord, Oued Bechine Sud et Jbel Atach sont de 4,043, 3,21 et 2,89 respectivement. Les valeurs extrêmes de la longueur des larves sont respectivement (1.3-6.9) mm et (1.2-6.2) mm pour les stations 01 et 02. Pour la station 3 elle est (1.1-6.2) mm.

4. Les ennemis naturels des scolytes identifiés au cours de nos investigations

Au cours de nos sorties sur le terrain, plusieurs espèces d'ennemis naturels ont été identifiées

4.1. *Crematogaster scutellari* : C'est une espèce de fourmi qui présente une large répartition dans le bassin méditerranéen, cette fourmi est facilement reconnaissable grâce à sa tête rouge et son abdomen en pointe. Cette espèce est très abondante sur les arbres morts dressés, et dans le bois perforé par des galeries d'insectes xylophages (Figure N° 37).



Figure N° 37: *Crematogaster scutellari*

4.2. *Aulonium ruficorne* :

Cette espèce d'insectes occupe les tiges de pin d'Alep infestées par les scolytes. Il passe la majeure partie de sa vie cachés à l'intérieur des galeries de scolytes, il joue un rôle très important dans la régulation des populations des ravageurs du pin d'Alep (Figure N° 38).



Figure N° 38 : *Aulonium ruficorne*

4.3. *Thanasimus formicarius* :

C'est une espèce prédatrice au cours de son stade larvaire, elle pénètre dans les galeries des scolytes et s'alimente des différentes espèces de scolytes à l'état larvaire sous l'écorce (Figure N° 39).



Figure N° 39 : *Thanasimus formicarius*

4.4. *Plexippus paykulli* :

C'est une espèce d'araignée prédatrice très active, elle s'alimente sur les larves des scolyte en développement (Figure N° 40).



Figure N° 40 : *Plexippus paykulli*

5. Estimation des nombres de trou de scolyte sur les arbres des trois stations prospectées

5.1. Analyse descriptives des résultats obtenus

Les résultats de dénombrements des trous des scolytes sur l'arbre à une hauteur de 1.30m sont regroupés dans le tableau N° 09.

Tableau 09 : Analyse descriptives des effectifs des trous de scolyte des stations 01, 02 et 03

Paramètres étudiés	Station 1 : Oued Bechine Nord	Station 2: Oued Bechine Sud	Station 3: JbelAtach
Effectif d'arbres Echantillonnés	30	30	30
Somme	5817	5669	2181
Moyenne	193,9	188,96	72,7
Minimum	90	80	0
Maximum	250	240	155
Écart-type	37,48	31,40	38,16

Les résultats du comptage des trous des scolytes du pin effectué dans les trois stations, montre que les valeurs moyennes des nombres des trous enregistrés dans les deux stations (Oued Bechine Nord et Sud) sont proches avec des valeurs respectives de 193.9 et 188.96 trous par contre dans la station 3 (Jbel Atach) la valeur moyenne enregistrée est 72.7 trous par arbre.

D'après les résultats obtenus, on constate que les deux premières stations sont plus infestées avec des effectifs de trous très importants. Les nombres totaux des trous dénombrés dans les stations N° 01 et 02 sont respectivement 5817 et 5669, alors que dans la station N° 03 il est de l'ordre de 2181.

Discussion

Les résultats du suivi de l'évolution des taux de jaunissement des feuilles des arbres de référence, montrent que ces taux ont connu une augmentation au cours de temps, cela s'explique par l'activité biologique des différentes larves en pleine croissance et activité, elle correspond à la saison de développement larvaire. En effet l'activité larvaire commence au début du printemps, au cours de cette période les scolytes causent le plus de dégâts en s'alimentant sur le tronc d'arbres, ce qui se traduit par une perturbation dans la circulation de la sève suivi par un jaunissement des feuilles et une défoliation. De même pour l'évolution de dépérissement, il a connu une accentuation au cours du temps cela s'explique par la perturbation dans l'alimentation des arbres. Même résultat a été enregistré par le chercheur Muller et Stierlin en 1990.

Le résultat du cycle de vie du scolyte montre que ce dernier s'installe sous l'écorce du pin d'Alep et y creuse des trous. Lors de chaque sortie, nous avons retrouvé presque tous les stades de développement du scolyte, allant des pontes jusqu'au stade adulte. Les résultats de toutes les sorties effectuées montrent un chevauchement de tous les stades de développement des scolytes. Ces résultats peuvent s'expliquer par la reproduction des scolytes tout au long de la période de suivi. Dans la même optique le chercheur Chakali, 2005 a relevé les mêmes résultats.

Au cours de l'écorçage des arbres, pendant les différentes sorties effectuées, nous avons constaté une activité larvaire très importante. Ces individus au cours de leur développement s'alimentent du bois et creusent des galeries, parmi les espèces du scolyte identifiées *Orthotomicus erosus* et *Tomicus destruens*. De même nous avons identifié un groupe d'ennemis naturels qui se développe en parallèle avec les larves des scolytes. Les espèces d'ennemis naturels prélevées sont ; *Crematogaster scutellari*, *Aulonium ruficorne*, *Thanasimus formicarius* et *Plexippus paykulli*, même diversité d'ennemis naturels que celle notée par Wermelinger et al, 2021. L'étude biométrique effectuée sur les larves de scolytes a révélé une longueur moyenne de 6.2 mm.

Le dénombrement des trous de scolytes effectué sur les troncs d'arbres dans les différentes stations au cours de la dernière sortie, a montré que dans les deux stations; Oued Bechine Nord et Sud les valeurs moyennes enregistrées sont voisines avec 193,9 et 188,96 trous respectivement. En revanche, dans la station 3 (Jbel Atach) la valeur moyenne enregistrée est de 72,7 trous par arbre, cela peut être expliqué par l'âge de peuplement et à la nature des forêts. En effet, les deux stations, Oued Bechine Nord et Sud renferment des arbres dont l'âge moyen est de 60 ans, alors que la station Jbel Atach est issue d'un reboisement et à l'âge des arbres est en moyen 16 ans. Même résultats est enregistré par le chercheur Dallmeier en 1992. De même nous avons remarqué que la présence des trous de scolytes est plus

importante sur les troncs d'arbres même dans la partie supérieure, et ils sont moins abondants dans les branches, car d'après la bibliographie consultée les espèces de scolytes identifiées s'attaquent préférentiellement aux troncs. Au cours de nos sorties nous avons remarqué importante présence de la cire dans les trous dans les deux stations Oued Bechine Nord et Sud par contre dans la station de Jbel Atach cette sécrétion est presque absente. Cela s'explique par l'importance de l'attaque des scolytes, et l'âge de peuplement.

Conclusion

Le dépérissement des peuplements forestiers est un phénomène complexe qui peut avoir diverses causes, telles que les aléas climatiques, qui affaiblissent les arbres et les rendent vulnérables aux attaques de ravageurs tels que les scolytes. Ces insectes sont particulièrement dangereux pour les peuplements de pins d'Alep et ont connu des infestations importantes dans la région de Bouira, en particulier dans la commune de Bordj Okhriss. Après leur attaque, les scolytes compromettent la santé des arbres et les rendent plus sensibles aux maladies virales et fongiques. La mort des arbres se manifeste par le jaunissement et la chute progressive des feuilles au fil du temps.

Après avoir effectué des recherches dans les stations d'Oued Bechine Nord et Sud, ainsi que dans la station Djbel Atach de Bourdj OKhris, nous avons recueilli les éléments suivants :

- Les stations 1 et 2 d'Oued Bechine Nord et Sud sont des forêts naturelles âgées de plus de 60 ans, et ce sont celles qui ont subi le plus de dommages. Leur écorce épaisse convient aux scolytes, ce qui explique leur vulnérabilité.
- La station 3, Jbel Atch, est une forêt boisée d'environ 15 ans, qui est moins endommagée que les forêts naturelles. En effet, son écorce moins épaisse ne convient pas aux scolytes, ce qui limite les dégâts.

Il est essentiel de mener des études plus approfondies afin de contribuer à la réduction de ces insectes nuisibles, ainsi que pour comprendre les méthodes préventives et thérapeutiques visant à minimiser les dommages causés et assurer la protection et la conservation de nos forêts. Ces études permettraient de développer des stratégies efficaces pour prévenir les infestations et traiter les zones touchées, tout en préservant l'équilibre écologique des écosystèmes forestiers. En comprenant mieux le comportement et les cycles de vie des scolytes, il serait possible de mettre en place des mesures de prévention adaptées, telles que la gestion intégrée des ravageurs, la surveillance continue des populations de scolytes, ainsi que l'utilisation de méthodes biologiques ou de produits chimiques ciblés de manière raisonnable. En outre, la sensibilisation du public et l'éducation sur l'importance de la protection des forêts et des mesures de lutte contre les ravageurs seraient également des aspects clés de ces études approfondies.

Les références bibliographiques

1. Abdelatif, B. (2021). *Etat sanitaire de la pinède de la région de Mansourah (Wilaya de Bordj Bou Arréridj)*.
2. Abloul, D., & Ismahane, L. (2020). *Les propriétés de Pinus Halepensis Mill.*
3. Alexandrian, D., & Rigolot, E. (1992). Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, 13(3), 185-198.
4. Assmaa, D. A., Said, D. L., & Najib, P. G. (2011). Production, croissance et modèles de conduite sylvicoles des principales essences (le pin maritime et le pin d'Alep) de reboisement au Maroc. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 68-84.
5. Atkinson, T. H. (2019). Escarabajos descortezadores y ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) de Sonora, México. *Dugesiana*, 26(1), 41-49.
6. Benazoun, A. (2010). "Effet de la plante hôte sur le développement de Ruguloscolytus amygdali Guerin (Coleoptera, Scolytidae)." Revue Marocaine de Protection des Plantes(1).
7. Benfekih, L., et al. (2011). Central Saharan populations of Locusta migratoria cinerascens (Orthoptera: Acrididae) in irrigated perimeters: is it a recent colonisation event? Annales de la société entomologique de France, Taylor & Francis.
8. Benia, F. (2018). *Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (Quercus ilex L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives*
9. Bensalem Reguia, S. R. (2019). Contribution à l'inventaire de la faune acridienne (Orthoptera, Caelifera) dans la région de Bordj Bou Arreridj, Algérie.
10. Bentouati, A., & Bariteau, M. (2005). Une sylviculture pour le pin d'Alep des Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 26(4), 315-321.
11. Bentouati, A. (2006). *Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis M.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès)*. Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des sciences.

12. Bernard, P. (2013). *Le pin d'Alep en France: 17 fiches pour connaître et gérer*. Editions Quae.
13. Bouguenn, S. *Diagnostic écologique mise en valeur et conservation des pineraies de pinus helepensis de la région de Djerma nord est du par national de Belezma Batna*. Université de Batna 1-Hadj Lakhder.
14. Boutte, B., Durand-Gillmann, M., & Boivin, T. (2013). Surveillance phytosanitaire: dix problèmes à connaître. *Le pin d'Alep en France: 17 fiches pour connaître et gérer*, 28.
15. Ben ettou, H. (2013). Analyse écologique des arthropodes dans trois différents milieux de la vallée d'Ouargla et la vallée d'Ouad Rhig.
16. Carrega, P. (2003). "Le climat aux échelles fines." Publications de l'Association internationale de Climatologie **15**: 19-30.
17. Chakali, G. (2005). "L'Hylésine des Pins, Tomicus destruens Wollaston 1865 (Coleoptera-Scolytidae) en Zone Semi-Aride (Algérie)." Silva Lusitana 13(1): 113-124.
18. Chakroun, M. (1986). Le pin d'Alep en Tunisie. *Options méditerranéennes*, 1, 25-27.
19. Charre, J. (1997). "Dessine-moi un climat. Que penser du diagramme ombrothermique?" Mappemonde 46(2): 29-31.
20. Chevez, M. M. (2019). *Diversité des Scolytes: Coléoptère, Curculionidae, Scolytinae et leurs champignons associés dans l'écosystème forestier d'Equateur*. Université Montpellier.
21. Cochereau, P., & Potiaroa, T. (1994). Lutte biologique contre le scolyte de la graine du caféier *Hypothenemus hampei* Ferr. *Coleoptera: Scolytidae) en Nouvelle-Calédonie*. ORSTOM, Nouméa.
22. Dahmane, M. (1986). Les produits du Pin d'Alep en Tunisie. *Options méditerranéennes*, 157-161.
23. Dallmeier, F. (1992). Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots, Unesco, Paris (Francia).

24. Deglow, E. K., & Borden, J. H. (1998). Green leaf volatiles disrupt and enhance response to aggregation pheromones by the ambrosia beetle, *Gnathotrichus sulcatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Canadian Journal of Forest Research*, 28(11), 1697-1705.
25. Dellouli, S. (2006). *Ecologie de quelques groupes de macro-Arthropodes (Coléoptéra–Araneae) associés à la composition floristique en fonction des paramètres; altitude-exposition, cas de la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa)*. جامعة الجلفة.
26. Dobbertin, M. and P. Brang (2001). "Crown defoliation improves tree mortality models." *Forest Ecology and Management* **141**(3): 271-284.
27. Dobbertin, M. (2005). "Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review." *European Journal of Forest Research* **124**: 319-333.
28. Dumas, D. (2008). "Estimation de l'influence de la couverture forestière sur les pluies en montagne: exemple du massif de la Chartreuse." *Revue forestière française* **60**(6): 711-726.
29. Elouard, J.-M. (1978). "Identification biométrique des stades larvaires de *S. damnosum* sl et de *S. ardesi* (Diptera: Simuliidae)." *Tropenmed Parasit* **29**: 183-187.
30. Ghougali, F. (2011). Contribution à l'évaluation de la diversité et du contrôle génétique de la croissance et de la fructification chez les pins de types halepensis (*Pinus brutia*–*Pinus halepensis*): Mémoire présenté pour obtenir le diplôme: Biologie et Ecologie pour la Forêt
31. Hafsi, A., Bouderbala, I., & Rached Kanouni, M. (2022). Caractérisation et analyse de la structure de pin d'Alep de la forêt d'El Hamimet (Oum El Bouaghi).
32. Hani, I., & Rached Kanouni, M. (2022). Caractérisation et valorisation du pin d'Alep.
33. Hébrard, J.-P. (1984). Contribution à l'étude du peuplement bryophytique des pinèdes de pin d'Alep sur substrat calcaire dans les Bouches-du-Rhône et le Var sud-occidental. *Ecologia mediterranea*, 10(1), 183-203.

34. Husson, R., & Stauder, F. (1955). Lutte chimique contre le scolytite de l'épicéas «Dendroctonus micans». *Revue forestière française*(7), 534-538.
35. Kadik, B. (1987). *Contribution à l'étude du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie: écologie, dendrométrie, morphologie*: Office des Publications Universitaires.
36. Khouja, M., Taghouti, I., Ayari, A., Elaieb, M. T., Fezzani, T., Souayah, N., & Khouja, M. L. Intérêt forestier et principales caractéristiques biologiques et écologiques du pin d'Alep en Tunisie. *Le Pin d'Alep en Tunisie: Ecologie, Gestion et Usages*, 8.
37. Maidi Nacera, R. C. (2022). *Biologie de quelques espèces de Scolytidae et leurs ennemis naturels dans les pinèdes de Djelfa*. Université Ziane Achour/Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
38. Mezali, M. (2003). Rapport sur le secteur forestier en Algérie, 3ème session du Forum des Nations Unies sur les forêts. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts, Alger*.
39. Mirault, J. (1990). Les contraintes phytosanitaires en forêt méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 12(4), 569-572.
40. Morelet, M., Thibault, J., & Renoux, J. (1987). La maladie chancreuse du pin d'Alep (II). Recherche de moyens d'intervention. *Forêt méditerranéenne*, 9(2), 119-126.
41. Muller, E. and R. Stierlin (1990). "Tree crown photos (with percentages of foliage loss)." Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research.
42. Nahal, I. (1962). Le Pin d'Alep (*Fines halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières*, 19(4), 477-688.
43. Oussama, M. *Contribution à l'étude de la productivité du pin d'Alep dans la forêt domaniale de Sebdou (W. Tlemcen)*.
44. Podoler, H., Mendel, Z., & Livne, H. (1990). Studies on the biology of a bark beetle predator, *Aulonium ruficorne* (Coleoptera: Colydiidae). *Environmental Entomology*, 19(4), 1010-1016.
45. Quezel, P., & Barbero, M. (1992). Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 13(3), 158-170.

46. Quezel, P. (1986). Les pins du groupe «Halepensis»: écologie, végétation, écophysiologie. *Options Méditerranéennes, 1*, 11-23.
47. Ramade, F. (1984). "Effet d'une pollution chronique des eaux continentales sur la structure d'un peuplement." Exposé présenté le 16: 3-1984.
48. Rathgeber, C., Blanc, L., Ripert, C., & Vennetier, M. (2004). Modélisation de la croissance en hauteur du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en région méditerranéenne française. *Ecologia mediterranea, 30*(2), 205-218.
49. Sahnoune, F. S., & CHIBANE, M. (2018). La distribution des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin d'Alep *Thaumetopoea pityocampa* dans la région de Sour El Ghoulane.
50. Sarra, T. *Contribution à l'étude du dépérissement du pin d'Alep Pinus halepensis Mill.(Symptôme, cause et traitement) cas de la forêt de Draa El-Aoud à Mecheria (Wilaya de Naâma).*
51. Seigue, A. (1985). *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes*: Maisonneuve et Larose Paris, France.
52. Selami, Z., & Saadia, O. (2022). *Etude des dégâts des espèces des scolytes sur les sujets de pin d'Alep dans la forêt naturel de Senalba Chergui et moyen de lutte préconisé*. Université Ziane Achour/Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
53. Serra, L. (1953). "La mesure correcte des précipitations-Pluviomètre horizontal et pluviomètres inclinés." La Houille Blanche: 152-158.
54. Sghaier, T., & Ammari, Y. (2012). Croissance et production du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Tunisie. *Ecologia mediterranea, 38*(1), 39-57.
55. Vennetier, M., Ripert, C., Brochiéro, F., Rathgeber, C., Chandiooux, O., & Estève, R. (2010). Évaluation de la croissance du pin d'Alep en région méditerranéenne française. *Revue forestière française, 2010*(5), 11 p.
56. Wahid, N., Joudire, H., Lamhamedi, M. S., El Abidine, A. Z., & Boulli, A. (2010). Évaluation de la structure et de la variabilité génétiques des populations naturelles du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) au Maroc à l'aide de marqueurs isoenzymatiques. *Acta botanica gallica, 157*(3), 419-431.
57. Wermelinger, B., & Schneider-Mathis, D. (2021). Les ennemis naturels des scolytes. *WSL Notice pour le praticien*,(67), 479-498.

Résumé

L'objectif de cette étude est de fournir des informations sur le dépérissement de pins d'Alep dans la région de Bourdj Okhris, située dans la wilaya de Bouira. L'étude s'est particulièrement intéressée aux scolytes et à leur répartition en fonction de différentes variables telles que la nature des forêts, l'âge des arbres et l'exposition. La recherche a été menée entre le 1er mars et le 1er juin 2023 dans trois stations, à savoir Oued Bechine Nord et Sud, ainsi que Jbel Atach. Les résultats obtenus indiquent que les ravageurs affectent principalement les peuplements naturels. Au cours de nos investigations, deux espèces de scolytes ont été identifiées ; *Orthotomicus erosus* et *Tomicus destruens*. De même Plusieurs espèces d'ennemies naturels ont été identifiées, elles se développent en parallèle avec les larves de scolytes.

Mots clés : jaunissement, dépérissement, *Pinus halepensis*, Scolyte du pin d'Alep, Bouira, Sour El Ghozlane, Bourdj Okhriss

Abstract

The objective of this study was to provide information on the decline of pine trees in the BourdjKhris region, located in the Bouira province. The study specifically focused on bark beetles (scolytes) and their distribution based on different variables such as forest type, tree age, and exposure. The research was conducted between March 1st and June 1st, 2023, at three stations: Oued Bechine North and South, as well as JbelAtach. The results obtained indicate that the pests primarily affect natural stands.

Keywords: yellowing, decline, *Pinus halepensis*, Aleppo pine bark beetle, Bouira, Sour El Ghozlane, Bourdj Okhris.

ملخص : تهدف هذه الدراسة إلى تزويد المعلومات حول مرض الصنوبر في منطقة برج خريص، التي تقع في ولاية البويرة. تركز الدراسة بشكل خاص على خنفساء اللحاء وتوزيعها بناءً على متغيرات مختلفة مثل طبيعة الغابات وعمر الأشجار والتعرض. تم إجراء البحث بين 1 مارس و 1 جوان 2023 في ثلاث محطات، وهي وادي بشين شمالاً وجنوباً، وجبل عطش تشير النتائج المتحصل عليها إلى أن الآفات تؤثر بشكل رئيسي على الأشجار الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: اصفرار ، موت ، صنوبر الحلبي ، خنفساء لحاء الصنوبر ، البويرة ، صور الغزلان ، برج خريص.