



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 محمد البشير الإبراهيمي

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية العلوم الطبيعية والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences agronomique



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Science Agronomiques
Spécialité : Protection des Végétaux

Intitulé:

**Evaluation des infestations de la chenille processionnaire du pin :
Thaumetopoea pityocampa (Lepidoptera : Denis & Shiffermuller, 1775)
dans quelques biotopes forestiers de la région de Bordj Bou Arreridj.**

Présenté par :

*Ghersallah Mohamed-El-Amine ;
Souici Nabil*

Soutenu le 25/ 06 / 2023, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M ^{me} Bourahla A.	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Encadrant :	M ^{me} Ziouche S.	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Co-Encadrant :	M ^{elle} Boukhari A.	Doctorante	Faculté SNV, Univ. de Boumerdes.
Examineur :	M ^r Khoudour A.M.	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année universitaire : 2022/2023

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je dédie ce travail à

Mes Chers

Parents Mohammed El Salah et Me Berkha qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite et m'ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.

A mes frères: Khalil, Ouaisse Sofiane et Yacine merci pour son encouragement, ton aide et surtout ta présence dans les moments les plus difficiles.

A mes sœurs: Meriem, Karima, Soumia et Nacira pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique

A mes chères amies spécialement Ay merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

Aussi, Je tiens à exprimer ma sincère gratitude ainsi que mes vifs remerciements à mon encadreur Mme: Boukhari Afaf dont les conseils et les orientations m'ont été bénéfiques et qui m'ont permis d'achever avec brio et succès ce mémoire modeste mais valeureux.

Ghersallah Med amine

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je dédie ce travail à

Mes Chers

*Parents **Messaouda** et **Abdelalaziz** qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite et m'ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*A mes sœurs : **kodes** et ma belle-soeurs: **serine** pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.*

*A ma chère amie et ma force **Bouchra** pour les encouragements tout au long de mon parcours universitaire.*

*A mon chère ami **AMINE** pour ses encouragements et ses aides tout au long de ce travail.*

*A mes chères amies : **Ilyas, Aymen , Anis , Amir** merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.*

*A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi
Merci à tous de m'aider à devenir meilleur.*

Remerciements

*En tout premier lieu, nous remercions le **Dieu**, pour tout puissant, de nous avoir donné la force, le courage, la volonté ainsi que la patience pour dépasser toutes les difficultés.*

*Nos premiers remerciements vont à l'ensemble des membres pour l'honneur qu'ils nous ont fait pour avoir accepté de faire partie de ce jury en acceptant d'examiner et d'évaluer ce mémoire. Sincèrement à Madame **BOURAHLA A.** la présidente de jury, et Monsieur **KHOUDOUR A.M.** l'examineur de ce travail et en même temps notre professeur.*

*Nous adressons également nos remerciements à notre encadrante Madame **ZIOUCHE S.** pour avoir accepté de nous encadrer et nous encourager à progresser et nous faire apprécier notre spécialité.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre Co-encadrante, mademoiselle **BOUKHARI A.**, pour son suivi attentif et ses précieux conseils tout au long de notre mémoire. Sa disponibilité et son expertise ont été d'une grande valeur pour notre travail.*

Je remercie également, avec une même intensité, toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Résumé

Introduction Générale	1
Chapitre I : Matériels et méthodes	3
1. Objectifs	4
2. Présentation des stations d'études	4
2.1. La zone forestière de Boumegued	5
2.2. La zone forestière de bordj Zemoura.....	5
2.3. La zone forestière d'El Mhir « Bibane ».....	6
3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....	7
3.1. Le climat de la wilaya de bordj Bou Arreridj.....	7
3.2. La température des stations d'études.....	7
3.3. Précipitation des stations d'étude	8
4. Méthodes d'études.....	11
4.1 Choix des stations d'étude.....	11
4.2. Méthodologie d'échantillonnage.....	11
4.3. Analyse statistique.....	11
Chapitre II : Résultats et discussion	13
1. Évaluation des taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>).....	14
1.1. Mesures quantitatives	14
2. Étude de l'effet de l'altitude sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire <i>T pityocampa</i>	15

3. Effet des directions cardinales sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire <i>T. pytiocampa</i>	16
4. Effet de la hauteur des arbres sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire <i>T.pytiocampa</i>	17
4.1. Dénombrement des nids d'hiver la chenille processionnaire <i>T. pityocampa</i> en fonction de la hauteur des arbres.....	18
5. Discussion	18
5.1. Effet de l'altitude sur le nombre des nids d'hiver de la chenille processionnaire <i>T. Pityocampa</i>	18
5.3. Effet de la hauteur des arbres sur les taux d'infestation.....	19
Conclusion.....	22
Références bibliographique	23

Liste des tableaux

Tableau 01: Indices d'infestation de la présence des nids de <i>T. pityocampa</i> dans la forêt de «Boumergued ».....	14
Tableau 02: Indices d'infestation de la présence des nids de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> dans la forêt de « El-Mhir »	14
Tableau 03: Indices d'infestation de la présence des nids de la CP dans la forêt de «Zemmoura».....	15

Liste des figures

Figure 01 : Localisation géographique des forêts de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	04
Figure 02 : Carte de la forêt de Boumergued.....	05
Figure 03 : Carte du foret de Bordj Zamoura.....	06
Figure 04 : Carte de la forêt de station Bibans commune El-Mhir	06
Figure 05 : Variation des moyennes des températures mensuelles des régions étudiée.....	08
Figure 06 : Variation des moyennes des précipitations mensuelles des régions étudiées	09
Figure 07 : Diagrammes ombrothermiques de Gaussen des régions étudiées	10
Figure 08 : Taux d'infestation de chenille processionnaire dans les forêts étudiées.....	15
Figure 09 : Nombres moyens des nids d'hiver par arbre en fonction d'altitude des stations	16
Figure 10 : Variation du nombre des nids selon leurs directions cardinales.....	17

Liste d'abréviations

ANOVA : Analyse de la variance

BBA : Bordj Bou Arreridj

C° : Celsius

CP : chenille processionnaire

Cm : Centimètre

LS : Least square « estimation des moyennes »

Km : Kilomètre

Km² : kilomètre carré

T : température

M : Mètre

Mm : Millimètre

% : Pourcentage

P : Précipitation.

F : Fisher

N : nord

E : est

W : ouest

S : sud

Tab : Tableaux

Fig. : Figure

< : inférieur

χ^2 : Khi-deux

Bt : *Bacillus Thurengiensis*

Introduction générale

Introduction Générale

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est une espèce végétale répandue dans la région méditerranéenne, couvrant 3,5 millions d'hectares (Quezel, 1986) et représentant 35% des surfaces boisées de l'Algérie du Nord selon Bentouati.A et *al.*, (2005). Cependant, cette espèce présente une faible résistance aux incendies. En effet, les cônes de pin d'Alep se brisent facilement, ce qui contribue à la propagation rapide du feu par projection (Alexandrian et Rigolot, 1992).

Il appartient à la famille des *Pinaceae*. Il fait partie du règne végétal et plus spécifiquement de l'embranchement des *Spermatophytes* (Nahal, 1962). Il joue un rôle important dans l'écosystème forestier. Le pin d'Alep se distingue par son apparence majestueuse, avec son tronc droit et ses branches étalées formant une couronne dense (Bernard, 2013). Ses aiguilles sont de couleur vert clair et dégagent un parfum distinctif qui remplit l'air des forêts méditerranéennes (Gauquelin, 2021). En plus de sa beauté, cet arbre possède également des qualités remarquables, notamment sa résistance à la sécheresse et son adaptation aux sols pauvres (Bernard, 2013). Le pin d'Alep joue un rôle écologique crucial en fournissant un habitat à de nombreuses espèces animales et en contribuant à la préservation de la biodiversité (Bentouati, 2006). De plus, il est également apprécié pour ses utilisations pratiques, notamment dans l'industrie du bois et dans la production de résine (Bouchou 2015; Bouzar-Essaidi 2021).

Selon les études de Haack (2004) et Mirault et Regad (1992), parmi les principaux insectes ravageurs du pin d'Alep, on compte la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), le scolyte méditerranéen (*Orthotomicus erosus*), ainsi que les cochenilles des aiguilles (*Leucaspis sp*) et l'Hylésine des pins (*Tomicus piniperda ou destruens*) (Mirault et Regad, 1992). D'autres scolytes tels que *Tomicus minor* et *Orthotomicus erosus* peuvent également s'attaquer au pin d'Alep, mais la chenille processionnaire est considérée comme le bioagresseur le plus préjudiciable (Chenchouni et *al.*, 2010).

La chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) est une espèce de chenille qui vit en étroite relation avec le pin d'Alep (Chenchouni et *al.*, 2010). Elle passe par deux phases principales dans son cycle de vie. La phase souterraine, où les chenilles se nymphosent à l'intérieur de cocons de soie dans le sol ou des endroits protégés, et la phase aérienne, où les

Introduction

chrysalides se transforment en papillons adultes qui se reproduisent et pondent des œufs sur les aiguilles des pins. La phase aérienne est essentielle pour assurer la reproduction et le démarrage d'un nouveau cycle de vie pour les chenilles (Bouchou, 2015).

La chenille processionnaire du pin peut causer d'importants dégâts aux peuplements de pins, notamment le pin d'Alep (Schvester, 1990). Les arbres subissent une défoliation, une diminution de leur croissance et de leur résistance (Bouhot-Delduc et Lévy, 1994). Les poils urticants des chenilles représentent un danger pour la santé humaine (Kaszak *et al.*, 2015).

Le taux d'infestation varie en fonction des conditions météorologiques, de la disponibilité de la nourriture et des interactions avec les prédateurs. Une surveillance régulière et des mesures de lutte respectueuses de l'environnement sont essentielles pour minimiser les dégâts et protéger les écosystèmes forestiers (Robinet, 2006).

Il est essentiel de comprendre l'état actuel du taux d'infestation de la chenille processionnaire pour évaluer l'ampleur de son impact sur les écosystèmes forestiers. En examinant de près les tendances récentes du taux d'infestation, nous pourrions mieux comprendre l'évolution de cette menace et élaborer des stratégies de gestion appropriées.

Les prochains chapitres se concentreront sur l'évaluation du taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin d'Alep, en analysant les facteurs qui influencent sa propagation, en réalisant une surveillance de cette espèce pour contribuer à la lutte contre ce ravageur. En comprenant mieux l'état du taux d'infestation de la chenille processionnaire, nous pourrions prendre des mesures plus ciblées et efficaces pour protéger les peuplements de pin d'Alep et préserver la santé de ces écosystèmes précieux.

Chapitre I

Matériel et méthodes

1. Objectifs

Notre étude vise à explorer les taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin d'Alep dans différents sites forestiers. Dans cette optique, nous avons établi plusieurs objectifs pour atteindre notre but. Nous cherchons à :

- Évaluer la gravité de l'infestation de la chenille processionnaire dans les différents sites forestiers étudiés.
- Comparer le niveau d'infestation de la chenille processionnaire entre les différents sites forestiers étudiés on se basant sur plusieurs facteurs.

2. Présentation des stations d'études

Notre étude a été menée dans trois zones forestières de la forêt de Bordj Bou Arreridj, situées dans l'est de l'Algérie. Le choix de ces zones a été effectué en prenant en compte plusieurs facteurs, tels que l'altitude de la région et le climat. Selon les données de la Direction Générale des Forêts elle couvre une superficie de 80 799 hectares (Conservation des forêts, BBA. 2016)

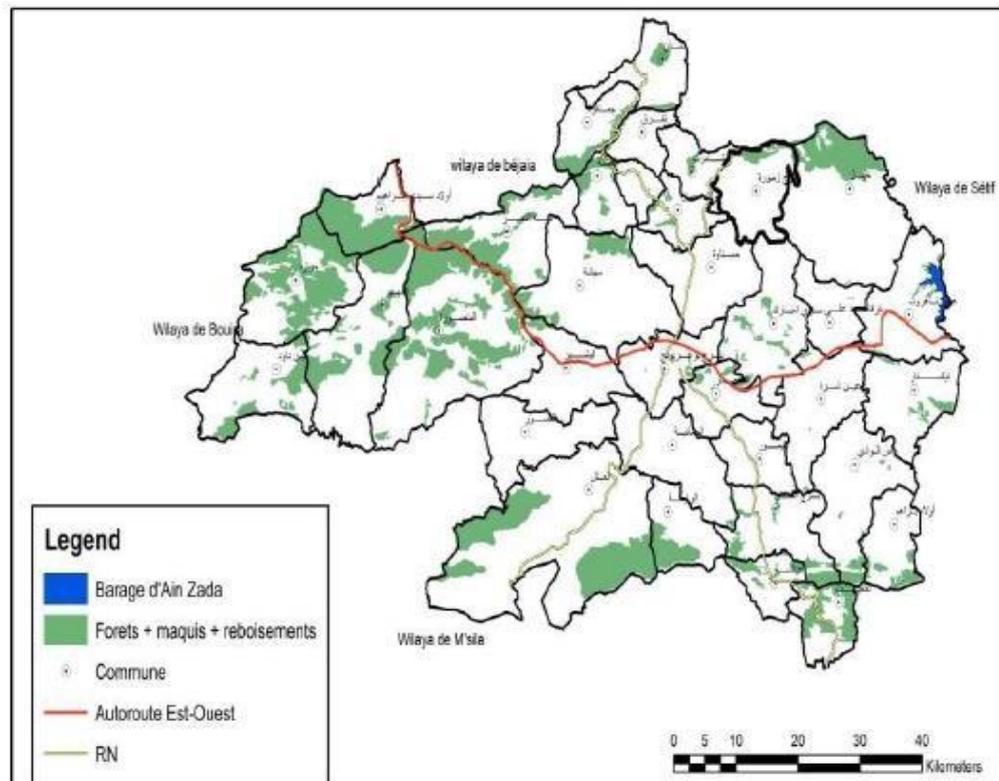


Figure 01 : Localisation géographique des forêts de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj
(Conservation des forêts, BBA. 2016)

2.1. La zone forestière de Boumergued

2.1.1. Situation géographique

La forêt de Boumergued, située à la limite Est de Bordj Bou Arreridj, s'étend sur une superficie de 6,5 hectares avec une altitude de 940 mètres forêts (« Conservation des forêts, BBA. » 2016). Elle est entourée de terres cultivées et de pâturages. Cette forêt est principalement composée de pins d'Alep qui représentent environ 95% de la couverture forestière (Boulal, 2018).

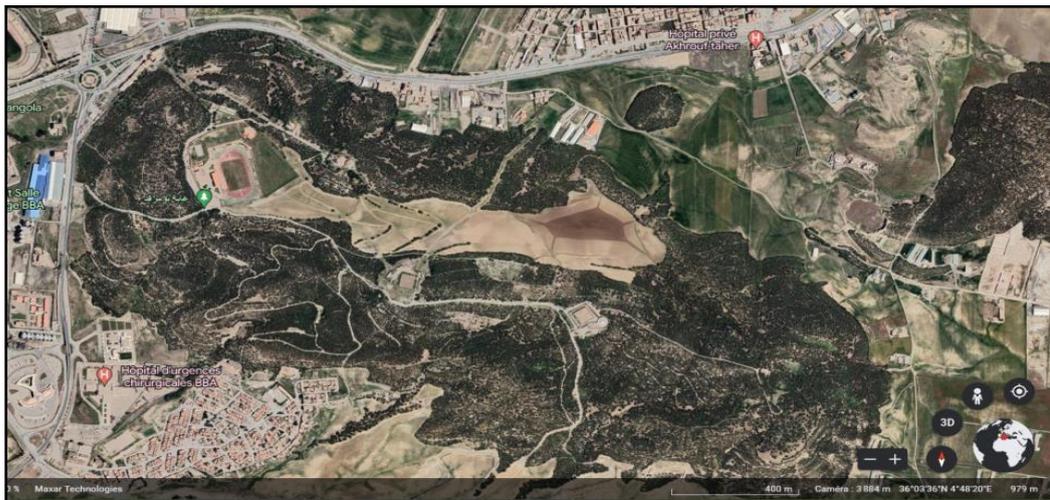


Figure 02: Carte de la forêt de Boumergued (Google earth, 2023).

2.2. La zone forestière de bordj Zemoura

2.2.1. Situation géographique

Bordj Zemmoura est une commune de la Wilaya de BBA, Algérie, située à environ 30 km au nord-est de la wilaya. Elle couvre une superficie totale de 89 km² et est située dans la partie nord-est de la wilaya. Elle est limitée au nord par Guenzet et Harbil (wilaya de Sétif), au sud par Ouled Dahmane et Hasnaoua, à l'est par Khelil et Sidi Mbarek, et à l'ouest par Tassamert et Ouled Dahmane. La superficie de la forêt 42mk² latitude et 1120m la majorité du couvert végétal est le pin d'Alep et Quelques oliviers.(Conservation des forêts, BBA. 2016)

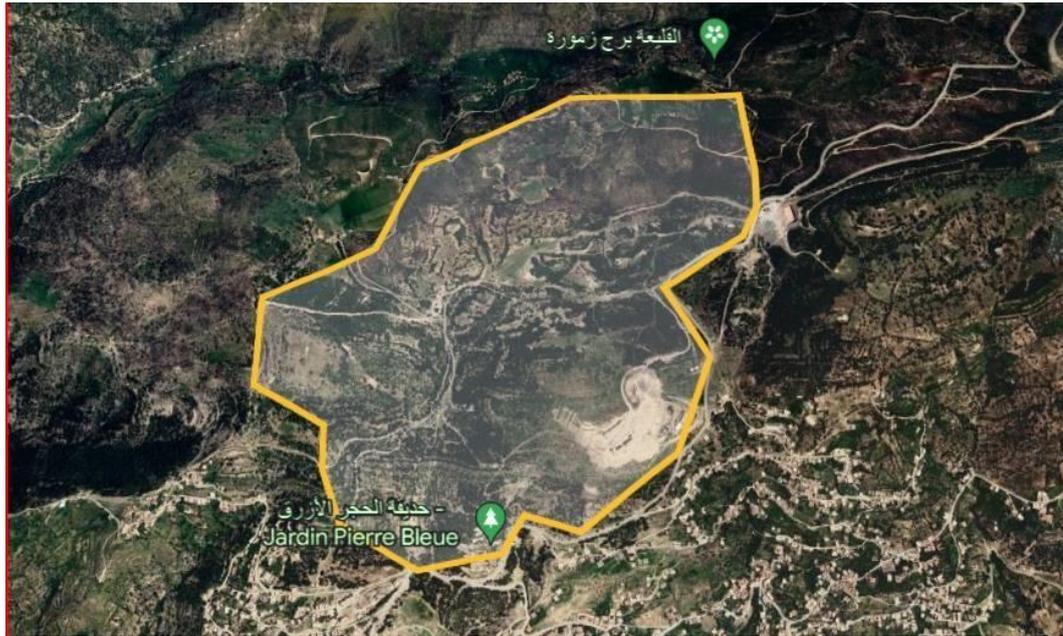


Figure 03: Carte du foret de bordj Zemmoura (Google earth, 2023).

2.3. La zone forestière d'El Mhir « Bibane »

2.3.1 Station géographique

El-Mhir est une commune de la wilaya de BBA, située à 40 km au sud-ouest de la wilaya. Elle couvre une superficie totale de 32 km² et limitée au nord par Oulad sidi brahim au sud par la Frontière de la wilaya de Mesila, à l'est par commune de Mansoura et à l'ouest par Haraza et Ben Daoude. La surface forestière est environ 30km²et l'altitude est de 540 m. La forêt est principalement composée de pin d'Alep, qui constitue la majeure partie du couvert végétal. (Conservation des forêts, BBA. 2016)



Figure 04: Carte de la forêt de station Bibans commune El-Mhir (Google earth, 2023).

3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude

3.1. Le climat de la wilaya de bordj Bou Arreridj

La Wilaya a un climat méditerranéen semi-aride avec des étés chauds et secs et des hivers frais et pluvieux. Les températures varient en fonction des saisons, avec des étés chauds atteignant souvent les 30-40°C et des hivers doux, mais parfois froids, descendant en dessous de zéro degré Celsius (Station météorologique, 2020). Les précipitations sont concentrées pendant les mois d'hiver, avec une moyenne annuelle d'environ 500 mm. La région connaît des précipitations modérées, avec une saison pluvieuse principalement de novembre à avril, tandis que les mois d'été sont plus secs. (Station météorologique, 2020).

3.2. La température des stations d'études

La température est un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux et des animaux (Ricklefs, Relyea, et Richter 2014). Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation (Chapin et al. 2002). La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (Ramade, 2005).

La figure 05 représente des variations des moyennes des températures mensuelles des régions étudiées, Le graphe 01 présente les températures mensuelles pendant 14 ans de station de Zemmoura. Les températures minimales pour la période de 2001 à 2015 varient entre 6.2°C en janvier et 6.5°C en février, tandis que les températures maximales varient de 28°C en juillet à 27°C en août. Le graphe 02 illustre les températures de la décennie de 2010 à 2020 de station de Boumergued, les températures minimales pour janvier et février varient entre 6.8°C et 7.6°C respectivement, tandis que les températures maximales varient entre 27.8°C en juillet et 22.1°C en août. La température moyenne se situe entre 11°C et 17°C pour les mois d'avril, mai, octobre et novembre. Le graphe 03 présente les températures mensuelles pendant 9 ans de station El-Mhir. Les températures minimales pour janvier et février varient entre 8.31°C et 9°C respectivement, tandis que les températures maximales varient entre 30.2°C en juillet et 35.6°C en août. La température moyenne se situe entre 11°C et 17°C pour les mois d'avril, mai, septembre et octobre. (Station météorologique de BBA, 2020).

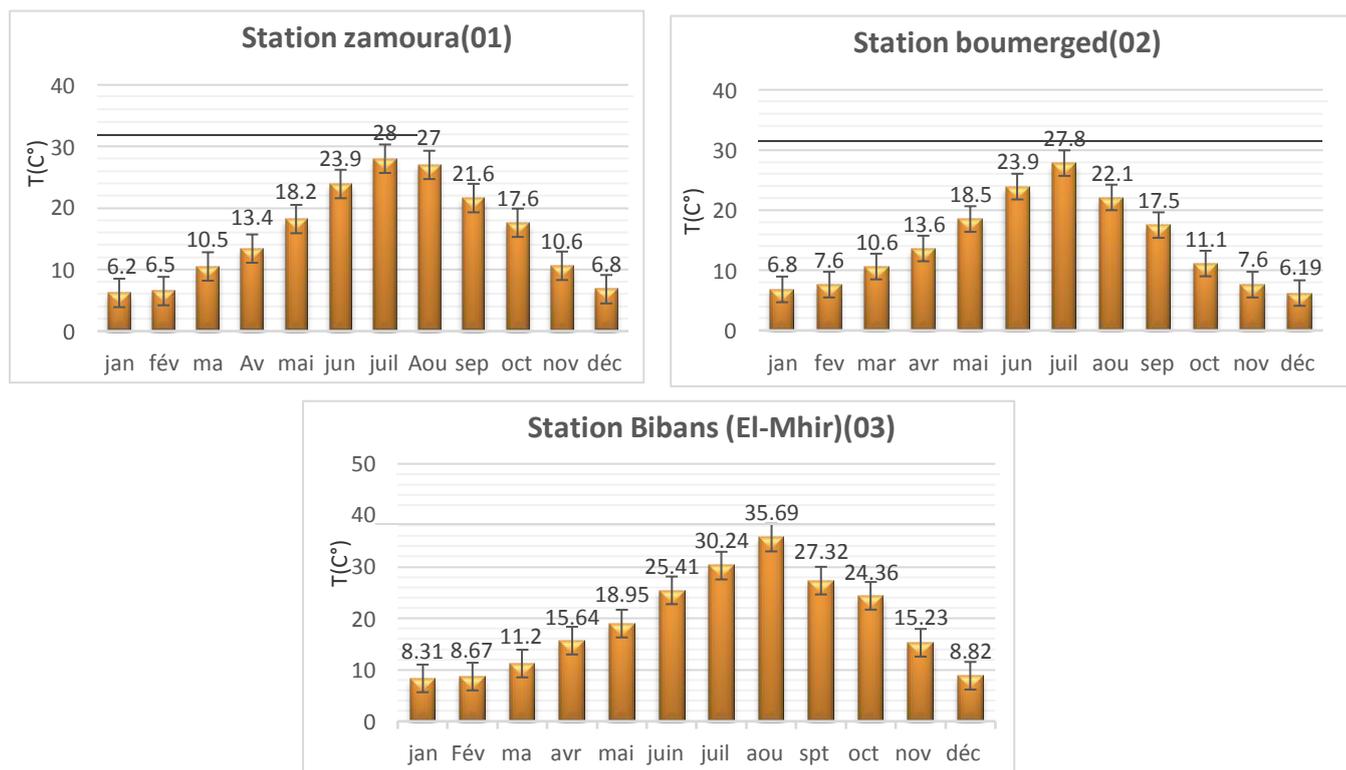


Figure 05 : Variation des moyennes des températures mensuelles des régions étudiées (Station météorologique 2020 et site <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>)

3.3. Précipitation des stations d'étude

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour la répartition des écosystèmes terrestres (Boulal, .2018).

Les graphes 01, 02 et 03 (figure 05) illustrent la précipitation mensuelle sur une période des Années dans différentes stations météorologiques. Le graphe 01 présente la précipitation de la décennie de 2001 à 2015 de station de Zemmoura, située à Bordj Bou Arreridj. On observe une légère différence dans les mois d'hiver, de printemps et d'automne, mais une variation plus marquée dans la quantité mensuelle de pluie. Les mois les moins arrosés, correspondant à la saison estivale, sont mai, juin, juillet et août. Le graphe 02 illustre la précipitation de la décennie de 2010 à 2020 de station de Boumergued, également située à BBA. On observe une légère différence dans le mois de février par rapport aux autres mois, mais une variation plus marquée dans la quantité mensuelle de pluie. Les mois les moins arrosés, correspondant à la saison estivale, sont juillet et août. Le graphe 03 présente la précipitation de la décennie de 2012 à 2021 de station Bibans (El-Mhir). On observe une plus grande homogénéité ou une variation plus marquée dans la quantité mensuelle de pluie. Les

mois les moins arrosés sont juillet et août, qui correspondent également à la saison estivale.

(<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>) (Station météorologique de BBA.2020)

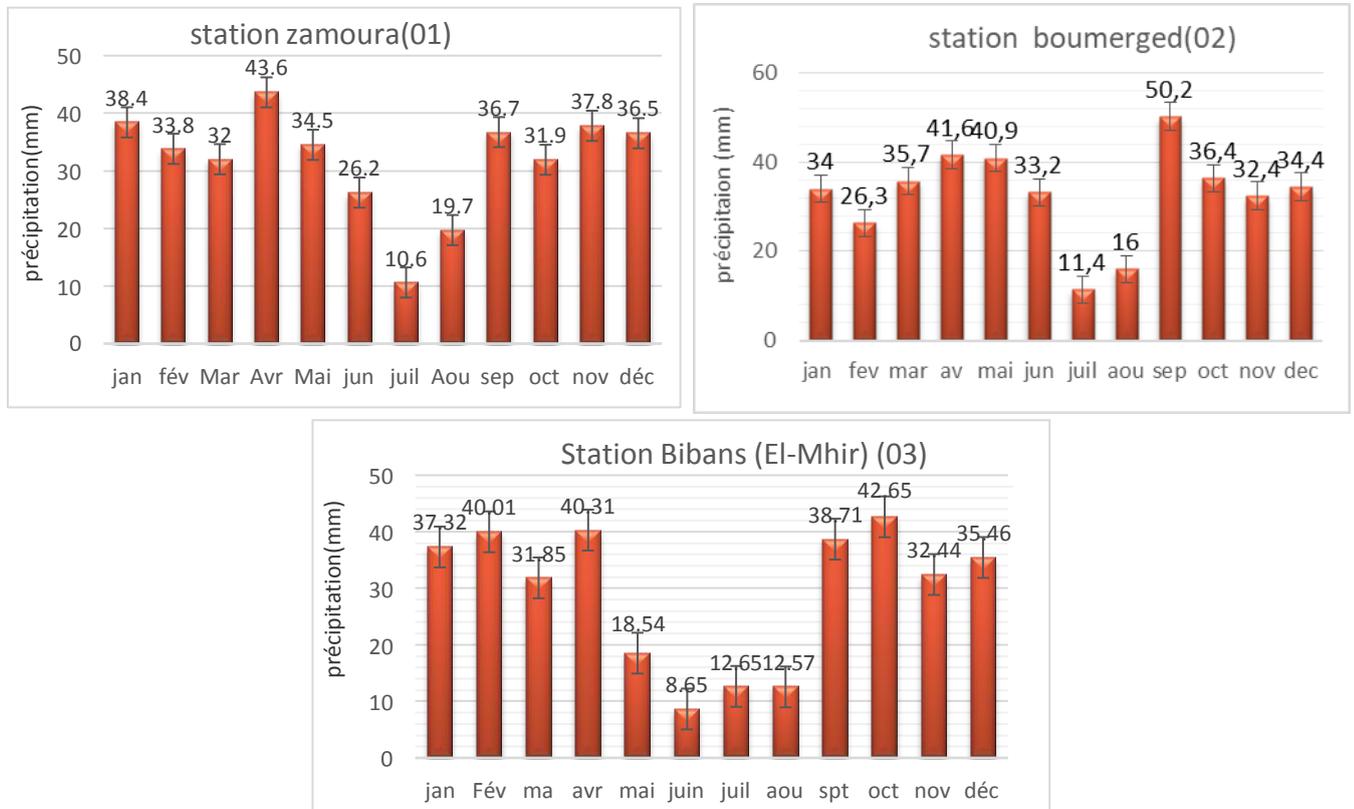


Figure 06 : Variation des moyennes des précipitations mensuelles des régions étudiées (Station météorologique, 2020 et site <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>).

3.3.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gausсен :

Bagnauls et Gausсен (1953), considèrent qu'un mois est sec si le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la moyenne des températures (Bagnauls et Gausсен, 1953 *in* Bouzar-Essaidi, 2021). Pour déterminer la période sèche de nos zones d'études, on a établi ce diagramme ombrothermique illustré dans la figure 07.

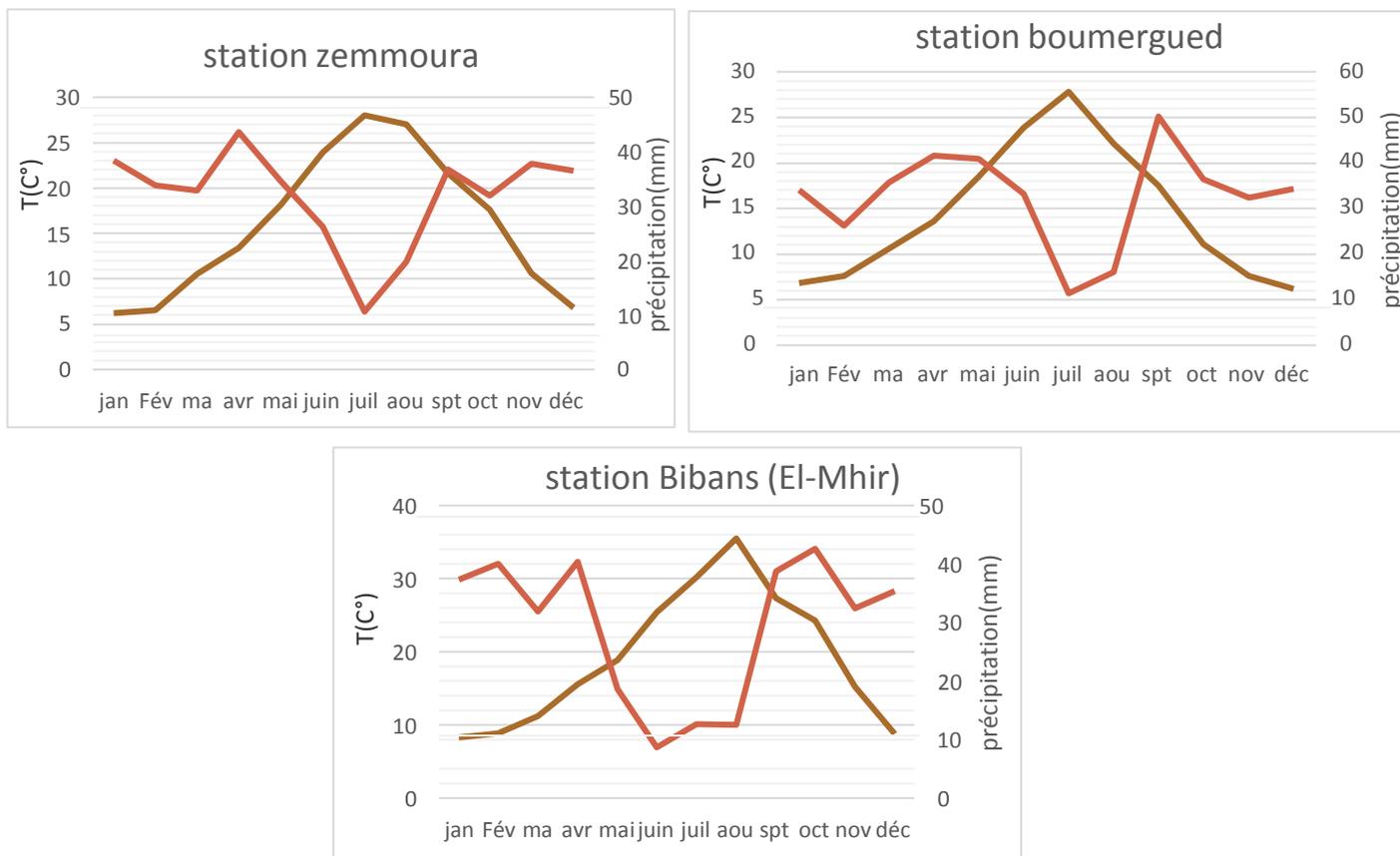


Figure 07 : Diagrammes ombrothermiques de Gaussen des régions étudiées. (Station météorologique, 2020 et site <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>).

L'étude du diagramme ombrothermique de Gaussen révèle les différentes périodes de sécheresse et d'humidité dans différentes stations météorologiques. Dans la station de Bibans (El-Mhir), la période sèche s'étend de début mai à septembre, tandis que la période humide va d'octobre à mai. Dans la station de Zemmoura, qui présente le deuxième graphique, la période sèche débute en avril et se termine en septembre, tandis que la période humide commence en septembre et se poursuit jusqu'en avril. Dans la station de Boumergued, la période sèche commence à la fin de mai et se termine au début d'octobre, tandis que la période humide s'étend de septembre à mai. Une observation commune à toutes les courbes est une légère baisse de l'humidité au mois de février. (Station météorologique, 2020).

4. Méthodes d'études

4.1 Choix des stations d'étude

Dans le cadre de notre étude, Nous avons sélectionné des stations d'étude représentatives en prenant en compte l'altitude et le climat des zones, couvrant une gamme d'altitudes différentes allant de 530 à 1200 mètres. Les critères de sélection des stations étaient principalement basés sur l'accessibilité des sites et la présence de pins, l'hôte principal de la chenille processionnaire. Les coordonnées de ces stations sont les suivantes :

- Forêt de Boumergued : 36.0747° N, 4.7286° E, avec une altitude de 970 m.
- Forêt de Bordj Zemmoura : 36.1636°N ,4.5041°E, avec une altitude de 1150m
- Forêt d'El Mhir : 36.0138° N, 4.9983° E avec une altitude de 540m

4.2. Méthodologie d'échantillonnage

Nous avons effectué un échantillonnage systématique en sélectionnant une station de 100 arbres dans chaque zone forestière, avec un intervalle de cinq arbres entre chaque échantillon, pour observer et compter les nids d'hiver ainsi que la prise de l'orientation cardinale des nids.

4.3. Analyse statistique

Avant de présenter les résultats obtenus, il convient d'expliquer brièvement les méthodes statistiques utilisées pour évaluer les données collectées. Les termes clés comprennent :

Abondance totale : Il s'agit du nombre total de nids de chenille processionnaire observés dans l'échantillon étudié.

Abondance moyenne : C'est la quantité moyenne de nids de chenille processionnaire par unité d'échantillon. Elle est obtenue en divisant l'abondance totale par le nombre d'unités d'échantillon.

Taux d'infestation : Il s'agit du pourcentage d'arbres touchés par la chenille processionnaire par rapport au nombre total d'arbres étudiés. Cela permet d'évaluer la prévalence de l'infestation dans l'échantillon.

Chapitre I : Matériel et méthodes

Test du khi-deux : Ce test statistique est utilisé pour déterminer s'il existe une association significative entre deux variables catégorielles, telles que les directions cardinales et l'infestation par la chenille processionnaire.

ANOVA one-way: Il s'agit d'une analyse de variance utilisée pour comparer les moyennes de plusieurs groupes, dans notre cas, les niveaux d'arbres, afin de déterminer s'il y a une différence significative dans l'infestation entre ces groupes.

Ces tests ont été appliqués pour évaluer les données et obtenir des informations sur la relation entre la hauteur d'arbres, l'infestation de chenille processionnaire et les autres variables étudiées.

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Évaluation des taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*)

1.1. Mesures quantitatives

Dans cette section, nous présenterons les indices d'infestation utilisés dans notre étude, permettant ainsi d'approfondir notre compréhension de l'état d'infestation dans les stations étudiées.

➤ Forêt de Boumergued :

I. Les résultats présentés dans le tableau (Tableau 1) révèlent l'abondance totale et moyenne de la CP dans la forêt étudiée. La forêt de Boumergued a été recensée avec un total de 51 nids d'hiver de CP. Cette abondance est d'une moyenne de 6,54 nids par arbre, et un taux d'infestation considérable de 31% (figure 08).

Tableau 01: Indices d'infestation de la présence des nids de *T. pityocampa* dans la forêt de « Boumergued ».

Indices d'infestation	Abondance totale	Abondance Moyenne	Taux d'infestation (%)
Forêt de Boumergued	51	0.51	31

➤ Forêt d'El-Mhir

La forêt d'El-Mhir a été sévèrement infestée par la chenille processionnaire du pin, présentant un taux alarmant de 41% d'arbres touchés par cette espèce nuisible (figure 08).

Tableau02: Indices d'infestation de la présence des nids de *Thaumetopoea pityocampa* dans la forêt de « El-Mhir ».

Indices écologiques	Abondance totale	Abondance moyenne	Taux d'infestation(%)
Forêt de Boumergad	76	0.76	41

➤ Forêt de Zemmoura

Un total de 21 nids a été recensé dans cette forêt, ce qui correspond à une moyenne d'environ 0.21 nids de chenille par arbre de pin.

Tableau 03: Indices d'infestation de la présence des nids de la CP dans la forêt de « Zemmoura ».

Indices écologiques	Abondance totale	Abondance moyenne	Taux d'infestation (%)
Forêt de Boumergad	21	0.21	19

Elle présente un taux d'infestation le plus faible par la CP, avec seulement 19% des arbres recensés touchés par l'insecte (figure 08).

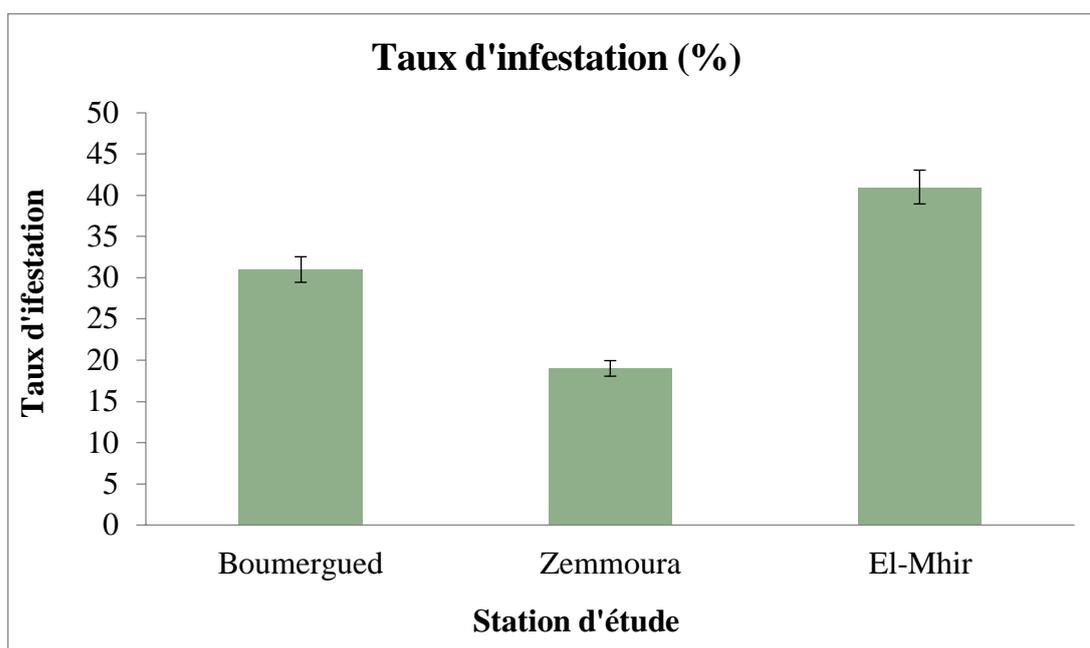


Figure08: Taux d'infestation de chenille processionnaire dans les forêts étudiées.

2. Étude de l'effet de l'altitude sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire *T pityocampa*

L'effet de l'altitude sur le nombre de nids construits par la chenille processionnaire a été évalué à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Les résultats révèlent une corrélation significative entre l'altitude et le nombre de nids ($F = 4.9879$; $P = 0.00887$), indiquant que l'altitude a un impact sur le niveau d'infestation observé.

Pour visualiser cette relation, un graphique représentant le nombre de nids en fonction de l'altitude a été généré. Les résultats montrent des variations significatives du nombre de

nids en fonction de l'altitude, avec des valeurs moyennes de 0,51, 0,76 et 0,21 nids/arbre respectivement pour les forêts Boumergued, El-Mhir et Zemmoura (figure 09).

Ces résultats suggèrent que l'altitude joue un rôle dans la gravité de l'infestation de la chenille processionnaire, mesurée par le nombre de nids construits. Les altitudes plus élevées sont associées à un nombre de nids généralement plus faible par rapport aux altitudes plus basses.

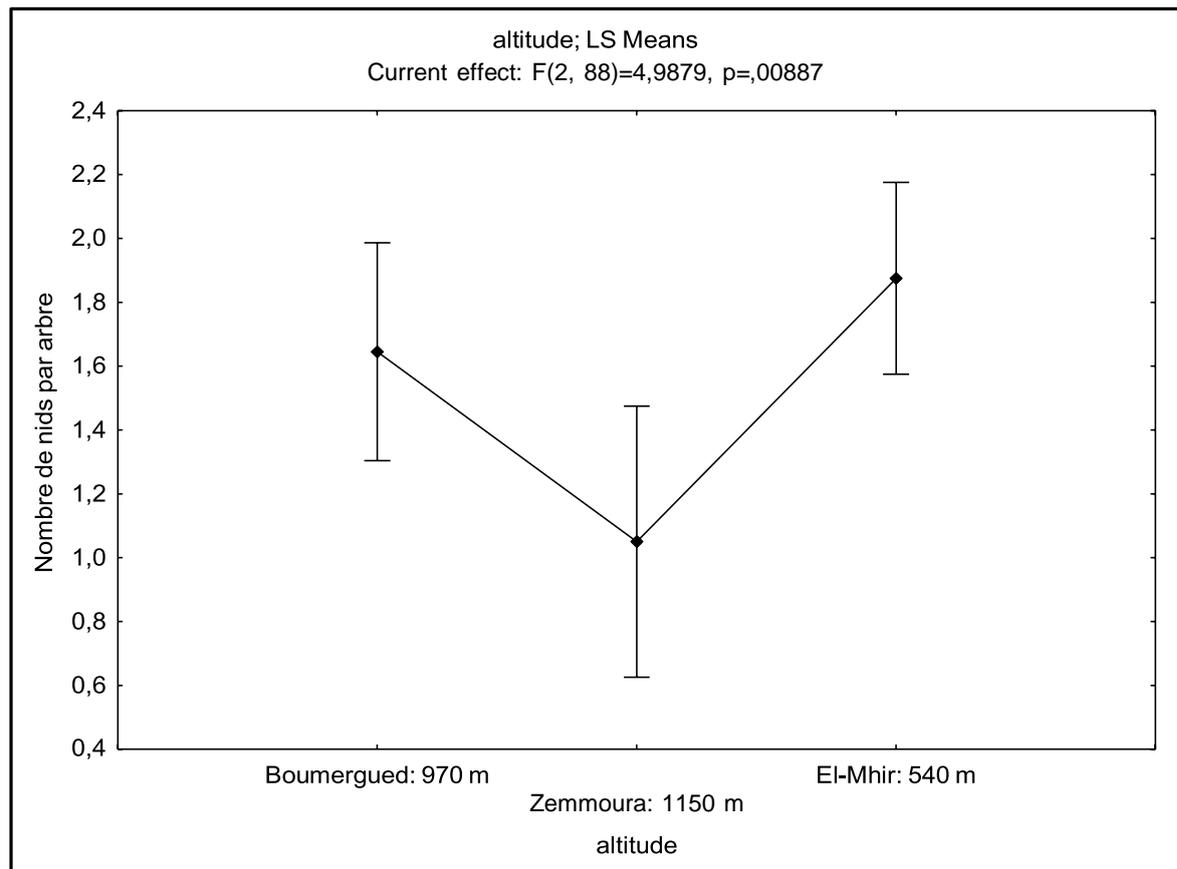


Figure 09 : Nombres moyens des nids d'hiver par arbre en fonction d'altitude des stations.

3. Effet des directions cardinales sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire *T. pytiocampa*

Cette étude revêt une importance particulière dans la compréhension des facteurs qui influencent la répartition de cette espèce nuisible. En analysant comment le taux d'infestation varie en fonction des orientations, nous pouvons mieux appréhender les préférences comportementales de ces chenilles et établir des stratégies de gestion plus ciblées et efficaces.

Pour évaluer cette relation, nous avons réalisé un test de khi-deux en regroupant les données d'abondance des nids dans chaque direction cardinale. Les données ont été collectées

Chapitre II : Résultats et discussion

à partir des stations d'étude, où le nombre de nids a été enregistré pour chaque direction cardinale (nord, sud, est, ouest).

Les résultats du test ont révélé une relation significative entre les directions cardinales et le taux d'infestation de la Chenille processionnaire du pin ($\chi^2 = 16,68614$, $p < 0.05$, $=0,01051$). Plus précisément, dans la station de Boumergued, les nids sont répartis de manière équilibrée, tandis que dans la station d'El-Mhir, on observe une concentration plus élevée dans les directions Nord et Sud. La station de Zemmoura présente une répartition modérée avec une préférence pour les directions Nord et Est.

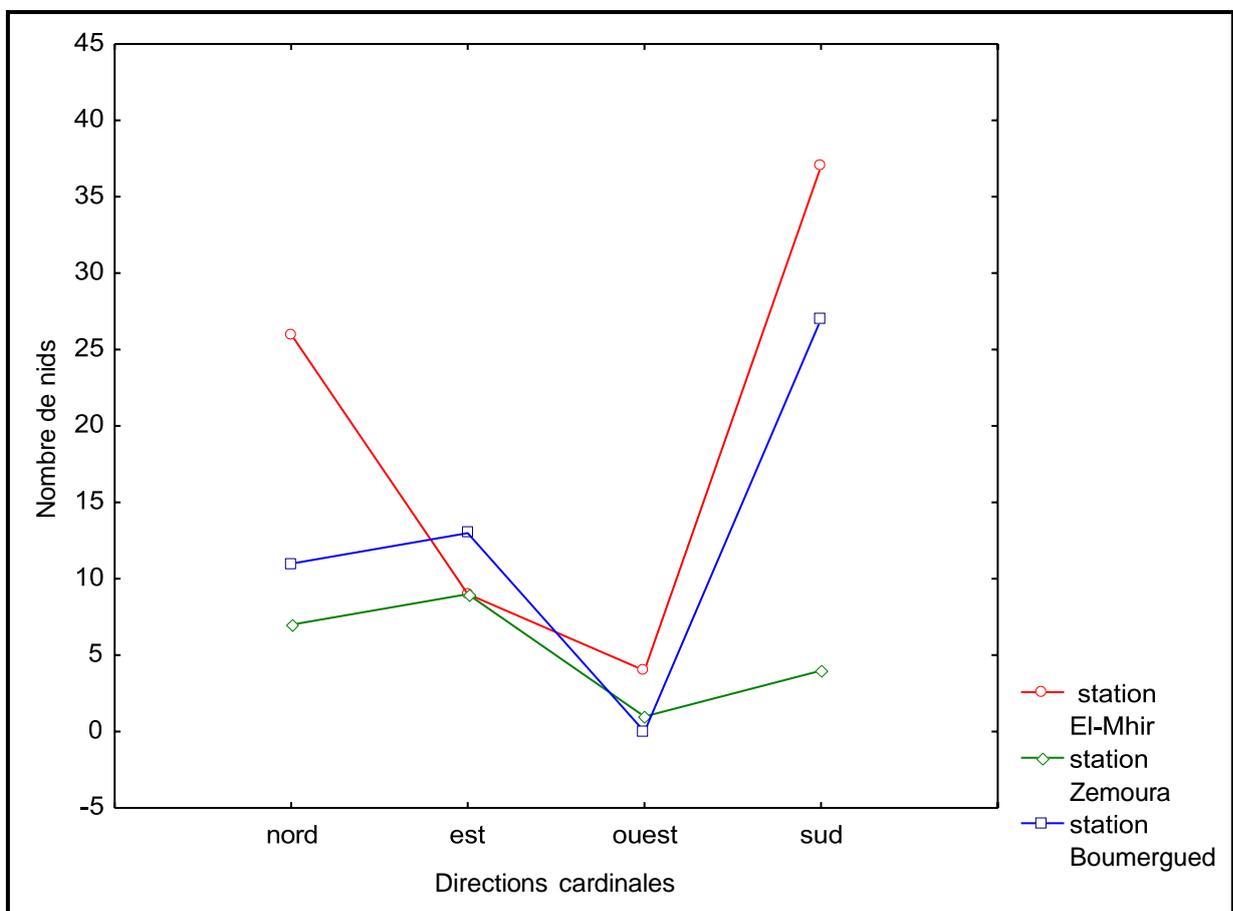


Figure 10: Variation du nombre des nids selon leurs directions cardinales.

Le graphe (figure 10) représente le nombre de nids dans chaque station et dans chaque direction cardinale vient renforcer ces observations, en fournissant une visualisation claire des différences de répartition.

4. Effet de la hauteur des arbres sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire *T.pytiocampa*

4.1. Dénombrement des nids d'hiver la chenille processionnaire *T. pityocampa* en fonction de la hauteur des arbres.

L'analyse ANOVA a été utilisée pour évaluer l'effet de la hauteur d'arbres sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire. Les données recueillies ont été regroupées par niveau d'arbres : bas, milieu et haut, pour chaque intervalle de hauteur d'arbres. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre la hauteur d'arbres et le nombre de nids observés dans les niveaux bas ($F=2.58$, $p=0.781$), milieux ($F=2.591$, $p=0.1108$) et hauts ($F=2.535$, $p=0.1222$). De plus, l'analyse globale entre la hauteur d'arbres et le nombre total de nids dans chaque niveau n'a pas révélé de différence significative ($F=1.958$, $p=0.1842$). Ces résultats suggèrent que la hauteur d'arbres ne semble pas influencer de manière significative le taux d'infestation de la chenille processionnaire.

5. Discussion

5.1. Effet de l'altitude sur le nombre des nids d'hiver de la chenille processionnaire *T. Pityocampa*

L'étude a examiné l'effet de l'altitude sur le nombre de nids d'hiver construits par la chenille processionnaire. Les résultats de l'ANOVA ont montré une corrélation significative entre l'altitude et le nombre de nids dans les différentes stations forestières ($F = 4.9879$, $P = 0.00887$). Ces résultats sont en accord avec d'autres recherches qui ont également mis en évidence l'impact de l'altitude sur les populations de chenilles processionnaires (Dagnelie 1975). Les comparaisons post-hoc de Bonferroni ont révélés des différences significatives entre certaines stations, confirmant ainsi que l'altitude joue un rôle dans l'infestation observée ($P < 0.05$).

Ces observations ne sont pas cohérentes avec des études antérieures qui ont montré que l'altitude peut influencer la distribution et l'abondance des chenilles processionnaires en raison des variations climatiques et des conditions environnementales spécifiques associées à différentes altitudes (Ziouche et *al.*, 2017). Par exemple, des altitudes plus élevées peuvent être associées à des conditions climatiques plus froides, ce qui peut limiter la survie et la croissance des chenilles (Mecheri et *al.*, 2018).

Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'altitude dans la gestion et la prévention des infestations de chenilles processionnaires, en particulier dans des régions montagneuses où présentant une variabilité significative de l'altitude.

5.2. Effet des directions cardinales sur les taux d'infestation de la chenille processionnaire *T. Pytiocampa*

La répartition des nids d'hiver de chaque station étudiée présente des variations selon les points cardinaux. Dans la station d'El-Mhir, nous avons observé une concentration élevée de nids dans les directions Nord et Sud, avec respectivement 26 et 37 nids. Cette préférence directionnelle pourrait être liée à des conditions spécifiques dans ces directions, telles que la présence d'arbres hôtes préférés par les chenilles ou des microclimats favorables à leur développement. Nos résultats concordent avec ceux de l'étude de Abidi (2010) et Ziouche et *al.*, (2017), qui ont également signalés la même préférence.

La station de Zemmoura présente une répartition modérée des nids avec une préférence marquée pour les directions Nord et Est, avec 7 et 9 nids respectivement. Cette distribution peut être influencée par des facteurs environnementaux spécifiques à ces directions, tels que la végétation environnante, la disponibilité de proies potentielles ou la présence de prédateurs. Ces résultats sont en accord avec une étude menée par (Breuer et *al.*, 1989).

Concernant la station de Boumergued, nous avons constaté une répartition équilibrée des nids dans toutes les directions cardinales, avec des nombres similaires dans le nord (11), l'est (9), l'ouest (4) et le sud (37). Cette répartition uniforme peut être attribuée à des facteurs environnementaux tels que l'exposition au soleil, les variations de température ou la disponibilité des ressources alimentaires. Bien que nous n'ayons pas trouvé d'étude spécifique qui confirme nos résultats dans cette station, nos observations sont en accord avec la tendance générale de cette nuisance qui présente des préférences directionnelles diverses (ZIOUCHE et *al.* 2017 et Mecheri et *al.* 2018).

5.3. Effet de la hauteur des arbres sur les taux d'infestation

L'étude a examiné l'effet des hauteurs d'arbres sur le taux d'infestation de la chenille processionnaire en analysant l'évolution du nombre de nids d'hiver observés sur trois niveaux différents de l'arbre. Les résultats obtenus à partir de l'analyse ANOVA montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre la hauteur des arbres et le nombre de nids observés aux

Chapitre II : Résultats et discussion

niveaux bas, milieu et hauts. De plus, l'analyse globale entre la hauteur des arbres et le nombre total de nids dans chaque niveau n'a révélé aucune différence significative.

Conclusion

Conclusion

Notre étude visait à évaluer les taux d'infestations de la chenille processionnaire du pin d'Alep *T. pityocampa* dans différentes zones forestières, à savoir : Boumergued, El-Mhir et Zemmoura. Nous avons sélectionné ces sites en fonction des variations altitudinales présentes dans chaque forêt et du climat.

Nos résultats ont révélé une corrélation entre l'altitude et le taux d'infestation de *T. pityocampa*, ainsi qu'une différence significative de l'effet des directions cardinales sur la répartition des nids. Cependant, nous n'avons pas trouvé de lien significatif entre la hauteur des arbres et le nombre de nids d'hiver de la chenille processionnaire. Ces observations indiquent que l'altitude joue un rôle crucial dans les conditions environnementales favorables à la présence et à la prolifération de ce défoliateur, tandis que d'autres facteurs, tels que la disponibilité de nourriture ou les interactions biologiques, pourraient avoir une plus grande influence que la hauteur des arbres.

Nos résultats contribuent à une meilleure compréhension de cette problématique et peuvent guider la mise en place de stratégies de protection appropriées. Cette conclusion est basée sur les données spécifiques imposées dans le cadre de cette étude. D'autres facteurs tels que la densité de population des chenilles, les conditions environnementales et la présence d'autres prédateurs ou parasites peuvent également influencer le taux d'infestation et doivent être pris en compte.

Références bibliographique

- Abidi, M., (2010).** « La Bioécologie de la mouche de l'olive *Bactrocera Oleae* dans deux stations de Tizi-Ouzou (Maatkas et Sidi Naamane) ». Thesis, BLIDA 1. <https://di.univ-blida.dz/jspui/handle/123456789/6483>.
- Daniel A., et Rigolot E., (1992).** « Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie ». *Forêt méditerranéenne* 13 (3): 185-98.
- Bagnouls, F., et Gaussen H., (1953).** « Saison sèche et indice xérothermique, document pour les cartes de production végétale ». *Série généralité cartographie de l'unité écologique. Edition Edward. Privat Toulouse. 47p.*
- Bentouati A., Oudjehih B., et Alatou D., (2005).** « Croissance en hauteur dominante et classes de fertilité du pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.) Dans le massif de ouled-yakoub et des benioudjana (Khenchela–Aures) ». *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 57-62.
- 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.
- Bouchou, L., (2015).** « Les parasitoïdes embryonnaires de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff et leur importance dans quelques peuplements de pin et de cèdre du Nord de l'Algérie ». Thèse de Doctorat, ENSA El-Harrach-Alger-Algeria.
- Bouhot-Delduc L., et Lévy A., (1994).** « Rôle de la chenille processionnaire du pin dans les dépérissements du Pin maritime landais en 1990 et 1991 ». *Revue forestière française* 46 (5): 431-36.
- Boulal R., Tayeb I., (2018).** « Etude de la biodiversité entomologique au niveau des deux sites Boumergued et El Hammadia dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj ».
- Bouzar-Essaidi K., (2021).** « Les populations de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* shiff, Lepidoptere : *Thaumetopoeidae*) dans la frange littorale ouest Algérienne : incidence des essences forestières et du parasitisme. » saad dahleb.
- Breuer, M., Devkota B., Douma- Petridou E., Koutsaftikis A, et Schmidt G. H., (1989).** « Studies on the exposition and temperature of nests of *Thaumetopoea pityocampa*

Références bibliographiques

- (Den. & Schiff.)(Lep., *Thaumetopoeidae*) in Greece ». *Journal of Applied Entomology* 107 (1- 5): 370-75.
- Brinquin, A.S., Martin J.C., Gutleben C., et Laille P., (2013).** « Processionnaire du pin, les pratiques des communes ». *Phytoma*, n° 665: 18-22.
- Chapin F. S., Matson P. A., Mooney, H. A. et Vitousek P. M., (2002.)** « Principles of terrestrial ecosystem ecology ».
- Chenchouni H., Zanati K., Rezougui A., BrikiA., et Arar A., (2010).** « Population monitoring of pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) by pheromone trapping at the southern limit of distribution of *Pinus halepensis* in Eastern Algeria ». *Forest Science and Technology* 6 (2): 67-79
- C.F.B.B.A., (2023).** Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj.
- Dagnelie P. (1975).** « Théorie et méthodes statistiques: applications agronomiques Volume 2: les méthodes de l'inférence statistique ». *Gembloux, Les presses agronomiques de Gembloux. 464p.*
- Gauquelin, Th., (2021).** « Des arbres et des forêts: Dictionnaire pour comprendre ces fabuleux organismes vivants ». *Des arbres et des forêts*, 1-192.
- Graghani A., et Dario C., (2021).** « Dynamics and Control of Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea pityocampa*) Outbreaks in Forest Ecosystems: A Theoretical Analysis ». In *2021 European Control Conference (ECC)*, 319-26. IEEE.
- Haack R. A., (2004).** « *Orthotomicus erosus*: a new pine-infesting bark beetle in the United States ». *Newsletter of the Michigan Entomological Society. Vol. 49, no. 3 & 4 (2004): p. 3. 49.*
- Kaszak I. , Planellas M., et Dworecka-Kaszak B., (2015).** « Pine processionary caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa* Denis and Schiffermuller, 1775 contact as a health risk for dogs ». *Annals of parasitology* 61 (3).
- Mecheri H., Kouidri M., Boukheroufa-Sakraoui F., et Adamou A., (2018).** « Variation du taux d'infestation par *Thaumetopoea pityocampa* du pin d'Alep: effet sur les paramètres dendrométriques dans les forêts de la région de Djelfa (Atlas saharien, Algérie) ». *Comptes Rendus Biologies* 341 (7-8): 380-86.
<https://doi.org/10.1016/j.crvi.2018.08.002>.
- Mirault, Jacques, et Jacques Regad. 1992. « Le point sur la situation phytosanitaire du pin d'Alep ». *Forêt méditerranéenne* 13 (3): 220-23.

Références bibliographiques

- Nahal I., (1962).** « Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole ». In *Annales de l'école nationale des eaux et forêts et de la station de recherches et expériences*, 19:475-686.
- NASA Langley Research Center.** (s.d.). Power Data Access Viewer. Récupéré le [08/05/2023], sur <https://power.larc.nasa.gov/data-access-view>
- Petit S., et Lavigne C., (2019).** *Paysage, biodiversité fonctionnelle et santé des plantes*. Editions Quae.
- Prévosto B., (2013).** *Le pin d'Alep en France: 17 fiches pour connaître et gérer*. Editions
- Quezel P., (1986).** « Les pins du groupe «Halepensis»: écologie, végétation, écophysiole ». *Options méditerranéennes* 1: 11-23.
- Ramade, François. 2005. « Eléments d'écologie: écologie appliquée ».
- Ricklefs, Robert E., Rick Relyea, et Christoph Richter. 2014. *Ecology: the economy of nature*. Vol. 7. WH Freeman New York:
- Robert D., Grégoire J.C., Jactel H., Martin J.C., Reignault Ph., Augustin S., Breda N., Castagnone Ph., Chauvel B., et Nicolas Desneux N., (2013).** « Méthodes de lutte alternatives à l'épandage aérien de produits phytosanitaires contre les processionnaires du pin et du chêne en conditions urbaines ». Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement
- Robinet C., (2006).** « Modélisation mathématique des phénomènes d'invasion en écologie: exemple de la chenille processionnaire du pin ». Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Schvester D., (1990).** « Protection phytosanitaire de la forêt méditerranéenne: les insectes. » *Forêt Méditerranéenne* 12 (3): 248-56.
- Ziouche S., Baali F., Moutassem D., et Djazouli Z.E., (2017).** « Stratégies de choix de l'emplacement des nids d'hiver de *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775) au niveau de trois pinèdes dans la région de bordj bou arreridj (Algérie) ». *Membres du comité de lecture* 7 (2): 412.

Résumé

La chenille processionnaire est connue pour causer des dégâts aux pins, en particulier au pin d'Alep. Une étude a été menée dans trois régions de Bordj Bou Arreridj, en évaluant l'infestation de ces chenilles à différentes altitudes. L'échantillonnage a été réalisé sur 100 arbres par station, en prenant en compte l'altitude, les directions cardinales et la hauteur des arbres. Des tests statistiques ont été utilisés pour analyser les données recueillies. Les résultats indiquent des variations significatives du nombre de nids d'hiver en fonction de l'altitude et des directions cardinales, mais pas de la hauteur des arbres. Ainsi, il apparaît que l'altitude joue un rôle crucial dans la présence et la propagation des chenilles processionnaires du pin, et que les directions cardinales peuvent également exercer une influence importante sur la répartition des nids d'hiver. Il convient de souligner que d'autres facteurs tels que la disponibilité de nourriture et les interactions biologiques pourraient avoir une influence plus significative que la hauteur des arbres sur les taux d'infestation. Cette étude fournit des informations précieuses pour la gestion intégrée de ce ravageur, en tenant compte des facteurs environnementaux spécifiques de la région, afin de lutter contre les chenilles processionnaires, de réduire les dommages causés aux forêts et de protéger la santé publique.

Mots clés : La chenille processionnaire, pin d'Alep, directions cardinales, l'altitude, taux d'infestation, gestion intégrée, ravageurs.

Abstract

The processionary caterpillar is known to cause damage to pine trees, especially Aleppo pine. A study was conducted in three areas of Bordj Bou Arreridj, assessing the infestation of these caterpillars at different altitudes. The sampling was carried out on 100 trees per area, taking into account the altitude, cardinal directions and height of the trees. Statistical tests were used to analyze the data collected. The results indicate significant variations in nest numbers as a function of altitude and cardinal directions, but not tree height. Thus, it appears that altitude plays a crucial role in the presence and propagation of processionary caterpillars, and that the cardinal direction can also exert an important influence on nest distribution. It should be noted that other factors such as food availability and biological interactions may have a more significant influence on the infestation rate than tree height. This study provides valuable information for integrated pest management, taking into account region-specific environmental factors, in order to control processionary caterpillars, reduce damage to forests and protect public health.

Key words: The processionary caterpillar, the Aleppo pine, cardinal directions, altitude, infestation rate, integrated pest management, pest

ملخص

المعروف أن حشرة جادوب الصنوبر تسبب اضرارا لاشجار صنوبر حلب اجريت دراسة في ثلاث مناطق في برج بوعريريج لتقييم انتشار هذه اليرقات على ارتفاعات مختلفة . تم اخذ العينات على 100 شجرة لكل منطقة . مع مراعاة ارتفاع الاشجار واتجاهاتها الاساسية وارتفاعها . تم استخدام الاختبارات الاحصائية لتحليل البيانات التي تم جمعها، تشير النتائج إلى اختلافات كبيرة في أعداد الأعشاش كدالة على ارتفاع والإتجاهات الأساسية ولكن ليس ارتفاع الأشجار وبالتالي يبدو أن الارتفاع يلعب دورا حاسما في وجود اليرقات المتسلسلة ونشرها وان الاتجاه الاسلاسي يمكن ان يمارس ايضا تأثيرا مهما على توزيع العش وتجدر الإشارة إلى أن عوامل أخرى مثل توفر الأغذية والتفاعلات البيولوجية قد يكون لها تأثيرا أكبر على معدل الإصابة من ارتفاع الأشجار توفر هذه الدراسة معلومات قيمة للإدارة المتكاملة للآفات مع مراعات العوامل البيئية الخاصة بالمنطقة من أجل السيطرة على حشرة جادوب الصنوبر وتقليل الضرر الذي يلحق بالغابات وحماية الصحة العامة

الكلمات الدالة: جادوب الصنوبر - الصنوبر الحلبي - الإتجاهات الأساسية - الإرتفاع - معدل الإصابة - الإدارة المتكاملة للآفات - الآفات .

