

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد بوضياف - المسيلة  
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
N° : 01/DSA/2022



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES  
OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

**Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique**

par: KHERIFI Souhila  
MANSOUR Khadidja

**Intitulé**

Diagnostic du taux d'infestation de la chenille  
processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa*  
(*Lepidoptera* : Denis & Shiffermuller, 1775) dans la  
région d'El-Haourane (Wilaya de M'Sila).

Soutenu devant le jury composé de:

M. CHERIEF Abdelkader	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
M. MIMECHE Fateh	Prof.	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
M. ZEDAM Abdelghani	Prof.	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examineur

**Année universitaire : 2021 /2022**

## *Dédicace*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le Respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que: Je dédie cette thèse: A ALLAH LE TOUT PUISSANT.*

*\*A Ma tendre Mère Ghania: Tu représentes pour moi la source de Tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as Fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin Dans leur vie et leurs études.*

*\*A Mon très cher Père Brahim: Aucune dédicace ne saurait exprimer L'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

*A mes chers frères: Oussama, Soufyan*

*\*A mes soeurs: Lynda. Amal*

*A mes chere enfants:Ishak,rami,amira,amani,yousef,laith*

*\*A mon âme sœur : dina.*

*\*A mon grand-père maternel*

*\*A l'âme les plus chères mes grandes mères fariha et saada et mon grand père paternelle.....paix à son âme*

*\*Je prends cette opportunité pour dire merci mille fois à mes chères copines Amal et Khaoula Merci pour leurs efforts, leurs participations et surtout leurs soutiens durant les moments de réalisation de ce travail.*

*\*A mes très chère amis: manaa imane, maatoug khaoula, mansour khadija*

*\*A tous les membres de ma promotion.*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.*

*souhila*

## ***Dédicace***

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

### ***Mes Chers***

*Parents **Sofia** et **Ammar** 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: **Djamel, Choaiib, Khaled, Khalil** et leurs familles merci pour son encouragement, ton aide et surtout ta présence dans les moments les plus difficiles.*

*A mes sœurs : **Amira, Halima** et ma belle-soeurs: **Hizia** pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.*

*A ma chère amie et ma copine **Souhila** pour ses encouragements et ses aides tout au long de ce travail.*

*A mes chères amies : **Maya, Saida, Lobna, Rayane, Aicha, Roumaissa** et spécialement a **Sondes** 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*

***khadidja***

## REMERCIEMENT

*Tout d'abord je remercie Dieu tout puissant, de m'avoir guidée sur la bonne voie, vers la lumière, et d'avoir accordé la volonté et le courage afin de réaliser ce présent travail. Qui a été abouti au sein du département de zoologie agricole et forestière de l'école national supérieur agronomique à Alger.*

*Ce travail de mémoire de Master, il ne serait jamais réaliser sans avoir de l'aide, les conseils et le soutien de plusieurs personnes de près ou de loin. C'est pourquoi je tiens à les remercier tous. Je voudrais remercier Monsieur le Professeur Mimeche Fateh; département de Sciences Agronomiques, pour avoir voulu accepter de diriger ce travail. Pour tout son dynamisme et ses compétences scientifiques. Sa disponibilité constante associée à son esprit critique, qui m'a permis de mener à bien cette étude et à la réalisation du contenu de ce manuscrit. Je lui en garde une profonde gratitude.*

*Je tiens aussi à remercier Monsieur Cherief Abdelkader, Maître assistant –A- et chef de département des Sciences Agronomiques pour l'intérêt qu'il porte à ce travail et pour m'avoir témoigné sa confiance en acceptant de présider le jury. J'exprime toute ma profonde gratitude.*

*Je tiens à remercier vivement Monsieur le Professeur Abdelghani Zedam; Professeur au département de Sciences Agronomiques qui m'ont honoré de bien vouloir accepter d'être membres de mon jury et de juger mon travail.*

*Je ne saurais oublier de présenter mes remerciements au nos enseignants et le staff administratif.*

***Kherifi S S Mansour K***

## Liste des tableaux

		Page
<b>Tableau 1</b>	Les classes des pentes de la région de hammam Dalaà.....	15
<b>Tableau 2</b>	Les caractéristiques de la station météorologique de m'sila.....	16
<b>Tableau 3</b>	Précipitations mensuelles moyennes pour la période (2000-2009).....	17
<b>Tableau.4</b>	Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes M+m)/2 et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2000 à 2009).....	18
<b>Tableau 5</b>	La densité de CP par les nids d'hiver.....	21
<b>Tableau 6</b>	Les indices écologiques calculent dans la région d'étude.....	24
<b>Tableau 7</b>	Matrice de corrélation entre les axes de l'AFC.....	25

## Liste des figures

	Page
<b>Figure 1</b> Maladie du tronc (à gauche), nid de la chenille processionnaire (à droite) (Photo Originale) .....	5
<b>Figure 2</b> Chronologie de développement du <i>T. pityocampa</i> .....	7
<b>Figure 3</b> localisation géographique de la zone d'étude .....	13
<b>Figure 4</b> Nombre de nids de la chenille processionnaire chez <i>P. halepensis</i> dans les deux sites étudiés.....	20
<b>Figure 5</b> L'effet d'orientation cardinale de la chenille processionnaire chez <i>P.</i> <i>halepensis</i> dans les deux sites étudiés.....	21
<b>Figure 6</b> Nombre de nids par arbre de la chenille processionnaire chez <i>P.</i> <i>halepensis</i> dans les deux sites étudiés.....	23
<b>Figure 7</b> Projection des abondances des nids d'hiver selon les directions cardinaux sur les deux axes de l'AFC.....	24

# SOMMAIRE

	Page
<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I : Généralité sur le pin d'Alep et la processionnaire du pin, <i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Denis et Shiffermuller, 1775)</b>	
<b>1- Le pin d'Alep</b> .....	3
<b>1-1. Systématique</b> .....	3
<b>1-2. Répartition du pin d'Alep en Algérie</b> .....	3
<b>1-3. Caractères botaniques</b> .....	4
<b>1-4. Plasticité écologique du pin d'Alep</b> .....	4
<b>1-5. Les maladies du pin d'Alep</b> .....	4
<b>2- La processionnaire du pin</b> .....	6
<b>2- 1-Description et systématique</b> .....	6
<b>2- 2. Comportement biologique</b> .....	6
<b>2- 2.1. La phase aérienne</b> .....	7
<b>2- 2.1.1. Les émergences</b> .....	7
<b>2- 2.1.2. La ponte</b> .....	8
<b>2- 2.1.3. Développement larvaire</b> .....	8
<b>2- 2.1.4. Phase ambulatoire</b> .....	8
<b>2- 2.1.5. Propriétés urticantes</b> .....	8
<b>2- 2.1.6. Structure du nid d'hiver</b> .....	9
<b>2- 2.1.7. Les processions et leur évolution</b> .....	9
<b>2- 2.2. Phase souterraine</b> .....	9
<b>2- 2.2.1. La nymphose</b> .....	9
<b>2- 2.2.2. La diapause</b> .....	9
<b>2- 3. Les dégâtsoccasionnés</b> .....	9
<b>2- 3. 1. Dommages sylvicoles</b> .....	9
<b>2- 3. 2. Impact sur la santé</b> .....	10
<b>2- 4. La lutte contre les chenilles processionnaires de pin :</b> .....	11
<b>2-4. 1. Lutte mécanique ou échenillage biologique</b> .....	11
<b>2- 4. 2. Lutte chimique</b> .....	11
<b>2- 4. 3. La lutte sylvicole</b> .....	12

2- 4. 4. La prédation par les mésanges.....	12
2-4. 5. La lutte microbiologique.....	12
2-4. 6. Lutte par l'utilisation des phéromones sexuelles.....	12
	13

## Chapitre II:Matériel et méthode

1. Zone d'étude.....	13
1.1- Situation géographique.....	13
1.2- Les caractéristiques physiques.....	13
1-2-1. Relief.....	13
1-2-2. Hydrologie.....	14
1-2-3. La pédologie.....	14
3- Climat.....	15
3-1. Les précipitations.....	15
3-2.La température.....	16
3-3 - Flore et faune de ElHaourane .....	17
4. Méthodes d'étude.....	18
4.1-choix des stations.....	18
4.2- Échantillonnage.....	18
4.3-Dénombrement des nids .....	18
4.4. Indices écologique.....	18
4.5. Traitement statistique des données.....	19

## Chapitre III : Résultats et discussion

1. Effet de l'altitude sur le taux d'infestation de <i>T. pityocampa</i> .....	20
2. Effet des directions cardinales sur le taux d'infestation de <i>T. pityocampa</i> ...	21
3- La densité de CP par les nids d'hiver.....	22
4-Indices écologiques .....	24
5-Analyse Factorielle des Correspondances(AFC).....	24
6-La lutte contre CP.....	25
<b>Conclusions générales</b> .....	26
<b>Références bibliographiques</b> .....	27

## **Introduction générale**

L'écosystème forestier est une richesse naturelle, un milieu vivant, sa constitution et sa répartition géographique jouent un rôle très déterminant dans la protection de la nature contre les phénomènes d'érosion et de la désertification surtout dans les zones semiarides (Bouchou, 2015).

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est une espèce qui pousse naturellement dans toute la région méditerranéenne (Quézel et Médail, 2003). En raison de son immensité, il s'adapte à différents types de sols et d'altitudes (Nahal, 1962). En région méditerranéenne, le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) couvre 3,5 millions d'hectares et est géographiquement réparti principalement en Méditerranée occidentale (Algérie, Tunisie, Espagne, Italie) (Quézel et Médail, 2003).

En milieu forestier, les insectes sont très sensibles aux changements des conditions environnementales affectant leur distribution, certaines espèces se partagent l'espace et le temps dans le peuplement et leur dispersion est essentiellement dépendante de la variabilité et des changements climatiques (Bouchou, 2015).

Le pin d'Alep est exposé à un ennemi biologique agressif, en l'occurrence la chenille processionnaire (CP, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Lepidoptera, Notodontidae), qui en est le principal ravageur. Son aire de répartition est en synchronisation avec l'évolution du climat (Rousselet, 2011). En raison de leur voracité alimentaire des aiguilles les chenilles provoquent souvent une défoliation complète des arbres, ce qui affaiblit le peuplement et permet ainsi la colonisation d'autres ravageurs secondaires, particulièrement des xylophages.

Par conséquent, des mesures régulières de surveillance et de lutte des ravageurs sont nécessaires pour assurer le développement de la détection et de l'atténuation des risques potentiels pour les forêts et la santé publique. (Hoch et al., 2009)

Dans cette étude, une attention particulière est portée à la variation du taux d'infestation par la CP et de sa densité chez le pin d'Alep

Dans le premier chapitre de cette mémoire, nous avons présenté une étude purement bibliographique sur le pin d'Alep et la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*).

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les caractéristiques générales de la région d'étude et la méthodologie de travail adoptée sur le terrain.

Quant aux résultats, ils sont détaillés dans le chapitre 3 alors que le Cette étude se termine par une conclusion générale et des perspectives.

## **Chapitre I : Généralité sur le pin d'Alep et la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Shiffermuller, 1775)**

### **1. Le pin d'Alep**

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), est un taxon typiquement méditerranéen, il appartient à la classe des végétaux qui sont aussi appelées résineux, du fait de l'existence d'un appareil sécréteur de résine. Elle est représentée par l'ordre des coniférales, cet ordre doit son nom à la présence de cônes (Messaili, 1995).

#### **1-1. Systématique**

Le genre *Pinus* appartient à la famille des Pinacées, se genre se divise en sous genre et en section; il comprend environ 120 espèces qui sont réparties pour la plus part dans l'hémisphère Nord (Seigue, 1985).

Selon Nahal (1962), le pin d'Alep se classe comme suit :

- Règne : Végétal.
- Embranchement : Spermathytes.
- Sous embranchement : Gymnospermes.
- Classe: Vectrices.
- Ordre : Coniférales
- Sous ordre : Abietales.
- Famille : Pinaceae.
- Genre : *Pinus*.
- Espèce : *Pinus halepensis* Mill.

Noms vernaculaires de l'espèce :

- Appellation Arabe : sanaouebar el halabi
- Appellation Amazight : Azoubi, Tayda.
- Appellation Française : Pin d'Alep, Pin blanc.
- Appellation Espagnole : Pino caraco.

#### **1-2. Répartition du pin d'Alep en Algérie**

Le pin d'Alep couvre 35% des surfaces boisées de l'Algérie du Nord (Mezali, 2003). Il est présent partout, d'Est en Ouest allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de L'Atlas Saharien. Son optimum de croissance et de développement se situe au niveau des versants Nord de l'Atlas saharien où il constitue des forêts importantes et l'on peut citer à l'Est, les grands massifs de Tébessa avec 90.000 hectares, celui des Aurès avec plus de 100.000 hectares constitués principalement par les

pinèdes des Béni-Imloul (72.000 ha), des Ouled Yagoub et celle des Bén-Oudjana (Kadik, 1987).

### 1-3. Caractères botaniques

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), est une espèce très caractéristique qui existe à l'état spontané presque dans tout le nord algérien où il peut atteindre 25m de hauteur. Sa longévité est estimée à 150 ans avec une moyenne de 100 à 120 ans (Kadik, 1987). Les feuilles ont un caractère xérophytique, elles sont en aiguilles. L'écorce est gris argentée et lisse chez les jeunes arbres, puis brune rougeâtre, en écaille mince et large chez les plus âgés (Nahal, 1962). Le pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (Serre, 1973).

### 1-4. Plasticité écologique du pin d'Alep

Le pin d'Alep occupe en altitude des positions très variables, en Algérie, il atteint fréquemment 1500m et même 2000m d'altitude dans l'Atlas saharien, et il trouve un optimum de développement à des altitudes allant de 600 à 1200m dans le Tell et de 900 à 1400m dans l'Atlas Saharien (Kadik, 1987).

Sur le plan bioclimatique, La large distribution du pin d'Alep qui va du littoral au nord du Sahara lui confère l'aptitude de végéter dans des tranches pluviométrique qui varient de 200mm dans l'Atlas Saharien jusqu'à 1500mm au Littoral, il présente un optimum de développement entre 350 et 700mm de précipitations annuelles (Nahal, 1962).

Sur le plan thermique, l'aire naturelle du pin d'Alep admet une variante humide et semi-aride, froide à chaude avec des valeurs moyennes de températures minimales du mois le plus froid de -3 à +10 °C (Quezel, 1986).

### 1-5. Les maladies du pin d'Alep

La forêt est un écosystème complexe, sensible à des perturbations qui peuvent entraîner son dépérissement de façon plus ou moins brutale et sur des zones plus ou moins étendus. Les arbres sont attaqués par des insectes, des champignons, des virus, ils peuvent être brûlés, ou même abattus par des tornades de vent. Leurs croissance peuvent être altérés, voire stoppés par des écarts inhabituels de précipitations ou de températures ou par des phénomènes de pollution des eaux ou de l'atmosphère (Parde et Bouchon, 1988).

**-Les maladies des racines:** Il n'y a pas d'agents spécifique d'altération des racines de pins. Les parasites suivant (*Armillaria mellea*, *Ungulina annosa*, *Rhizina inflata* ) provoquent des décolorations et des dépérissements ainsi que des pourritures du système racinaire .

**-Les maladies des rameaux:** Les plus importants sont les rouilles visqueuse et bourbeuses des rameaux et la tordeuse des pousses (Fig. 1A)

**-Les maladies des aiguilles:** L'examen des symptômes divers tels que: dessèchement, taches, coloration anormale, que l'on peut observer sur les aiguilles des pins, font souvent apparaître aux origines des dégâts des agents cryptogamiques

**-Les maladies du tronc:** L'espèce *Procytes gigas* est un sîrex voisin de la guêpe ; il creuse des galeries dans le bois qui peuvent entraîner le déclassement des grumes. De nombreux insectes xylophages s'attaquent au bois de pin d'Alep, sans être propre à cette espèce; il en est ainsi des scolytes, des hylobes, des bostryches et des pissodes. *Blastophagus piniperda* L. (hylesine du pin) est un insecte xylophage appartenant à l'ordredes coléoptères et au sous ordre des phytophages; il est de la famille des Scolytidae.

Enfin la chenille processionnaire (*Thometopoea pityocampa* Schiff) est un lépidoptère connu depuis fort longtemps dans le bassin méditerranéen comme un défoliateur permanent de forêts naturelles des pins et des cèdres (Fig. 1B)



**Figure 1.** Maladie du tronc (à gauche), nid de la chenille processionnaire (à droite) (Photo Originale)

## 2- La processionnaire du pin

### 2- 1-Description et systématique

La processionnaire du pin, ou *Thaumetopoea pityocampa*, est l'un des plus grands ravageurs forestiers. Elle a été mentionnée depuis plus de deux cents ans et décrite pour la première fois par Denis & Shiffermuller en 1775 dans le genre Bombyx. En 1822, HUBNER créa le genre *Thaumetopoea* pour toutes les espèces incluses aujourd'hui dans la famille des *Thaumetopoeidae*. Stephens, fit passer en 1928 toutes les espèces du genre *Thaumetopoea* dans le genre *Cnethocampa*, qu'il a placé dans la famille des Notodontidae (Agenjo, 1941)

Selon Albout et al (2017) la taxonomie de processionnaire du pin et :

Classe : Insecta 24

Ordre : Lepidoptera

Famille : Notodontinae

Genre : Thaumetopoea

Espèce : *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Shiffermuller, 1775)

### 2- 2. Comportement biologique

La processionnaire du pin est une espèce univoltine. Son cycle peut cependant s'étaler sur plusieurs années en fonction des conditions écologiques du milieu. La processionnaire du pin est extrêmement dépendante des conditions climatiques notamment la température et l'ensoleillement. De fortes variations sont notées dans son cycle selon la latitude et l'altitude des populations. Le cycle s'effectue en deux phases à deux strates différentes de l'écosystème : l'une aérienne (évolution larvaire en cinq stades), l'autre souterraine (prénymphose et nymphose) Martin et Bonnet (2007). Les différentes écophases de son évolution sont synthétisées et illustrées par la figure 1.

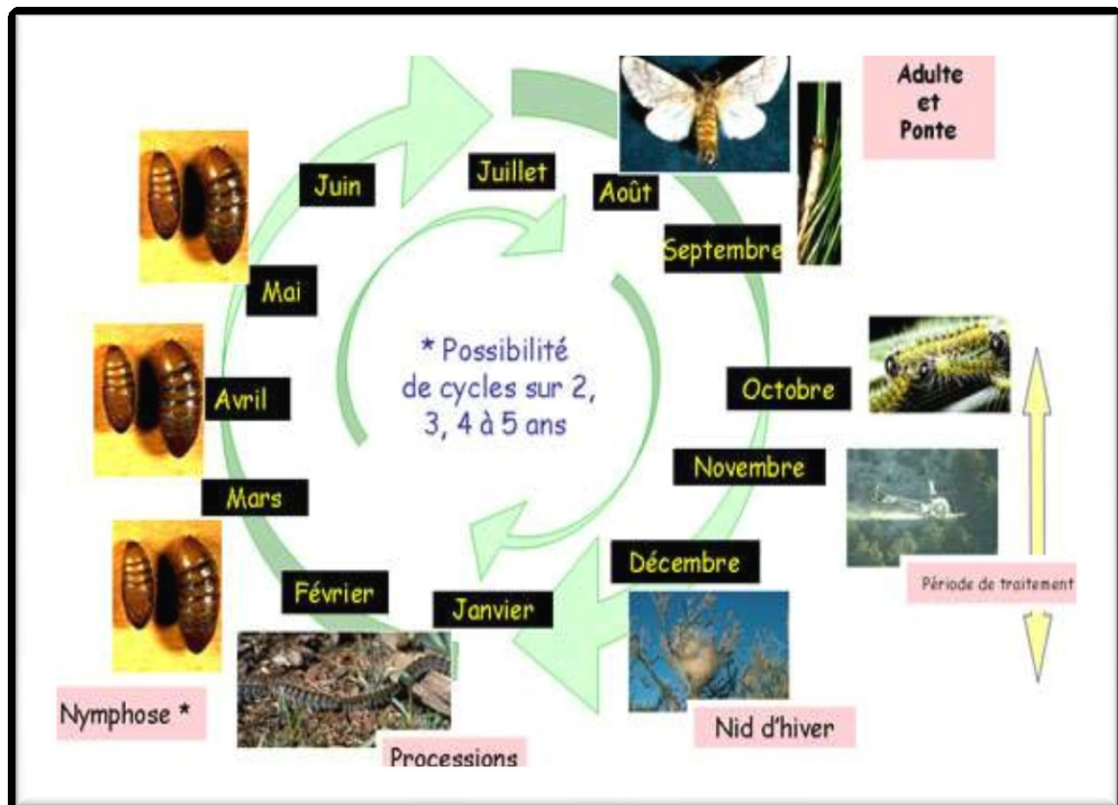


Figure 2 : Chronologie de développement du *T. pityocampa* (Martin et Bonnet, 2007)

### 2- 2.1. La phase aérienne

La durée de la phase aérienne varie de cinq à huit mois et comprend plusieurs étapes, de l'émergence des papillons jusqu'à l'enfouissement des chenilles du dernier stade.

#### 2- 2.1.1. Les émergences

Les adultes de la processionnaire du pin émergent du sol au cours de la période estivale avec un maximum d'émergence noté vers la seconde décennie de juillet. Ils se libèrent de leur cocon grâce à des crêtes sclérifiées situées sur leur tête, qui leur permettent de découper l'enveloppe qui les entoure (Demolin, 1969). Les adultes ont une durée de vie limitée de 24 à 48 heures. À leur sortie les adultes sont actifs et peuvent parcourir plusieurs kilomètres. Malgré le dimorphisme sexuel prononcé, les deux sexes se ressemblent notamment par leurs ailes de couleur gris blanchâtre. L'envergure des adultes est de 30 à 35 mm. Les mâles ont tendance à sortir les premiers le soir au crépuscule et sont suivis peu de temps après par les femelles. Quelques heures après leur émergence l'activité et la fécondité des papillons débutent. (Guerrero *et al.*, 1981). Après accouplement le mâle meurt quelques heures plus tard et les femelles se dirigent au vol à la recherche de site de ponte en relation avec composés volatiles (Paiva *et al.*, 2011). La femelle effectue un choix

sélectif à l'intérieur du peuplement, en comparant le diamètre et la structure des aiguilles ou des rameaux rencontrés. (Huchon et Demolin, 1970)

### **2- 2.1.2. La ponte**

Une fois le site de ponte sélectionné la femelle rassemble deux aiguilles à l'extrémité d'un rameau pour déposer ses œufs en forme d'un manchon de 4 à 6 centimètres. Au cours de sa ponte, la femelle recouvre ses œufs par des écailles protectrices de couleur beige-clair (Demolin, 1969). Les œufs pondus par femelle varient de 70 à 300 œufs par femelle et effectuent une embryogenèse de 30 à 45 jours (Demolin, 1969).

### **2- 2.1.3. Développement larvaire**

Au cours de son évolution la processionnaire s'effectue en cinq stades larvaires. A ce stade, deux périodes distinctes sont notées : la période ambulatoire allant de l'éclosion aux premiers froids, et la période du « nid d'hiver » durant laquelle les chenilles restent à un emplacement jusqu'au dernier stade et le départ en procession de nymphose à la recherche d'un site favorable à leur enfouissement. La durée des stades larvaires est dépendante du climat. Plus l'hiver sera de longue durée, plus la vitesse d'évolution est diminuée principalement au quatrième stade. Dans les cas les plus favorables, l'évolution larvaire s'effectue de 4 à 5 mois au minimum. En haute altitude elle peut s'étendre entre 9 à 10 mois (Demolin, 1971).

### **2- 2.1.4. Phase ambulatoire**

Dès l'éclosion, les chenilles d'une même colonie vivent en groupe. La colonie issue d'une même ponte change souvent d'emplacement, s'alimentant des aiguilles à proximité de leur biotope de rassemblement. Dès l'annonce des premiers froids de l'automne, la colonie recherche l'endroit le mieux situé sur les rameaux pour construire le nid d'hiver, véritable radiateur solaire lui permettant une évolution adéquate (Huchon et Demolin, 1970).

### **2- 2.1.5. Propriétés urticantes**

Au troisième stade, les chenilles développent sur la face dorsale de petites poches particulières ou « miroirs » renfermant des poils urticants. Au moindre danger, les « miroirs » sont ouverts et les poils de taille microscopique libérée assurent un barrage venimeux autour de la colonie pour leur protection. Transportés facilement par le plus faible courant d'air, ils envahissent toute la forêt lors des phases de gradation. Ils provoquent chez l'homme et les animaux de nombreux troubles histaminiques limités habituellement à des rougeurs et à des démangeaisons pénibles. L'action allergique des

poils urticants peut se compliquer à la formation d'œdèmes doublés de troubles oculaires voire même d'accidents respiratoires et de vertiges (Huchon et Demolin, 1970).

#### **2- 2.1.6. Structure du nid d'hiver**

Dès que les chenilles choisissent l'emplacement de la construction du nid, ce lieu reste l'endroit définitif à la colonie. Les chenilles quittent le nid durant la nuit, pour s'alimenter à partir des aiguilles de pins avoisinantes. Les conditions dans le nid permettent aux chenilles le passage au quatrième puis au cinquième stade larvaire (Huchon et Demolin, 1970)

#### **2- 2.1.7. Les processions et leur évolution**

La fin janvier jusqu'au mois de juin, suivant les dates d'émergence des adultes et en fonction de la rigueur de l'hiver, que les chenilles parviennent à leur dernier stade. Elles quittent le nid pour se rendre en procession jusqu'au lieu d'enfouissement dans le sol. Si à la période des processions, le climat est particulièrement chaud, les chenilles pourront s'enterrer en bordure des clairières et même en sous-bois (Huchon et Demolin, 1970).

### **2- 2.2. Phase souterraine**

#### **2- 2.2.1. La nymphe**

La nymphe s'effectue une quinzaine de jours après l'enfouissement des chenilles dans le sol. La chrysalide sera complètement formée quelques jours plus tard et subit une diapause obligatoire.

#### **2- 2.2.2. La diapause**

La diapause c'est l'arrêt de développement caractérisé par une diminution notable du métabolisme, la durée de la diapause est variable ; elle s'adapte à celle du développement larvaire, pour que le cycle s'achève sur l'année. En altitude, où les hivers sont particulièrement rigoureux, la durée d'évolution larvaire est plus longue, la diapause sera alors plus courte pour respecter le cycle annuel. A la fin de la période de diapause, il y a une reprise d'activité métabolique intense ou le futur adulte entame sa constitution. Un mois plus tard, il sera prêt à sortir de terre. (Huchon et Demolin, 1970).

### **2- 3. Les dégâts occasionnés**

#### **2- 3. 1. Dommages sylvicoles**

La processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* est un des ravageurs des forêts les plus importants de la région méditerranéenne (Cadahia et Enriquez et Sanchez , 1975). Elle s'observe dans les forêts de pins et de cèdres en Afrique du Nord. Dès l'éclosion, la processionnaire du pin commence à se nourrir des aiguilles de son hôte. Les larves des deux premiers stades dévorent les aiguilles à proximité des zones des pontes et

engendrent des dégâts caractéristiques sous forme de bouquets d'aiguilles jaunes puis rousses. Les chenilles du troisième au cinquième stade consomment souvent la totalité des aiguilles. Une colonie utilise 1,5 à 2 Kg (en poids sec) d'aiguilles et il suffit de 4 ou 5 colonies pour mettre entièrement à nu un arbre de pin de 20 ans (Fraval, 2007). Cette défoliation provoque des pertes de croissance par diminution du pouvoir photosynthétique et les sujets attaqués deviennent alors très sensibles aux insectes xylophages et aux maladies. Les défoliations privent l'arbre de toutes ou une partie de ses capacités de photosynthèse, il en résulte une perte de croissance importante en cas de défoliations répétées. Calas (1897) a estimé une réduction de croissance en altitude de 60% chez *Pinus nigra*. Dans des zones de reforestation récente de *Pinus radiata*, (Cadahia et Insua, 1970), soulignent que les pertes en croissance et en volume sont de 14 et 33% pour des infestations légères et fortes respectivement. (Bouchon et Toth, 1971) ont démontré que des forêts de conifères de *Pinus nigra* périodiquement ciblées, perdent environ 45% de leur volume en 50 ans. (Lemoine, 1977) a identifié une réduction de la croissance de la circonférence de 30% après une attaque sur *Pinus pinaster*. Chez les *Pinus nigra*, suite à la défoliation provoquée par *Thaumetopoea pityocampa*, l'anneau de croissance correspondant à l'année suivant une attaque sévère n'apparaît pas, ce qui provoque, une réduction de 35% de la croissance radiale (Laurent-Hervouet, 1986).

Toutefois l'intensité des dégâts est très variable. Elle dépend de l'essence et de type de peuplement. En montagne, la processionnaire est uniquement présente sur les versants sud (houppiers ensoleillés, lisières). Dans les peuplements fermés de plaine, elle colonise essentiellement les lisières, surtout celles orientées sud/sud-ouest. Les bordures de peuplements, les arbres isolés et les plantations pures sont les plus sensibles aux attaques.

### **2- 3. 2. Impact sur la santé**

La Chenille processionnaire, à partir de son 3ème stade de développement, dispose de plages de petits poils urticants microscopiques appelées miroirs, cachées dans les replis de la peau. Ces poils sont libérés dans l'air dès que la chenille se sent menacée. Ils peuvent aussi être transportés à moyenne distance par le vent (Martin, 2005). Chez l'homme, le contact direct avec les chenilles ou bien indirectement avec les poils urticants disséminés par le vent est responsable de démangeaisons plus ou moins graves suivant la sensibilité des individus. Quatre voies d'exposition sont définies : le contact cutané, le contact oculaire, l'inhalation et l'ingestion. Quel que soit le mode de la contamination, les poils urticants pénètrent alors soit dans l'épiderme soit dans les muqueuses pour s'y fixer et libérer la substance urticante. La gravité des symptômes dépend de l'importance de

l'exposition, de la porte d'entrée et de la susceptibilité du sujet. Les troubles constatés peuvent être, cutanés sur les mains, les bras, le visage ou le cou, oculaire sous forme de conjonctivite, respiratoire se manifestant par des éternuements et des maux de gorge, digestif donnant une inflammation des muqueuses de la bouche et des intestins (Martin, 2005).

## **2- 4. La lutte contre les chenilles processionnaires de pin**

La lutte contre la Chenille processionnaire du pin ne permet pas d'éviter une nouvelle infestation, mais consiste uniquement à protéger les jeunes peuplements, et à limiter localement les populations de ravageurs à un taux compatible avec la présence anthropique. La lutte contre ce défoliateur prend quatre formes principales : biologique, mécanique, chimique et sylvicole. Ceci est en fonction des surfaces infestées et des stades de développement ciblés. Plusieurs techniques sont appliquées pour contrôler les populations de la processionnaire du pin :

### **2- 4. 1. Lutte mécanique ou échenillage biologique**

Son importance en termes de surfaces traitées est très faible, cette technique est néanmoins très utilisée pour les arbres isolés, dans les parcs ou les jardins, où les densités de population de chenilles sont faibles. L'intervention par la récolte des pontes s'effectue en été avant l'éclosion des œufs. Ceux-ci sont en effet repérables grâce à la couleur de leur chaton gris caractéristique à l'extrémité des rameaux, et sont souvent localisées sur les branches basses de l'arbre. L'opération consiste à couper les branches infectées et les brûler.

Dès la fin de l'été, et dès l'apparition des pré-nids et du début de construction des nids d'hiver, il est possible d'appliquer la même méthode : couper les branches infectées avec un sécateur et les brûler. Cette méthode est très efficace, elle permet la destruction intégrale des nids, mais peut s'avérer délicate à mettre en œuvre, notamment pour les nids situés à des hauteurs élevées sur les arbres de grande taille.

### **2- 4. 2. Lutte chimique**

Elle se limite aujourd'hui à des interventions de faible ampleur ou de rattrapage. L'insecticide utilisé dans ce cas est généralement à base de Diflubenzuron, régulateur de croissance qui perturbe le processus de mue larvaire (Martin, 2005).

### **2- 4. 3. La lutte sylvicole**

L'opération des pratiques sylvicoles consiste à planter des essences d'arbres qui ne sont pas sensibles à l'insecte considéré. Les peuplements forestiers mélangés subissent en général moins de dégâts d'herbivores que les peuplements purs. Cette diversification réduit généralement la colonisation par la processionnaire du pin et favorise le cortège parasitaire. C'est une méthode de lutte naturelle et efficace (Martin, 2005).

### **2- 4. 4. La prédation par les mésanges**

Les mésanges sont des oiseaux sédentaires qui se nourrissent d'insectes dont la processionnaire du pin. L'utilisation de cette interaction comme moyen de lutte se fait en facilitant l'implantation des mésanges par des nichoirs.

### **2- 4. 5. La lutte microbiologique**

L'utilisation d'insecticides biologiques à base de *Bacillus thuringiensis* couvre actuellement presque 100% des surfaces traitées contre la processionnaire du pin. Il s'agit d'une bactérie Gram positif capable de produire des toxines insecticides. L'activité de *Bacillus thuringiensis* est surtout basée sur la production de toxines durant la phase de sporulation du développement de la bactérie. L'ingestion des toxines présentes à la surface du feuillage conduit à la mort des chenilles. Actuellement, seuls les trois premiers stades larvaires sont généralement visés par ce type de traitement. Il semble que le *Bacillus thuringiensis* est aussi efficace contre les chenilles du quatrième et le début du cinquième stade (Martin et Mazet , 2001). L'application du produit se fait généralement par traitement aérien au cours des premiers stades larvaires. Elle doit être effectuée avant les processions : entre le mois de Décembre et février. Ce traitement est respectueux de l'environnement puisqu'il ne persiste que très peu après application et il a une spécificité d'action.

### **2- 4. 6. Lutte par l'utilisation des phéromones sexuelles**

La phéromone est utilisée par diffusion à l'intérieur de pièges pour une capture massive des mâles de la processionnaire ou pour un suivi de la dynamique de ses populations. Elle peut aussi être employée, sans piège, pour engendrer une confusion sexuelle afin de réduire les chances de reconnaissance de la femelle par le mâle. La diminution des femelles fécondées va induire une réduction de la descendance (Martin, Mazet , 2001).

## Chapitre II: Matériel et méthode

### 1. Zone d'étude

#### 1.1- Situation géographique

Le canton d'El Haourane fait partie de la forêt domaniale de Dréat, il est situé à 15 km au Nord de la commune de Hammam Dalaa, avec les coordonnées géographiques

- latitude ( $35,960202^{\circ}$  Nord)

-longitude ( $4,398308^{\circ}$  Est).

La superficie de la zone d'étude est de 994.56 ha, soit 5.9% de la superficie total de la forêt de Dréat et elle est limitée au nord par le canton d'Ogribissa à l'Ouest par le canton de Sidi Amar et le canton de Mechararine et à l'Est par Douar Dréat et au Sud par le canton de Boustila.



Figure 3 : Localisation géographique de la zone d'étude

#### 1.2- Les caractéristiques physiques

##### 1-2-1- Relief

Ce canton est caractérisé par un relief très accidenté avec des altitudes qui culminent à 1120m, et des pentes variables. D'après les études de la F.A.O (1971), la

morphométrie de la zone de Hammam Dalaà faitres sortir la zone montagneuse au Nord avec son relief très accidenté et se pentes fortes. De l'Est à l'Ouest se succèdent les massifs de Djbel Choukchout (1852 m), Djebel Mansour (Dréat), Kaf El Assel (1223m), qui représente 19% du paysages montagneux de la région du Hammam Dalaà.

**Tableau 1. Les classes des pentes de la région de hammam dalaà**

La classe des pentes(%)	Superficie (%)	Le relief
0 – 3%	1.13%	Plaine
3 – 12.5%	45.67%	Bas piéments
12.5 - 25%	34.74%	Hauts piéments
Supérieure à 25%	18.46%	Montagnes

Source : (F.A.O, 1971)

### 1-2-2- Hydrologie

Le réseau hydrologique est très dense, il appartient au sous bassin versant d'Oued Loughmane.

Les principaux Oueds sont:

- Oued Loughmane: Il se jette dans Oued M'sila, prolongement d'Oued Ksob, avec un
- écoulement semi permanent
- Oued El Hammam: (Oued Sidi Amar) il draine la partie Nord-est de la chaine Mechtat El Jarf, jusqu'à Oued El Haourane et il se déverse dans Oued Dalaà.
- Oued El Haourane : Il draine la partie Est de la zone d'étude, il se déverse dans Oued El Hammam.

### 1-2-3- La pédologie

Selon l'étude de F.A.O (1971) d'après la C.P.C.S (1967), la zone d'étude comprend trois classes de sols:

#### - Class 1: sols minéraux brutes

Sols de profil AC, ne contenant que des traces de matières organiques dans les 20 premières centimètres supérieures.

#### -Classe 2 : sols calcimagnésique

Se sont des sols dont les horizons supérieures sont riches en alcalinoterreux (Ca et Mg), le profil est de type AC. AR. A(B)R; la matière organique de l'horizon A est fortement liée à la matière minérale (formation d'une bonne structure).

#### -Classe 3: Sols isohumiques

Sont caractérisés par l'incorporation profonde (au mois jusqu'au matériel originale) de la matière organique.

### 3- Climat

Les données climatiques considérées sont obtenues à partir des données station météorologique de Msila pour la période de 2000 à 2009, la seule station qui peut fournir des données complètes par rapport à d'autres stations météorologiques plus ou moins près de la zone d'étude pour laquelle des données incomplètes ou manquantes sont disponibles. Selon le rapport de la FAO1999, dans la région HODNA il y a une pente de 40mm pour 100m dans la partie nord et une pente de 20mm pour 100m dans la partie sud. Pour l'Algérie hors côte, la température maximale diminue de 0,7°C pour une augmentation de 100m d'altitude, tandis que la température minimale diminue de 0,4°C pour la même plage altitudinale.

**Tableau 2** Les caractéristiques de la station météorologique de M'sila

Station météorologique	Coordonnées géographiques		Altitude(m)	Données disponibles	Période d'observation
	Latitude	Longitude			
M'sila	35°40'	04°30'	441	Température	1988 à 2016
d'El-Haourane	35°58' 51"	4° 11' 10"	940	Précipitation Humidité	

#### 3-1. Les précipitations

La précipitation est une équation de première degré qui ne dépend que du contenu de vapeur dans l'atmosphère et de divers facteurs externes comme la température de l'air et la qualité de l'eau à la surface de la terre. Elles constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes limniques (Ramade, 1984). Selon ce même auteur, les précipitations jouent un rôle important dans l'apparition du tapis végétal.

**Tableau 3.** Précipitations mensuelles moyennes pour la période (2000-2009)

mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Totale	Moy
P (mm) M'sila	18,2	12,6	22	17,3	20,4	28,7	4,2	7,3	29,6	22,3	16,6	18,9	218,2	18,18
P (mm) ElHaourane	34,22	23,6	41,3	32,5	38,3	54,1	7,90	13,7	55,6	41,9	31,2	35,5	410,2	34,18

Source : Station météorologique de M'sila

D'après l'analyse des données recueillies aux prés du service météorologique de M'sila, la région reçoit environ 218.21 mm de pluie annuellement et une moyenne mensuelle de 18.18 mm et la région d'El-Haourane reçoit 410.23 mm de pluie par an ce qui donne une moyenne mensuelle de 34.18 mm

### 3-2.La température

La température représente un facteur limitant de première importance car elle conditionne la répartition de la totalité des espèces végétales et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade.,1984). Comme le facteur pluviométrie, les températures exercent une influence importante sur la répartition des espèces végétales et sur leur croissance.

**Tableau 4.** Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes  $(M+m)/2$  et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2000 à 2009)

T (en °C) Mois	M	m	$(M+m)/2$	M-m
Janvier	10.99	1.76	6.38	9.23
Février	13.49	2.86	8.38	10.63
Mars	18.09	6.56	12.33	11.53
Avril	21.19	9.66	15.43	11.53
Mai	26.69	14.36	20.53	12.33
Juin	32.89	19.26	26.08	13.63
Juillet	36.79	22.96	29.88	13.83
Aout	35.59	22.06	28.83	13.53
Septembre	28.69	17.36	23.03	11.33
Octobre	23.39	12.56	17.98	10.83
Novembre	16.39	6.96	11.68	9.43
Décembre	11.69	3.16	7.43	8.53
Moyenne	22.99	11.63	17.31	11.36

Les espèces sont sensibles aux variations de l'amplitude thermique saisonnière c'est à dire aux températures minimales de la saison froide et aux températures maximales de la saison chaude. Parfois; la sensibilité est même ressentie aux variations de l'amplitude thermique journalière.

### **3-3 - Flore et faune d'El Haourane**

#### **a – Forêt**

C'est une « formation végétale d'au moins sept mètre de hauteur ayant une densité minimum d'au moins cent arbres par hectare». Au niveau de notre zone d'étude, on a une forêt claire, car la disposition est assez régulière et les cimes non jointives avec un recouvrement compris entre 50 à 75% c'est le cas de notre cédraie à une altitude supérieur à 1581 m

#### **b - Garrigue**

C'est une formation végétale plus ouverte, composée de petits arbustes à feuillage persistant, dépassant rarement 0.5 m de hauteur. Notre zone d'étude présente une garrigue de chêne vert avec quelques pieds de genévrier oxycèdre et le genévrier de phoenicie à une altitude comprise entre 1490 m à 1581 m

#### **c - Pelouses**

Ce sont des formateurs basses inférieures à 0.30m, dominées par les hémicryptophytes, les chamaephytes herbacées et les géophytes, et dont le rythme de production saisonnier est d'autant plus marqué que la sécheresse édaphique est plus longue (Le Houerou,. 1975).

Ce sont les grandes ensembles végétaux qui représentent un caractère physiologique commun, ce caractère peut être un critère de taille, de stratification, la densité, étendue spaciales d'aspect et de biomasse.

Dans notre zone d'étude, la pelouse est à Asphodèle (*Asphodelus microcarpus* Salzm et Viv) et à Diss (*Ampelodesma mauritanicum* (Poir.) Dur et Shinz ) sur une altitude de 1400m.

## 4. Méthodes d'étude

### 4.1-choix des stations

Deux forêts ont été choisies la forêt d'Oueld Omar ( $35^{\circ}57'15''\text{N}$  et  $4^{\circ}23'56''\text{E}$ ) avec une altitude de 861 m et la forêt d'El Hourane ( $35^{\circ}59'28''\text{N}$  et  $4^{\circ}27'43''\text{E}$ ) avec une altitude de 909 m.

### 4.2- Échantillonnage

Les observations et les comptages des nids d'hiver et la prise de l'orientation cardinale des nids sur chaque arbre ont été effectués dans les deux sites. Le type d'échantillonnage utilisé dans ce travail est l'échantillonnage systématique se basant sur deux transects diagonales pour chaque site. Le nombre total des arbres sélectionnés est de cent (100) arbres par site.

### 4.3-Dénombrement des nids

Nous avons dénombré les nids de la chenille processionnaire du pin sur les arbres du pin dans les deux forêts, au niveau de la région de Hammame Dalaa (M'Sila). Le choix des arbres recensés est aléatoire. L'abondance totale des nids de *Thaumetopoea pityocampa* est estimée pour 100 arbres dans la forêt. La moyenne de l'abondance des nids est estimée par arbre du pin. Le taux d'infestation par l'insecte et les différents indices écologiques sont également estimés.

### 4.4. Indices écologique

Indices écologique pour l'abondance d'une espèce dans une forêt

**Abondance totale:** c'est le nombre total d'individu de la même espèce sur tous les relevés de l'échantillon.

**Abondance moyenne :** c'est le nombre moyen des individus au niveau de chaque relevé.

**Equitabilité :** c'est une mesure de la distribution des individus au sein d'une espèce; autrement dit, c'est la façon dont l'abondance se répartit au sein des espèces.

**Dominance:** est fournie par l'évaluation de la surface couverte par l'ensemble des individus de l'espèce.

**Taux d'infestation** : c'est le pourcentage des relevés touchés sur le nombre total des relevés étudiés (Soudant et Belin, 2011).

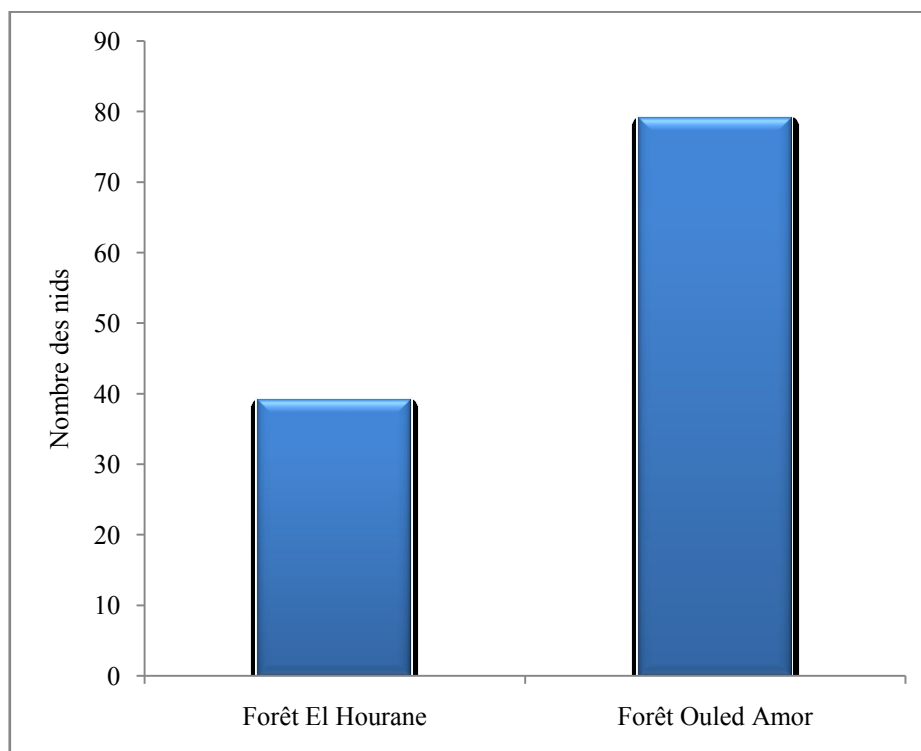
#### **4.5. Traitement statistique des données**

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance (ANOVA), à un facteur de variation, avec le seuil de 5% ( $p < 0.05$ ) pour identifier les groupes homogènes. Aussi, nous avons fait appel à l'analyse en composantes principales (ACP). Le principe de cette analyse est de représenter un phénomène multidimensionnel par un graphique à deux ou plusieurs dimensions. Les tests statistiques ont été traités par le logiciel PAST version 3.1. Le seuil de 5% a été retenu pour tous les tests

### Chapitre III : Résultats et discussion

#### 1. Effet de l'altitude sur le taux d'infestation de *T. pityocampa*

Les résultats obtenus, montrent que le nombre des nids d'hiver varie d'une forêt à une autre. La figure 4, montre que le site d'Ouled Amor affiche un nombre de nids de 79. Concernant les arbres du pin d'Alep du site d'El Hourane, ce dernier présente un taux de 39. Le tableau 5 indique le pourcentage des nids d'hiver sur les 100 arbres repérés dans les deux forêts de la région d'El hourane dans la commune Hammam Dalaa (M'Sila).



**Figure 4.** Nombre de nids de la chenille processionnaire chez *P. halepensis* dans les deux sites étudiés.

Cette différence est confirmée par le test ANOVA, qui signale la présence d'une différence hautement significative du nombre des nids entre les deux sites étudiés ( $F=26,02$ ;  $P<0,0001$ ).

**Tableau 5:** La densité de CP par les nids d'hiver

	Taux d'arbre infesté	Taux d'arbre non infesté
Forêt d'Ouled Amor	79%	21%
Forêt d'El Hourane	39%	61%

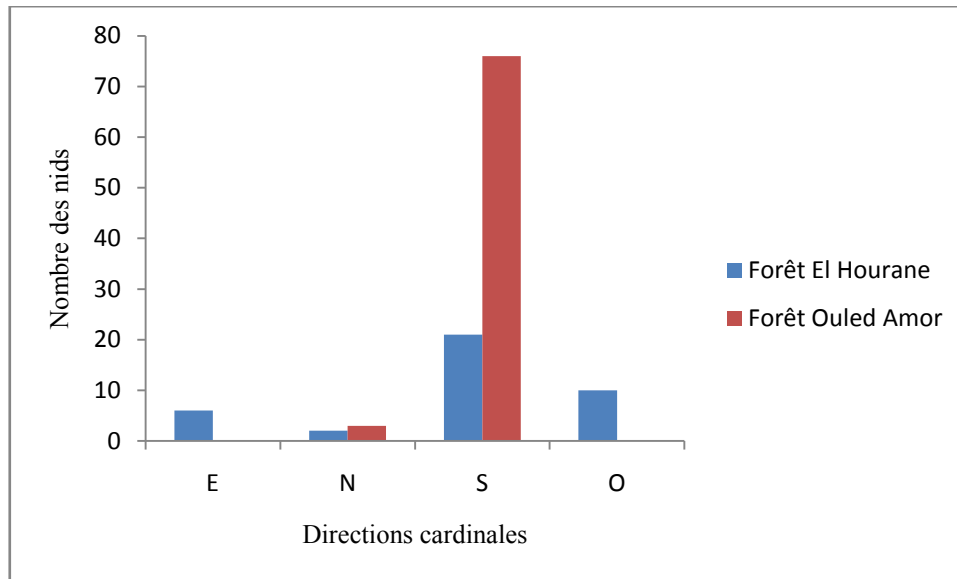
Le taux d'infestation du pin d'Alep par la CP de la région semi-aride de Hammam Dalaa (M'Sila) a été proche au résultat de Mecheri et al (2018) au zone semi aride à Djelfa, mais largement plus faible que chez les autres populations de pins d'Europe, notamment dans les plantations de pin en France (Régolini et al, 2014) et plus faible aussi que dans les pinèdes de la Catalogne (l'Espagne) (Cardil et al, 2017)

L'estimation de la taille de CP est très importante. La croissance de cette population peut être liée à de nombreux problèmes biologiques tels que l'adaptation écologique, la constitution génétique, l'évolution de la sélection naturelle...etc.

Les interactions pin d'Alep-chenille processionnaire ont une importance écologique, économique, sociétale et scientifique qui nécessitent d'étudier à la fois les caractéristiques du pin d'Alep couplés à la biologie et à la dynamique des populations de son défoliateur afin de comprendre les facteurs qui prédisposent cette essence aux attaques, la réponse des arbres face à ces attaques soit par une résistance ou un dépérissement et les stratégies développées par l'insecte pour exploiter au mieux les arbres et se maintenir dans l'environnement (Ziouche et al, 2017).

## **2. Effet des directions cardinales sur le taux d'infestation de *T. pityocampa***

L'effet orientation cardinale est visible car l'abondance des nids d'hiver de la chenille processionnaire se localise dans l'ensemble sur la direction Sud pour la forêt d'Ouled Amor et des orientations diversifient pour le site d'El Hourane considérés (Fig. 5). Le test ANOVA, montre une différence hautement significative de L'effet d'orientation cardinale et nombre des nids entre les deux sites étudiés ( $F=27,06$ ;  $P<0,0001$ ).



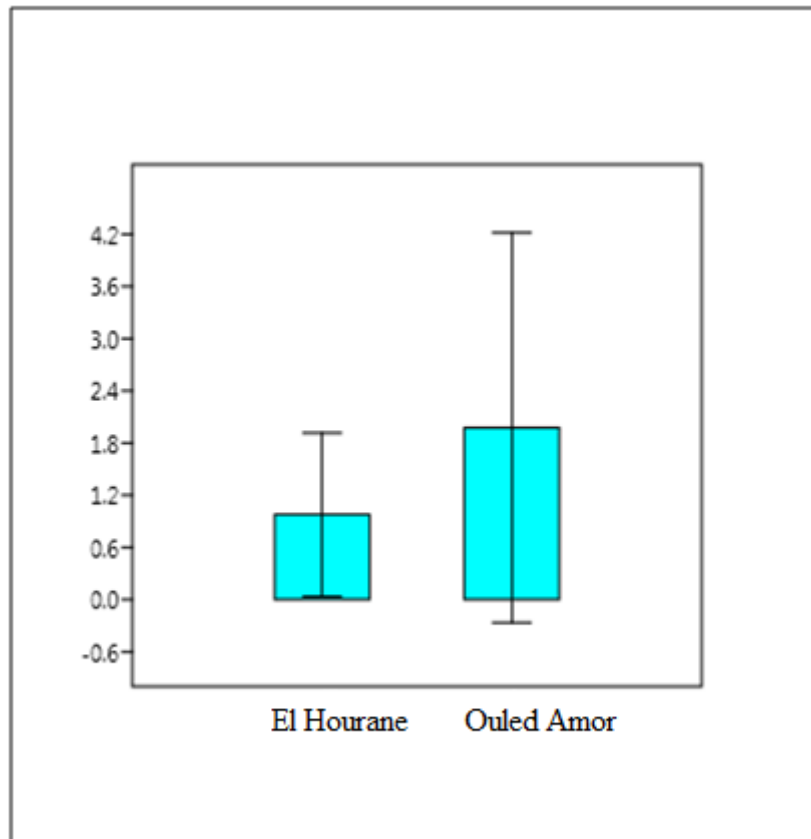
**Figure 5.** L'effet d'orientation cardinale de la chenille processionnaire chez *P. halepensis* dans les deux sites étudiés.

Les données de l'abondance et le positionnement des nids d'hiver de *T. pityocampa* en rapport avec les directions cardinal, montrent que les arbres du pin d'Alep présentent le même niveau d'infestation variable dans les différents sites étudiés. La projection des variables relatifs à l'abondance des nids d'hiver estime que les chenilles de *T. pityocampa* installent ses nids d'hiver dans la direction cardinal Sud et Ouest à une altitude de 861 à 909 m.

Selon Hoch et al (2009), les chenilles processionnaires du pin sont capables de s'adapter afin de compenser d'éventuelles variations climatiques, comme l'illustre la construction et l'orientation du nid d'hiver, permettant d'allier effet de masse (atténuation de fortes variations de température par regroupement de nombreux individus) et insolation maximale.

### 3- La densité de CP par les nids d'hiver

Le résultat du comptage des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin effectué dans les deux sites d'étude, montre que les valeurs moyennes de la densité de CP par les nids d'hiver enregistré dans le site de d'Ouled Amor et d'El Hourane sont presque similaires avec des valeurs respectives de  $1,98 \pm 0,18$  et  $0,95 \pm 0,073$  nids /arbre des nids d'hiver (Fig. 6). Le test de Kruskal-Wallis indique que la densité de CP par arbre a été significativement variable d'un site à l'autre ( $H^2 = 15,68$ ;  $P < 0,001$ ).



**Figure 6.** Nombre de nids par arbre de la chenille processionnaire chez *P. halepensis* dans les deux sites étudiés.

L'infestation du pin d'Alep de notre région par la CP a été variable d'une région à une autre. Les pinèdes de notre région se trouvent, sur la bordure sud de la Méditerranée, exposées aux influences climatiques du désert (canicules et vent de sirocco en été) (Mecheri et al, 2018).

D'après Jacquet et al., (2012), la densité de CP par arbre baisse avec l'altitude. Effectivement, la densité des nids par arbre dans nos forêts semi-arides a été faible (0,95 à 1,98 nids/arbre) par rapport à la cédraie de Chréa (Algérie) (5,96 nids/arbre), sous un climat subhumide (Sbabdji et al, 2009).

Outre, les gradients latitudinal et altitudinal, la densité des arbres et la diversité des essences forestières peuvent modifier le taux d'infestation par la CP et la densité de cette dernière, favorisant les arbres isolés et sommitaux.

#### 4-Indices écologiques

Les différents indices écologiques estimés dans la forêt d'Ouled Amor et la forêt d'El Hourane sont les suivantes : une dominance égale respectivement de 0,033 et 0,030 et une équitabilité égale respectivement de 0,95 et 0,99 (Tab. 6).

**Tableau 6** : Les indices écologiques calculent dans la région d'étude

	Forêt El Hourane	Forêt Ouled Amor
Dominance_D	0,0309	0,03317
Equitabilité_E	0,9904	0,9588

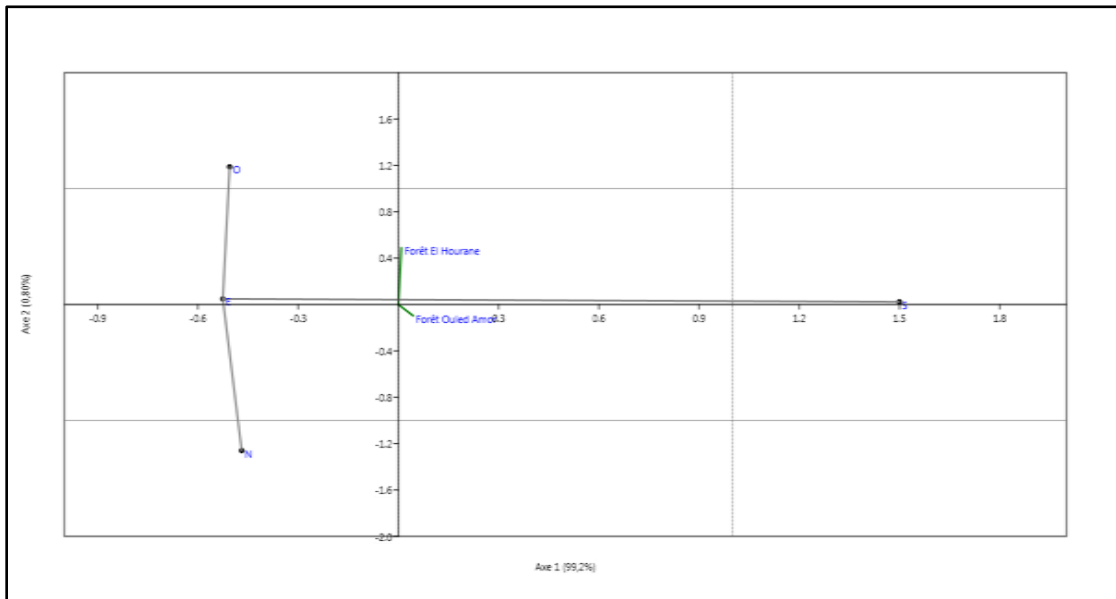
D'après les résultats obtenus, l'équitabilité qui indique l'homogénéité de la distribution des nids d'hiver dans une forêt est proche à valeur 1, a enregistré des valeurs plus de 0,95 dans les deux forêts, cela indique que presque tous les arbres sont attaqués par la chenille et le nombre des nids est également proche entre les arbres de forêt.

#### 5-Analyse Factorielle des Correspondances(AFC)

Les données de l'abondance et de l'orientation des nids d'hiver de *T. pityocampa* ont été soumises à une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). L'analyse est satisfaisante pour l'ensemble des paramètres étudiés dans la mesure où plus de 95% de la variance est exprimée sur les deux premiers axes (Fig. 7).

Les structures dessinées par les nuages de variables sont souvent très significatives et facilitent la mise en évidence des phénomènes et des facteurs écologiques. Le teste  $\text{Khi}^2 = 38,21$ ,  $\text{ddl} = 3$  et  $P < 0,0001$ , donc la dépendance entre les lignes et les colonnes sont significatives. Autrement dit, il y a une différence significative entre l'abondance et de l'orientation des nids d'hiver.

La projection des variables relatifs à l'abondance des nids d'hiver dans chaque site étudié à travers l'axe 1 (99,20%), montre que les arbres du pin d'Alep présentent le même niveau d'infestation par les nids d'hiver de la chenille de *T. pityocampa* dans les différentes régions étudiées. En se référant aux coefficients de corrélation enregistrée, cette similitude est confirmée (Tab.7). La projection estime que les chenilles de *T. pityocampa* s'attaquent aux essences du pin d'Alep *P. halepensis* quel que soit la région et l'altitude, car ces nids d'hiver sont présent dans les deux sites étudiés avec leur différence altitudinale.



**Figure 7.** Projection des abondances des nids d’hiver selon les directions cardinales sur les deux axes de l’AFC.

En revanche, la projection des abondances et des orientations cardinales sur l’axe 2 (0,80%) démontre que les sites sont caractérisés par un positionnement des nids d’hiver aux points cardinaux Sud.

**Tableau 7 :** Matrice de corrélation entre les axes de l’AFC.

	Axe1	Axe2
Forêt El Hourane	0.70711	0.70711
Forêt Ouled Amor	0.70711	-0.70711

### 6-La lutte contre CP

La lutte pratiqué par les services locaux des forêts est la lutte mécanique, par la récolte des manchons de pontes peut contribue à la diminution des populations.

# Conclusions

L'étude portant sur la chenille processionnaire du pin dans la forêt d'El Hourane (Hammam Dalaa-M'Sila).

La région comporte deux stations, la première station dite Foêt d'Ouled Omar avec une altitude de 861 m et la deuxième station dite la forêt d'El Hourane avec une altitude de 909 m.

Le nombre des nids d'hiver varie d'une forêt à une autre, le site de Ouled Amor affiche un nombre de nids de 79 et le site d'El Hourane présente un taux de 39.

Le taux d'infestation d'Ouled Amor et d'El Hourane sont presque similaires avec des moyennes respectives de  $1,98 \pm 0,18$  et  $0,95 \pm 0,073$  nids /arbre des nids d'hiver.

Les données de positionnement des nids d'hiver de *T. pityocampa* en rapport avec les directions cardinal, montrent que la projection des variables relatifs à l'abondance des nids d'hiver estime que les chenilles de *T. pityocampa* installent ses nids d'hiver dans la direction cardinal Sud et Ouest à une altitude de 861 à 909 m

Les différents indices écologiques estimés dans la forêt d'Ouled Amor et la forêt d'El Hourane sont les suivantes : une dominance égale respectivement de 0,033 et 0,030 et une équitabilité égale respectivement de 0,95 et 0,99. Les arbres de deux forêts sont presque attaqués par la chenille et le nombre des nids est également proche entre les arbres du pin d'Alep. Ce qui fait, l'espèce la plus préférée pour la chenille processionnaire du pin.

Les résultats montrent que les facteurs biotiques interagissent étroitement avec les facteurs abiotiques et affectent de manière significative la quantité et la qualité des ressources et des sites de reproduction des ravageurs.

Il semblerait que la stratégie de lutte devrait être basée sur la prévision des risques grâce à une compréhension plus holistique des changements et des changements écologiques qui en résultent.

## Références bibliographiques

- Albouy, V., Hodebert, G. & Fouquet, A. 2017.** *Le Petit guide entomo*. Delachaux et Niestlé, Paris. 400 pp.
- Agenjo, R.1941.** Monographia de la familia des Thaumetopoeidae (Lep.). *Eos, Revista Espanola de Entomologia*, 17, 69-130.
- Bellin, S., Schmidt, G.H., et Doumapetridou, E. 1990.** Structure, Ooparasitoid Spectrum and Rate of Parasitism of Egg-Batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den and Schiff) (Lep Thaumetopoeidae) in Greece. *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*, 110, 113-120.
- Bouchon, J., & Toth, J. 1971.** Étude préliminaire sur les pertes de production des pinèdes soumises aux attaques de la Processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. In *Annales des sciences forestieres*, 28(3), 323-340.
- 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 (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, ENSA El-Harrach-Alger-Algeria).
- Cadahia, D., Demolin, G., Biliotti, E. 1967.** *Meteorus versicolor* var. *decoloratus*, nouveau parasite de *Thaumetopoea pityocampa*. *Entomophaga* 12, 355-361.
- Cadahia, D., & Insua, A. 1970.** Estimation of the injury caused by *Thaumetopoea pityocampa* in *Pinus radiata* plantations. *Boletin del Servicio de Plagas Forestales*, 13(26), 159-71.
- Cardil, A., Vepakomma, U., & Brotons, L. 2017.** Assessing pine processionary moth defoliation using unmanned aerial systems. *Forests*, 8(10), 402.
- Demolin, G. 1969.** Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Dispersion spatiale, importance écologique. *Ann. Sci. Forest.* 26(1), 81-102.
- Demolin, G. 1971.** Incidences de quelques facteurs agissant sur le comportement social des chenilles de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera) pendant la période des processions de nymphose - Répercussions sur l'efficacité des parasites. *Ann. Zool. – Écol. Anim. Hors-série*, 33-56.
- Fraival, A., 2007.** Les Processionnaires, 1ère partie La Processionnaire du pin. *Insectes* 147: 35–39.

- Guerrero, A., Camps, F., Coll, J. et Riba, M. 1981.** Identification of a potential sex pheromone of the processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* Lepidoptera, Notodontidae). *Tetrahedron Letters*, 22 (21), 2013-2016.
- Hoch, G., Toffolo, E.P., Netherer, S., Battisti, A., & Schopf, A. 2009.** Survival at low temperature of larvae of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* from an area of range expansion. *Agricultural and Forest Entomology*, 11, 313-320
- Huchon, H. et Demolin, G. 1970.** La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle, dispersion actuelle. *Rev. For. Fr. XXII*, 220-234.
- Jacquet, J. S., Orazio, C., & Jactel, H. 2012.** Defoliation by processionary moth significantly reduces tree growth: a quantitative review. *Annals of forest science*, 69(8), 857-866.
- Kadik, B., 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie: écologie; dendrométrie, morphologie. Office des publications universitaires (Alger), 222p.
- Laurent-Hervouet, N. 1986.** Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de *Pinus* dues à deux défoliateurs forestiers .I. Cas de la processionnaire du pin en région méditerranéenne. *Ann.Sci.For*, 43(2), 239-262
- Le Houérou, H. N. 1975.** Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. Supplemento a "I Georgofili" Vol. XXI - Serie settima (150. dall'inizio), Stamperia Editoriale Parenti, Firenze, p. 57-67
- Martin, J.C. 2005.** La processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller). Biologie et protection des forêts. Synthèse des recherches bibliographiques et des connaissances, INRA Avignon.
- Martin, J.C., Bonnet, C. et Mazet, R. 2007.** La processionnaire du pin : vers un contrôle écologique et raisonné. In : conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres Zones Non Agricoles. Angers (France).
- Mecheri, H., Kouidri, M., Boukheroufa-Sakraoui, F., & Adamou, A. E. 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), 380-386.
- Messaili, B., 1995.** Systématique des spermaphytes, Botanique. Cours destinés aux agronomes. O.P.U Alger, p19-20.

- Mezali, M., 2003.** Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des nations unis sur les forêts, 9 p.
- Nahal, I. 1962.** Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Ann. Ecole Nat. Eaux Forêts, Nancy*, 19, 473–686.
- Paiva, M. R., Santos, H., Kerdelhue, C., Mateus, E. P., Branco, M., Silva, A. M., ... & Salgado, R. 2011.** Can climate change drive speciation. In *Proceedings of the global conference on global warming-2011. Lisbon, Portugal* (pp. 779-783).
- Parde, J., et Bouchon, J. 1988.** Dendrométrie. Deuxième Edition. ENGREF. Paris
- Quezel, P. 1986.** Les pins du groupe "halepensis": écologie, végétation, écophysologie. Options méditerranéennes. *Série Etude CIHEAM*, 86(1), 11-24
- Quézel, P. et Médail, F. 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen, Lavoisier, Paris.
- Ramade, F. 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-hill, Paris, 397 p.
- Régolini, M., Castagneyrol, B., Dulaurent-Mercadal, A. M., Piou, D., Samalens, J. C., & Jactel, H. 2014.** Effect of host tree density and apparency on the probability of attack by the pine processionary moth. *Forest ecology and Management*, 334, 185-192.
- Rousselet, J., 2011.** La chenille processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* ravageur forestier à la nuisance urbaine. Centre de recherché d'Orléans.INRA, 2p.
- Sbabdji, M., El Hadi, O., Haddad, A., Kadik, B., & Lambs, L. 2009.** Cedar tree growth (*Cedrus atlantica* Manetti) in Chréa National Park, Algeria, and the influence of defoliation by the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 64(4), 323-332.
- Seigue, A. 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maison neuve et larose Edition. Paris. 502p
- Serre, F. 1973.** Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France, 236 p.

**Soudant, D., & Belin, C. 2011.** Note sur l'approche statistique de la diversité en écologie. Application à l'indice composition pour le phytoplancton-Convention 2010-Action 1.

**Ziouche, S., Baali, F., Moutassem, D., & Djazouli, Z. E. 2017.** Stratégies de choix de l'emplacement des nids d'hiver de *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 775) au niveau de trois pinèdes dans la région de bordj bou arreridj (algérie). *Agrobiologia*, 7(2), 412-426.

تشخيص معدل إصابة كاتربيلر الصنوبر: *Thaumetopoea pityocampa* Schiff، في منطقة الحوران (ولاية المسيلة)

**الملخص:** كاتربيلر الصنوبر (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) هي الآفة الرئيسية التي تسبب أضرارًا جسيمة لغابات الصنوبر الحلبي على ساحل البحر الأبيض المتوسط. يتمثل الهدف من هذه دراسة تباين معدل الإصابة بواسطة كاتربيلر الصنوبر باستخدام تباين الارتفاع والتوجه الأساسي لأعشاش الشتاء من كاتربيلر الصنوبر. في غابة الحوران (حمام الضلعة- المسيلة). بلغ معدل الإصابة بـ 79% لموقع أولاد عمر و 39% لموقع الحوران. كثافة كاتربيلر الصنوبر من الأعشاش الشتوية في موقعي أولاد عمر و الحوران متشابهة تقريباً مع قيم كل منها  $0.18 \pm 1.98$  و  $0.073 \pm 0.95$  عش / عش شتوي. أقامت معظم اليرقات أعشاشها الشتوية على الفروع المواجهة للجنوب، على أشجار تقع على ارتفاع يتراوح بين 861 م و 909 م. تهاجم كاتربيلر الصنوبر كل أشجار الصنوبر الحلبي بغض النظر عن المنطقة والارتفاع.

**الكلمات المفتاح:** الصنوبر الصنوبر الحلبي، كاتربيلر الصنوبر، علو، تآكل أوراق الشجر، المسيلة

**Diagnostic du taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera : Denis & Shiffermuller, 1775) dans la région d'El-Haurane (Wilaya de M'Sila).**

**Résumé :** La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) est le principal ravageur à feuilles caduques qui cause de graves dégâts aux forêts de pins d'Alep sur la côte méditerranéenne. L'objet de notre travail consiste à étudier la variation du taux d'infestation par la CP et la densité de celle-ci en utilisant la variabilité de l'altitude et l'orientation cardinale des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin dans la forêt d'Elhourane (Hamma Dalaa- M'Sila). Le taux d'infestation par la CP affiche 79% le site de Ouled Amor et 39% pour le site de d'El Hourane. la densité de CP par les nids d'hiver dans les deux site d'Ouled Amor et d'El Hourane sont presque similaires avec des une valeurs respectives de  $1,98 \pm 0,18$  et  $0,95 \pm 0,073$  nids /arbre des nids d'hiver. Dans la majorité les chenilles installent leurs ses nids d'hiver sur les rameaux à orientation Sud, sur les arbres situés à une altitude comprise entre 861 m à 909 m. *T. pityocampa* s'attaquent aux arbres du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) quelque soit la région et l'altitude.

**Mots clés :** *Pinus halepensis* ; Processionnaire du pin, altitude, défoliateur, M'Sila

**Diagnosis of the rate of infestation of the pine processionary caterpillar: *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Denis & Shiffermuller, 1775) in the region of El-Haurane (Wilaya of M'Sila).**

**Abstract:** The pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) is the main deciduous pest that causes serious damage to Aleppo pine forests on the Mediterranean coast. The object of our work consists in studying the variation of the rate of infestation by the CP and the density of this one by using the variability of the altitude and the cardinal orientation of the winter nests of the pine processionary caterpillar, in the forest of Elhourane (Hamma Dalaa-M'Sila). The CP infestation rate is 79% for the Ouled Amor site and 39% for the El Hourane site. the density of CP by winter nests in the two sites of Ouled Amor and El Hourane are almost similar with respective values of  $1.98 \pm 0.18$  and  $0.95 \pm 0.073$  nests / nest tree of winter. Most caterpillars set up their winter nests on south-facing branches, on trees located at an altitude of between 861 m and 909 m. *T. pityocampa* attack Aleppo pine (*Pinus halepensis*) trees regardless of region and altitude.

**Keywords:** *Pinus halepensis*; Pine processionary, altitude, defoliator, M'Sila