



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 برج بوعريريج
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة 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 البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé

**Les principaux ravageurs de la forêt Algérienne
Etude de cas : La chenille processionnaire du pin**

Présenté par :
Dadouche Abdelhalim
Sakhraoui Iaid

Devant le jury :

Président : M^{me} Belloula S. MAA (Univ. Bordj Bou Arreridj)

Examineur : M^{me} Regoui C. MAA (Univ. Bordj Bou Arreridj)

Encadrant : M^{me} Melouani N. MAA (Univ. Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

En premier lieu, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

Ce travail n'aurait pu se faire sans le soutien de mes parents que je remercie de tout cœur pour leurs encouragements.

Un immense merci à Ma promotrice M^{me} Melouani N. recevez ici mes sincères remerciements pour la confiance et les conseils que vous m'avez accordés. Merci également pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury.

A tous les enseignants.

Toutes mes salutations à tous mes collègues de la promotion de master 2(2020) pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de mes très vifs remerciements.

D édicace

JE DÉDIE CE MÉMOIRE :

Aux êtres les plus chers a mon cœur : mes parents.

A ma belle femme : Sara.

A mes enfants : mon cher fils Mohamed siradjeddine et ma belle fille Assil.

A mes chers frères et sœurs et leurs enfants: Karim, Abdelouaheb, Abdelhalim, Hichem, souad, Besma, et Miloud.

A mes oncles et leurs familles.

A mon fr ère et mon bin ôme Abdelhalim Dadouche.

A mes amis

A toute la promotion de master 2(2019 / 2020) Biodiversité et environnement.

SAKHRAOUI LAID

Liste des abréviations

%: Pourcentage

C°: Celsius

cm: Centimètre

DGF: Direction générale des forêts

FAO: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

ha: Hectare

GIEC: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

mm: Millimètre

Listes des figures

Figure 01	Carte du couvert végétal de l'Afrique du nord	07
Figure 02	Carte des principales essences forestières en Algérie	07
Figure 03	Aire de répartition du pin d'Alep dans le monde	09
Figure 04	Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie	11
Figure 05	Ponte avec jeunes chenilles	14
Figure 06	Les différents stades larvaires	14
Figure 07	Fin de la procession et début d'enfouissement	15
Figure 08	Chrysalide mâle (à gauche) et chrysalide femelle	15
Figure 09	Papillon mâle (a) et femelle (b)	16
Figure 10	Cycle de vie de la processionnaire du pin	18
Figure 11	Taux d'infestation total par la chenille processionnaire du pin en Algérie de l'an 2000 jusqu'à 2015	19
Figure 12	Taux d'infestation total par la chenille processionnaire du pin dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj de l'an 2000 jusqu'à 2015	19
Figure 13	Les traitements réalisés en Algérie depuis 2000 jusqu'à 2015	25
Figure 14	Les traitements réalisés dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj depuis 2005 jusqu'à 2014	26

Liste des tableaux

Tableau N°1	Répartition du pin d'Alep dans quelques pays du monde	10
Tableau N°2	Les superficies totales infestées en Algérie (2000-2015)	18
Tableau N°3	Les superficies totales infestées dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj depuis 2000 jusqu'à 2015	19
Tableau N°4	Les superficies totales traitées en Algérie (2000-2015)	25
Tableau N°5	Les superficies totales traitées dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj depuis 2000 jusqu'à 2014	26

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

CHAPITRE 01 « Généralités sur la forêt »

1- La forêt.....	3
1-1 Rôle de la forêt dans le cycle hydrique	3
1-2 Rôle de la forêt dans la régulation du climat	3
1-3 Rôle de la forêt dans la stabilisation et la qualité de sol.....	4
1-4 Rôle de la forêt dans la lutte contre la pauvreté.....	4
2- Les ravageurs de la forêt	4
2-1 Les ravageurs primaires	4
2-2 Les ravageurs secondaires	5
2-2-1 Les phytophages.....	5
2-2-2 Les xylophages.....	5
2-2-3 Les défoliateurs.....	5
3-Dynamiques des populations des insectes forestiers	6

Chapitre 02 «Etude de cas l'Algérie »

1- Situation du secteur forestier en Algérie	7
1-1 Localisation	7
1-2 Répartition par essence	8
2- Données générales sur l'arbre hôte.....	8
2-1Systématique.....	9
2-2Aire de répartition	10
2-2-1Dans le monde	10
2-2-2En Algérie.....	10

3- Ravageur et maladie du pin d'Alep	11
3-1 Contexte climatique	11
3-2 Facteur fongique	11
3-3 Facteur entomologique	12
4- Aperçu sur la chenille processionnaire	12
4-1 Position systématique de la chenille processionnaire	12
4-2 Répartition géographique	13
4-3 Biologie de la processionnaire	13
4-3-1 La ponte	13
4-3-2 Les stades larvaires	14
4-3-3 Les processions de nymphose	15
4-3-4 Chrysalide	15
4-3-5 La vie de l'adulte	16
4-4 Cycle biologique de la chenille processionnaire	16
4-4-1 La phase adulte caractérisée par les papillons	16
4-4-2 La phase chenille caractérisée par 05 stades larvaires	17
4-4-3 La phase de développement des poils urticants	17
4-4-4 La phase de procession	17
4-4-5 La phase souterraine	17
4-5 Bilan des infestations de la chenille processionnaire en Algérie	18
4-6 Bilan des infestations de la chenille processionnaire dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj	19

Chapitre 03 « Méthode de lutte contre la chenille »

1- Stratégie de lutte	21
2- Méthode de lutte	21
2-1 Méthode mécanique	21
2-1-1 Prélèvement et brûlage	22
2-1-2 Aspiration	22
2-1-3 Piégeage	22
2-2 Méthode chimique et microbiologique	23

2-3 Méthode sémiachimique.....	23
2-3-1 Piégeage de masse à l'aide de pièges à phéromone.....	23
2-3-2 Confusion sexuelle.....	23
2-4 Méthode biologique	23
2-4-1 Lutte biologique classique	23
2-4-2 Lutte biologique par conservation.....	24
3- Les ennemis naturels	24
3-1 Les prédateurs	24
3-2 Les parasites	24
4- Bilan de traitement contre la chenille processionnaire en Algérie.....	25
5- Bilan de traitement contre la chenille processionnaire dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	26
Conclusion.....	28

R é f é r e n c e s b i b l i o g r a p h i q u e s

R é s u m é

Introduction générale

Les forêts algériennes et notamment les pineraies et les cédraies naturelles sont soumises à une forte pression anthropique (surpâturage, coupe de bois et parfois incendies) et à des conditions climatiques sévères avec des phases de sécheresse prolongée influant négativement sur la croissance des arbres et la régénération naturelle.

A tous ces facteurs contraignants, s'ajoutent les attaques d'insectes, les maladies cryptogamiques et les dépérissements aboutissant à un état sanitaire préoccupant.

En ce qui concerne les insectes, la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*, est le principal insecte défoliateur des pins et du cèdre dans le pourtour méditerranéen (Robinet et al. 2011). Son aire de répartition est en synchronisation avec l'évolution du climat (Rousselet, 2011). Par leur voracité alimentaire des aiguilles les chenilles entraînent une défoliation de l'arbre souvent totale, entraînant un affaiblissement conséquent des peuplements permettant ainsi l'installation de d'autres ravageurs secondaires.

Le cycle de développement de la processionnaire du pin est très variable selon le type de climat et l'altitude considérés. Il s'effectue en deux phases distinctes ; une aérienne, qui caractérise les vols et le développement larvaire et la phase souterraine qui présente le développement nymphal (Huchon et Dénolin, 1970).

L'importance économique des forêts, a justifié en 1969 la mise en place d'un programme biologique international organisé par l'O.I.L.B. et pris en charge par le groupe de travail « lutte intégrée en pinèdes méditerranéennes », sachant que cet insecte est considéré dans plusieurs pays comme le ravageur principal des pins.

En Algérie, les programmes des reboisements en monoculture, de l'espèce *Pinus halepensis*, ont entraîné une prolifération de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* mettant en péril les jeunes plantations en zones semi-arides. Ce défoliateur est devenu aujourd'hui un modèle biologique pour l'étude du changement climatique. Le dernier ouvrage édité par Roques et al. (2015) retrace toutes les étapes d'évolution de l'insecte dans son aire d'origine. Les auteurs précités notent l'extension et la répartition altitudinale de ce ravageur selon un plan stratégique en relation avec les conditions climatiques. De même ils considèrent que cet insecte est un modèle biologique par excellence à l'étude des changements climatiques.

INTRODUCTION GENERALE

Avec les conditions écologiques actuelles, les infestations de ce défoliateur prennent une dimension plus large enregistrée dans son aire de répartition et accentuée par la régression de ses ennemis naturels (Battisti et al., 2005).

Cet insecte engendre périodiquement des pertes considérables sur l'ensemble des forêts algériennes (Zamoum et al., 2005). Dans ce contexte plusieurs travaux ont fait l'objet de recherches de plusieurs à l'échelle méditerranéenne sur la biologie et l'écologie de ce ravageur, Demolin, (1969), Huchon et al. (1970), Dulaurant (2010) et Sebti (2011).

Parmi les nombreux antagonistes de la processionnaire du pin, les parasitoïdes embryonnaires sont les principaux régulateurs des populations de *Thaumetopoea pityocampa*. Les parasitoïdes qui partagent les œufs de la processionnaire du pin sont essentiellement des Hyménoptères appartenant aux chalcidiens.

Dans le cadre de la protection des forêts, diverses méthodes sont conduites, particulièrement la lutte chimique (Leblond, 2009) qui reste toujours discutable malgré son efficacité (Pimentel, 2004) et la lutte microbiologique, à base de *Bacillus thuringiensis*, qui reçoit actuellement un rejet de la part du public. La pratique de l'utilisation des parasitoïdes embryonnaires s'avère d'un grand intérêt comme alternative de lutte en zones sub-humide et semi-aride.

L'objectif général de notre travail est d'enrichir nos connaissances sur la chenille processionnaire du pin en Algérie. Cette espèce a provoqué des dégâts importants dans nos forêts pour cela on a cherché de faire une analyse sur les surfaces infestées par ce ravageur ainsi les surfaces traitées en se basant sur les données de la DGF dans la période 2000 jusqu'à l'année 2015.

Pour la réalisation de ce travail nous avons essayé d'abord de donner des généralités sur la forêt et ses différents types de ravageurs, puis un aperçu sur la chenille processionnaire et l'arbre hôte (chap. II), dans le troisième chapitre les méthodes de lutttes et le bilan de traitement de la chenille processionnaire en Algérie et dans la wilaya de Bou Arreridj.

1- La forêt

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (*FAO*), une forêt est un territoire occupant une superficie d'au moins 0,5 hectare, avec des arbres atteignant ou capables d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert arboré de plus de 10 %. Cette définition exclut logiquement les terres à vocation agricoles ou urbaines prédominantes.

En effet, les forêts sont également des zones abritant une biodiversité exceptionnelle près de la moitié de la flore et de la faune connues dans le monde sont rassemblées dans les forêts et jouant un rôle déterminant au profit de la fertilité des sols, de la qualité des eaux et de la régulation du climat. Par ailleurs, elles représentent un abri pour certaines populations autochtones et fournissent de nombreuses matières premières à l'humanité (production de bois, de viandes de brousse, de plantes médicinales...). De plus, les forêts possèdent une fonction sociale, patrimoniale, historique et culturelle qu'il nous faut tout autant prendre en compte et protéger.

1-1 Rôle de la forêt dans le cycle hydrique

Les arbres absorbent l'eau du sol et agissent comme de puissantes pompes à eau. Par la suite, les arbres et les plantes transpirent libérant ainsi tranquillement l'eau absorbée dans l'atmosphère. Environ 95% de l'eau absorbée par une plante est libérée par la transpiration, tandis que seulement 5% sert à sa croissance et à son activité métabolique.

1-2 Rôle de la forêt dans la régulation de climat

Elles constituent, derrière les océans, le deuxième plus grand puits de carbone de la planète. Selon des données publiées dans le rapport spécial du GIEC sur la désertification et la dégradation des terres dans le monde, d'août 2019, le sol et la couverture végétale et boisée des forêts contribuent à absorber 30 % des émissions de gaz à effet de serre. Par ailleurs, il apparaît que les forêts primaires qui sont les plus menacées offrent les capacités de stockage du carbone les plus importantes.

1-3 Rôle de la forêt dans la stabilisation et la qualité de sol

Grace à leur système racinaire, les arbres stabilisent le sol, ce qui diminue le risque d'érosion. En effet sans le couvert forestier les sols sont grandement exposés au vent et aux pluies fortes qui sont les deux principaux facteurs responsables de l'érosion et de la dégradation de sol. La plantation d'arbres dans les zones arides et semi arides du globe permettent de diminuer l'expansion des déserts et de stabiliser les dunes nécessaires à la protection des terres agricoles.

1-4 Le rôle des forêts dans la lutte contre la pauvreté et en faveur de la sécurité alimentaire

Les forêts jouent un rôle très important dans la lutte contre la pauvreté en procurant des moyens de subsistance aux 820 millions de personnes dont 251 millions se trouvent en dessous du seuil de pauvreté. Par ailleurs, environ 2.4 milliards de personnes dans le monde utilisent des combustibles ligneux pour cuisiner ou pour chauffer leur habitation.

2- Les ravageurs de la forêt

Un ravageur forestier est tout organisme vivant qui peut causer des dommages aux forêts, ou aux produits forestiers. Ces organismes peuvent être des insectes, des araignées, des acariens, des nématodes, des champignons, des bactéries, des virus, des adventices (y compris des adventices ligneuses), des mammifères et d'autres animaux sauvages et des plantes parasites comme le gui. Ces ravageurs peuvent affecter négativement la croissance, la vigueur et la survie des arbres et réduire la qualité du bois et des produits non ligneux.

2-1- Ravageurs primaire

On range dans cette catégorie les insectes qui peuvent évoluer sur des arbres sains. C'est le cas des insectes défoliateurs, des insectes des méristèmes et plusieurs ravageurs xylophages (Saperdes, Cossus).

Les défoliateurs, représentés par les chenilles des Lépidoptères et les larves et les larves de tenthrèdes, sont les plus importants ravageurs primaires forestiers.

2-2 Ravageurs secondaire

Cette notion ne signifie pas que l'on ait affaire à des insectes d'importance économique moindre que les ravageurs primaires.

Beaucoup d'entre eux peuvent causer d'énormes dégâts (*Ips tygraphus* par ex). Ce sont les insectes dont les possibilités d'attaque et de multiplication sur l'arbre sont dépendantes d'un état physiologique déficient de ce dernier.

2-2-1 Les phytophages

La phytophage représente le type alimentaire pour l'immense majorité des Orthoptères, Homoptères, Lépidoptères.

Seuls quelques espèces sont très polyphages, la plupart des insectes effectuent un choix plus ou moins rigoureux, étant soit des oligophages, soit des monophages stricts.

Toutes les parties de la plante peuvent être consommées mais généralement par des différents insectes, l'insecte se spécialisant également pour le niveau de la plante dont il se nourrit.

2-2-2 Les xylophages

Les organismes xylophages, que ce soient des bactéries, des champignons ou des insectes, se nourrissent de la cellulose ou de la lignine du bois vivant ou mort. Ce sont des décomposeurs.

Les xylophages les plus connues sont les termites, vrillettes, héspérophanes, sirex et lyctus. Ces insectes comportent quatre stades de développements : l'œuf, la larve, la chrysalide (ou puppe) et la forme adulte.

2-2-3 Les défoliateurs

Ce sont surtout des Lépidoptères (bombyx, cheimatobies, noctuelles, processionnaires, pyrales, tordeuses,) des Coléoptères (charançons, cécidies, chrysomèles), des Hyménoptères (tenthrèdes) et des Orthoptères (criquets, sauterelles, éphippigères,).

3 -Dynamiques des populations des insectes forestiers

Dans la nature aucune espèce ne maintient ses effectifs constants.

Il existe toujours des variations d'abondance plus ou moins importantes dans le cours d'une année à l'autre. La gradation correspond à la durée d'une fluctuation d'abondance qui est comprise entre deux périodes d'abondance minimale. Elle peut durer plusieurs années et comprend une période de progradation (développement de la population), un temps de culmination (le maximum démographique) et une période de rétrogradation (effondrement des effectifs). La période comprise entre deux culminations est la latence (situation numérique faible).

Il existe quatre types de fluctuations d'abondance :

-Le type latent est caractérisé par des fluctuations de faible amplitude qui se maintiennent toujours en dessous du seuil de tolérance.

-Le type permanent correspond à des espèces dont les effectifs varient peu mais qui sont toujours au-dessus du seuil de tolérance.

-Le type temporaire correspond à des ravageurs occasionnels, ces insectes qui se maintiennent en permanence dans les arbres morts ou dépérissant pullulent lorsque les conditions deviennent favorables.

-Le type périodique est caractérisé par des gradations cycliques plus ou moins régulières.

1- Situation du secteur forestier en Algérie

Selon Kadik(1987), la surface forestière était initialement de 7 millions d'hectares, cette surface n'est actuellement que 4.1 millions d'hectares (DGF, 2000).

1- 1Localisation

Selon Ouelmouhoub (2005) la forêt algérienne de type méditerranéen est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au sud par les monts de l'Atlas saharien. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au sud plus particulièrement (Fig 01).

La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne. On peut distinguer deux principales zones bien différentes :

- Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme : la Grande Kabylie, Bejaïa, Jijel, Collo, El Kala. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir :le chêne liège et le chêne zeen.
- Les hautes plaines continentales, représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas Saharien.

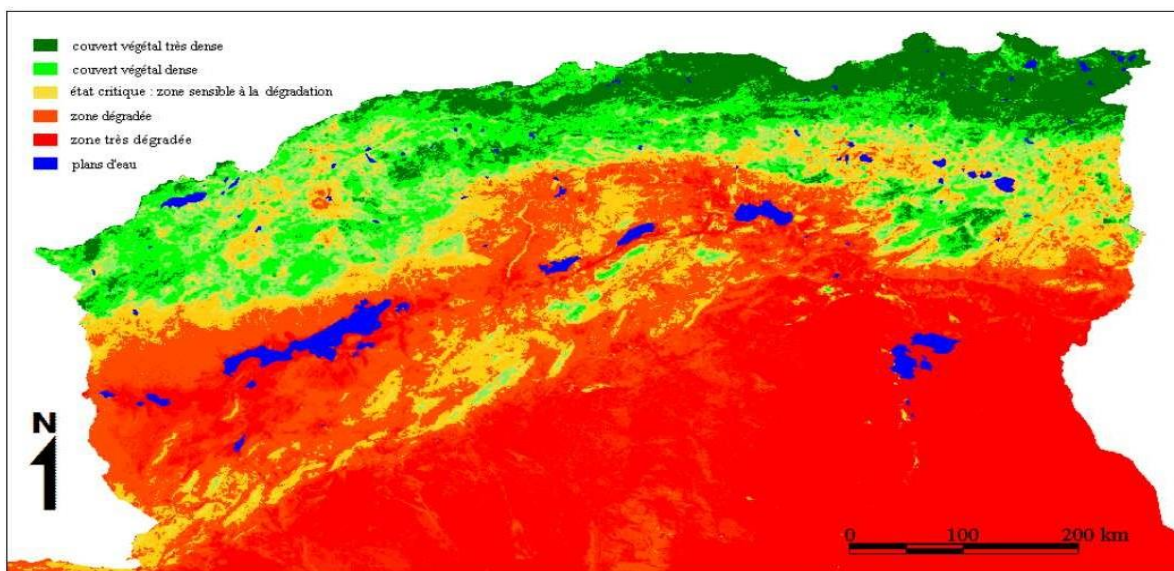


Figure n 01 : Carte du couvert végétal de l'Afrique du Nord

(Benslimane et *al*, 2008 in Meddour,2010)

1-2 Répartition par essence

La répartition naturelle des essences et des formations forestières est liée aux caractères climatiques, pédoécologiques et orographiques (Lanier et al, 1986).

Ces essences couvrent 1491000 ha, elles se répartissent en deux groupes (Fig 02)

- 1^{er} groupe : constitué par le pin d'Alep (l'essence prédominante en Algérie) suivie par le chêne liège, les chênes zeen et afares, le cèdre, le pin maritime et les eucalyptus (Fig 02).
- Le deuxième groupe est constitué par le chêne vert, le thuya et le genévrier, ce groupe ne couvre que 219000 ha, le reste des surfaces forestières qui s'étendent sur 2603940 ha se répartissent entre les reboisements de protection qui couvrent 727000 ha, les maquis et broussailles qui occupent 1876000 ha (DGF, 2000).

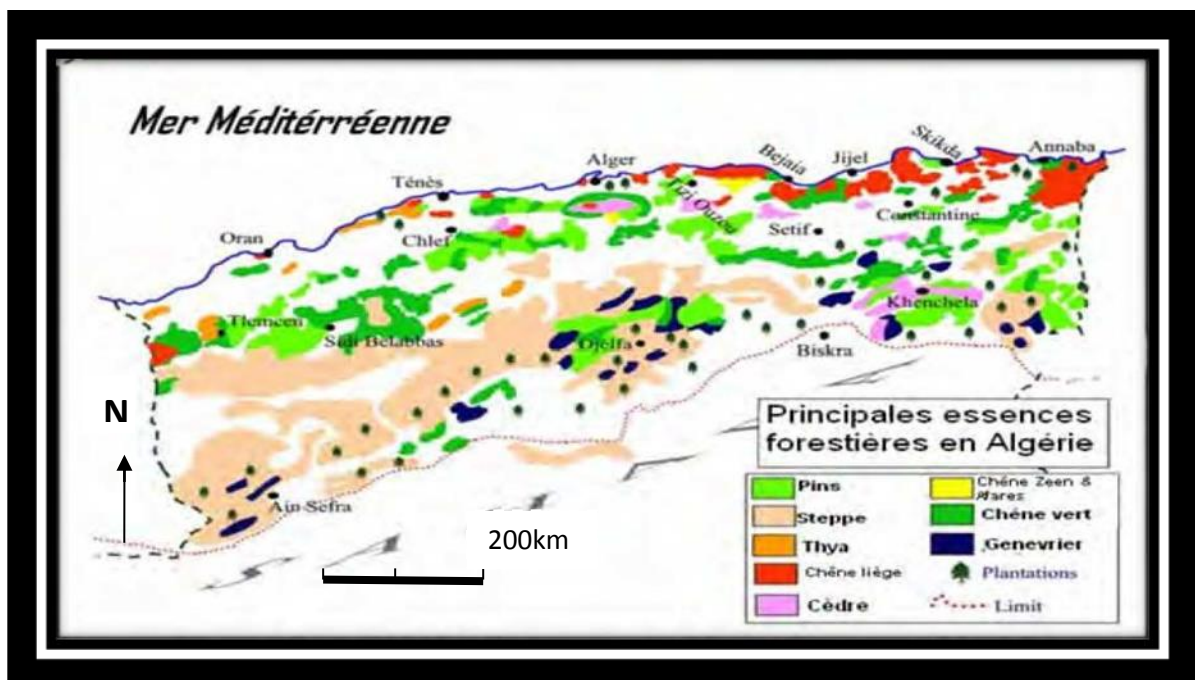


Figure n°02 : Carte des principales essences forestières en Algérie
(INRF., in KaziAoual et Rachedi, 2010).

2- Donnée Générale Sur L'arbre Hôte

2-1 Systématique

Selon (Nahal, 1962 ; in Athmani et Masmoudi, 2008) Le Pin d'Alep" *Pinus halepensis Mill*" est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen semi- aride, il

appartient à

- * **Embranchement** : *Phan érogames.*
- * **Sous embranchement** : *Gymnospermes.*
- * **Classe** : *Conifères.*
- * **Ordre** : *Coniférolespinoïdines.*
- * **Sous ordre** : *Abi étales.*
- * **Famille** : *Pinac ées.*
- * **Genre** : *Pinus.*
- * **Esp èce** : *Pinushalepensis.*
- * **Nom commun**: pind'Alep

2-2 Aire de répartition

2-2-1 Dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alep est limitée au bassin méditerranéen (Fig03) dont il occupe plus de 3,5 millions d'hectares (Quezel, 1986). Cette esp èce est surtout cantonné e dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et d'éveloppement (Parde, 1957 ; in Quezel et *al*, 1992). (Tableau01).

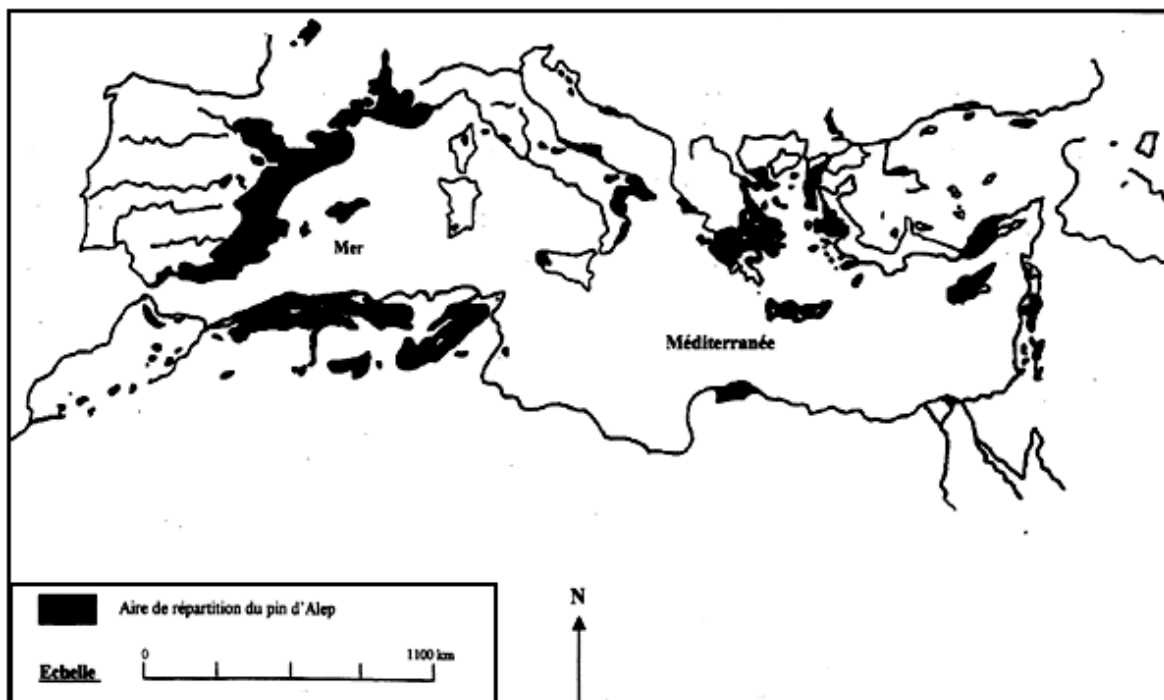


Figure n°03 : Aire de répartition du pin d'Alep dans le monde (*Pinus halepensis*) (Quezel, 1986).

Tableau n°1: Répartition du pin d'Alep dans quelques pays du monde.(Cherak ,2010)

Pays	Superficies (ha)	Sources
Algérie	800 000	(MEZALI , 2003)
Maroc	65 000	(BAKHIYI ,2000 ;in BENTOUATI, 2006)
Tunisie	170 000 à 370 000	(CHAKROUN ,1986)
France	202 000	(COUHERT et DUPLAT ,1993)
Espagne	1 046 978	(MONTERO,2000;in BENTOUATI, 2006)
Italie	20 000	(SEIGUE ,1985)

2-2-2En Algérie

En Algérie, le pin d'Alep est présent dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride.

Le pin d'Alep avec ses 35% de couverture reste bien l'espèce qui occupe la première place de la surface boisée de l'Algérie. Boudy (1950) rapporte que le pin d'Alep occupe une surface de 852.000 hectares. 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 (Fig 04).

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 leurs 90.000 hectares, celui des Aurès à plus de 100.000 hectares constitués principalement par les pinèdes des Béni-Imloul (72.000 ha), des OuledYagoub et celle des Béni - Oudjana. Selon Kadik (1987), ce sont les plus beaux peuplements du pin d'Alep en Algérie qui sont situés entre 1000 et 1400 m d'altitude. Au centre du pays, on peut signaler les forêts de Médéa- Boghar , de Theniet El Had qui totalisent respectivement 52.000 et 47.000 hectares et les vieilles futaies des Monts des OuledNail dans la région de Djelfa. A l'ouest du pays, en Oranie, on peut trouver de vastes massifs concentrés dans les régions de Bel Abbés, de Saida et del'Ouarsenis.

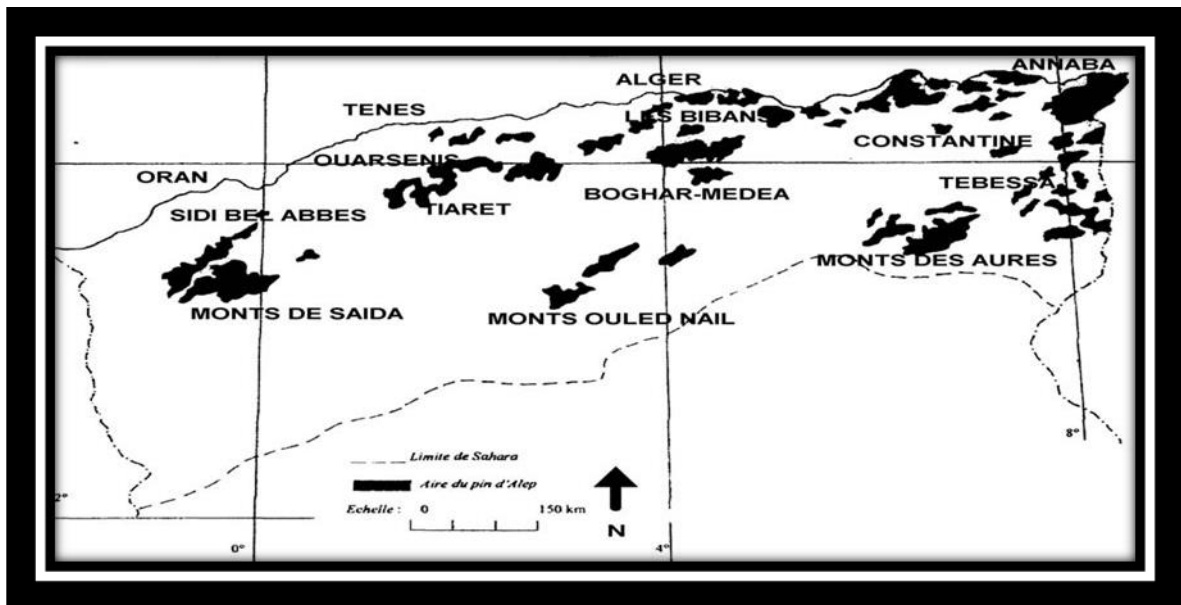


Figure n°04: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Bentouati, 2006)

3-Ravageurs et maladies du pin d'Alep

3-1 Le contexte climatique

Parmi les différents facteurs qui peuvent affecter le pin d'Alep, ce sont les facteurs climatiques qui jouent le rôle le plus important. Les accidents climatiques ont des conséquences directes sur l'essence et favorisent souvent l'intervention de facteurs entomologiques ou pathologiques aggravants.

3-2 Les facteurs fongiques

L'incidence des facteurs fongiques est souvent moins spectaculaire que les attaques d'insectes. Ils peuvent cependant constituer à moyen terme des facteurs limitant plus préoccupants.

- **La rouille vésiculeuse de l'écorce** (*Conartium flaccidium*) est assez commune sur le pin d'Alep, n'occasionnant que peu de dégâts (dessèchement de rameaux).
- **Le chancre des rameaux** (*Crumenulopsis sororia*) peut contaminer de façon spectaculaire le pin d'Alep durant les périodes humides.
- **Le fomes** (*Heterobasidion annosum*). Ce champignon apparaît généralement dans les peuplements affaiblis par la sécheresse ou blessés par la grêle.

3-3 Les facteurs entomologiques

Selon Brochiero (1997), Ils ne représentent pas un facteur limitant de pin d'Alep, mais peuvent périodiquement et localement affaiblir les peuplements.

- **Les cochenilles des aiguilles**(*Leucaspis* sp.). Ces insectes piqueurs-suceurs s'observent sur les aiguilles. Leurs pullulations, généralement observées en période sèche, ne causent que rarement des dégâts spectaculaires.
- **L'hylésine des pins** (*Tomicus pinierda* ou *destruens*). Ce scolyte peut représenter une menace pour les peuplements de pin d'Alep affaiblis par le gel, la sécheresse ou le passage du feu.
- **Autres scolytes**(*Tomicus minor*, *Orthotomicus erosus*). Ils peuvent également s'attaquer au pin d'Alep.
- **La tordeuse des pousses**(*Rhyacionia buoliana*). Les attaques les plus spectaculaires de ce lépidoptère, non spécifique du pin d'Alep, s'observent sur les peuplements affaiblis par des dessèchements de rameaux en cime des arbres.

- **La processionnaire du pin d'Alep**(*Thaumetopoea pityocampa*).

Lors de ses pullulations cycliques, elle peut provoquer des défoliations importantes sur pin d'Alep. Toutefois, ces dégâts qui entraînent une perte de production menacent que très rarement la pérennité des peuplements.

4 - Aperçu sur la chenille processionnaire du pin

4-1 Position systématique

La chenille processionnaire du pin a été décrite par Denis et Schiffmüller en (1775). En latin, *pityocampa* signifie « chenille du pin » (*campa* = chenille, *pityo*= pin) et *thaumetopoea* signifie « qui vient à laverdure » (*thaumeto*= venir, *poea*= herbe).

Le genre *thaumetopoea* renferme neuf espèces urticantes et défoliateurs qui sont parfois difficiles à distinguer.

Règne	<i>Animalia.</i>
Embranchement	<i>Arthropoda.</i>
Classe	<i>Insecta.</i>
Super-ordre	<i>Endopterygota.</i>

Ordre	<i>Lepidoptera.</i>
Famille	<i>Notodontidae.</i>
Sous-famille	<i>Thaumetopoeinae.</i>
Genre	<i>Thaumetopoea.</i>

4-2 Répartition géographique

La répartition géographique de la chenille processionnaire dépend de plusieurs facteurs écologiques, dont certains étudiés précédemment : l'ensoleillement, la photopériode, la température, l'altitude et latitude.

La chenille processionnaire sont présentes sur plusieurs continents aux :

Etat unis, où elles ont tendance à pulluler et en Europe. Elles s'étend sur tout le bassin méditerranéen (à l'exception de l'Egypte et la Lybie) (Demolin et Millet, 1981). Elles se sont retrouvées en France, Grèce, Italie, Albanie, Liban, Croatie, Algérie, Tunisie, Maroc, Espagne, Turquie, en Suisse et en Yougoslavie.

4-3 Biologie de la processionnaire

Thaumetopoea pityocampa est une chenille à métamorphose complète qui comprend les stades suivants:

4-3-1 La ponte

Les œufs sont blancs, sphériques suivant une disposition hélicoïdale qui résulte du mouvement tournant de la femelle au cours du dépôt (Makhloufi, 2002). La ponte s'effectue sur l'extrémité des rameaux dès le jour qui suit la sortie des femelles du sol. Les œufs sont groupés en manchons de 4 à 5 cm de long (Fig05) et recouvert par des écailles beiges claires qui les camouflent.



Figure n°05 :Ponte avec jeunes chenilles. (Jean-Claude Martin, 2007)

4-3-2 Les stades larvaires

Les larves de types chenilles qui mesurent à l'éclosion 1,5 mm atteignant de 40 à 50 mm avant la procession de nymphose (Martin, 2005). Il existe 5 stades larvaires au cours desquels les chenilles se déplacent au fur et à mesure que les aiguilles du pin sont dévorées. Les jeunes chenilles tissent de légers fils de soies qui forment des prénids abandonnés à chaque déplacement. La durée moyenne des divers stades L1 à L5 (Fig 06) est la suivante:

L1 :12 JOURS

L2 :14 JOURS

L3 :30 JOURS

L4 et L5:30 à60 jours pour chacun (Dajoz,1998)



Figure n°06 : Les différents stades larvaires (Dénolin, in Martin ,2005)

4-3-3 Les processions de nymphose

Elles ont lieu à la fin de la vie larvaire de février à mai. La procession est guidée par une chenille qui se dirige dans la zone la plus éclairée et la plus chaude de voisinage (Fig07). Les processions n'ont lieu que lorsque la température du sol est comprise entre 10 et 22 C° (Dajoz, 1998).



Figure n°07 : Fin de la procession et début d'enfouissement. (Jean-Claude Martin, 2007)

4-3-4 Chrysalides

La chenille pénètre de 5 à 25 cm dans le sol, c'est alors que l'activité de tissage du cocon de coloration brune commence. Ce dernier mesure 18 à 25 mm de long et 7 à 8 mm de diamètre (Fig 08). Quelques jours après la formation du cocon, la chenille se chrysalide, c'est la diapause (Schmidit, 1990).



Figure n°08 : Chrysalide mâle (à gauche) et chrysalide femelle (à droite) extraites de leur cocon (Martin, 2007)

4-3-5 La vie de l'adulte

Les adultes appelés également papillons qui sont typiquement nocturnes ; ils ne peuvent survivre plus de 48 heures. Les papillons mâles (Figure 09.a) de 30 à 40 mm d'envergure sont de coloration grisâtre. Les ailes antérieures sont grises et présentent trois lignes transversales noires par contre les ailes postérieures sont blanchâtres. La tête et le thorax sont de couleur grise foncée, l'abdomen est gris brunâtre, les antennes sont bipectinées et longues de 5 mm environ. Les femelles (Figure 09.b) sont de coloration plus claire et de taille plus grande, leurs antennes sont filiformes, l'abdomen est pseudo-cylindrique avec une touffe d'écailles anales de couleur blonde de plus ou moins foncée. Les yeux composés sont volumineux et comportent un grand nombre d'ommatidies (Dénolin, 1962).

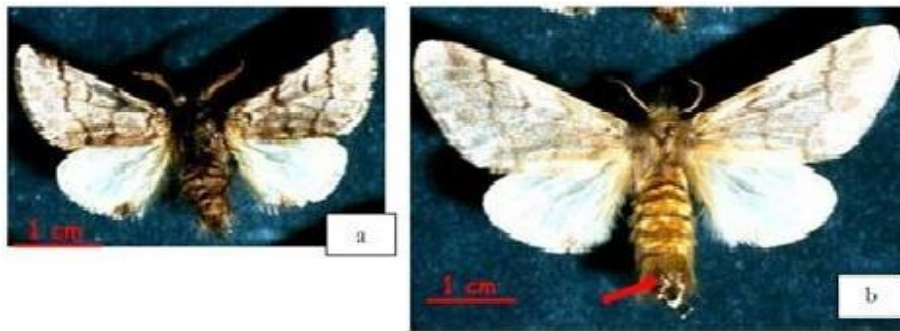


Figure n°09: Papillon mâle (a) et femelle (b) de *Thaumetopoea pityocampa* Shiff
(Dénolinin Martin,2005)

4-4 Cycle biologique de la chenille processionnaire

Le cycle biologique de la chenille processionnaire du pin s'étend en général sur une année complète mais peut durer 2 ou 3 ans si on monte en altitude et si les conditions climatiques sont défavorables.

Ce cycle contient 5 phases successives bien distinctes :

4-4-1 La phase adulte caractérisée par les papillons

A la fin de l'été, les papillons sortent des chrysalides et émergent de terre en général au coucher du soleil : Les mâles s'envolent et les femelles s'installent en hauteur pour se mettre en position d'appel pour les mâles. La femelle se dépose sur l'arbre hôte pour pondre ses œufs sur l'extrémité d'un rameau, la femelle s'envole et va mourir quelques heures après. Les œufs vont éclore 30 à 40 jours après la ponte.

4-4-2 La phase chenille caractérisée par 05 stades larvaire

Après l'éclosion des œufs, les chenilles tissent un réseau de soie très léger autour du manchon de ponte appelé prénid. La nuit, elles sortent s'alimenter en aiguilles situées à proximité. Pour retrouver le chemin de leur nid, elles tissent des fils de soies.

Pendant la journée, les chenilles se rassemblent sur les rameaux pour confectionner un tissage soyeux dans lequel elles s'abritent.

La colonie effectue des migrations successives qui sont dû au manque de nourriture puis à la baisse des températures qui va les obliger à construire un nid d'hiver dès l'automne. Ce nid va jouer le capteur solaire.

4-4-3 La phase de développement des poils urticants

A partir du 3^{ème} stade larvaire, les poils urticants apparaissent sur la face dorsale des segments abdominaux appelés (miroirs). (Martin, 2005).

Chaque chenille en compte 8 et on estime à 120000 le nombre de poils urticants par miroirs.

Les poils urticants de la chenille processionnaire du pin peuvent être responsables de lésions cutanées.

4.4.4 La phase de procession

Elle a lieu entre le mois de Décembre et Mai en fonction des dates d'émergence des adultes et de la rigueur de l'hiver.

Les chenilles quittent l'arbre en procession pour aller s'enfouir à quelques centimètres sous terres (5 à 20 cm) à un endroit ensoleillé (Kerris, 1983).

4-4-5 La phase souterraine

Cette phase peut durer de quelques jours à quelques mois et se déroule de Mars à Juillet.

Une quinzaine de jours après l'enfouissement, les chenilles tissent autour d'elles un cocon individuel, dans lesquels elles se transforment en chrysalide (la nymphose) (Schimidit, 1990).

A la fin de l'été les papillons sortent des chrysalides et émergent de terre pour s'accoupler et entamer un nouveau cycle de développement (Fig10).



Figure n°10 : Cycle de vie de la processionnaire du pin (Dulaurent, 2010)

4.5 Bilan des infestations de la chenille processionnaire du pin en Algérie

D'après le bilan de la direction générale des forêts les infestations de la chenille processionnaire du pin sur l'ensemble du territoire national sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau n° 02 :les superficies totales infestées en Algérie depuis 2000 jusqu' à 2015.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Superficie totale infestée (ha)	120184	163783	146982	198670	199492	239634	152273	144572	171455	186629	230497	191031	190317	107611	160965	110225	2714320

On enregistre dans ce tableau que les taux d'infestations ont été élevés dans les années 2005 et 2010.

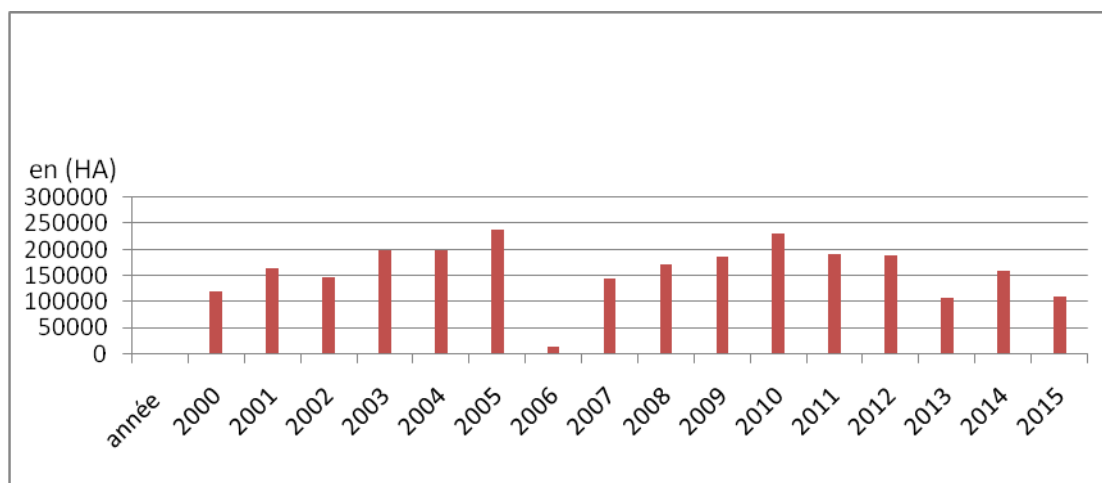


Figure n°11 : Taux d'infestation total par la chenille processionnaire du pin en Algérie de l'an 2000 jusqu' à 2015

On remarque une augmentation des infestations depuis 2000 jusqu'à l'an 2005 qui présente le taux culminant ensuite il y a eu une régression significative, et le cycle recommence dont on enregistre un taux élevé en 2010 .

4-6 Bilan des infestations de la chenille processionnaire du pin dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj

D'après le bilan de la direction générale des forêts les infestations de la chenille processionnaire du pin sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Bordj Bou Arréridj sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 03 : les superficies totales infestées dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj depuis 2000 jusqu' à 2015.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Superficie totale infestée (ha) BBA	8740	8740	10360	10060	9960	2810	2810	9960	2810	11747	9747	11371	9202	1781	2104	3298	115500

On enregistre dans ce tableau que les taux d'infestations ont été élevés dans les années 2003, 2009 et 2011

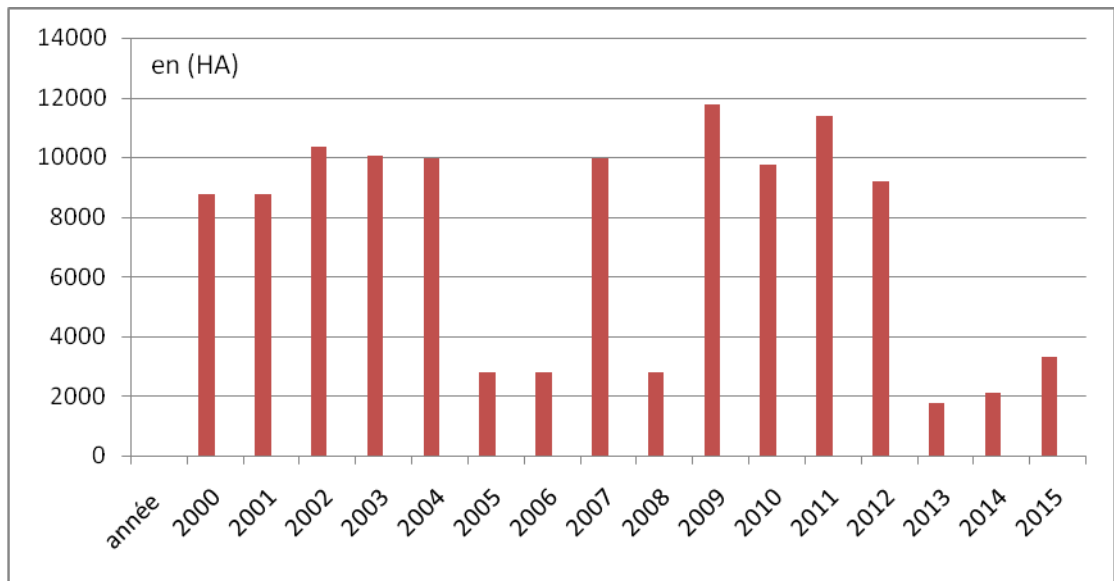


Figure n°12 : Taux d'infestation total par la chenille processionnaire du pin dans la wilaya de Bordj de l'an 2000 jusqu'à 2015

On remarque une augmentation dans les surfaces infestées depuis 2000 jusqu'à l'an 2004 ensuite il y a eu une régression dans l'an 2005, et le cycle recommence dont on enregistre un taux élevé en 2009.

1- La stratégie de lutte :

Selon Gachi (1996) En 1980 des superficies pouvant atteindre les 100 000 ha ont été traitées de manière régulière par voies aérienne et terrestre à l'aide de produits microbiologiques (*Bacillus thuringiensis*) en poudre mouillable et d'inhibiteurs de mue (Diflubenzuron).

Par la suite durant les années 1990, les traitements (aériens et terrestres) n'ont pas été réalisés. A partir de l'année 2000, les traitements ont repris par la direction générale des forêts avec l'utilisation de différentes méthodes de lutte afin de minimiser les dégâts occasionnés aux jeunes sujets de pin d'Alep. En effet, des traitements aériens de grande envergure à l'aide de produits microbiologiques à base de *Bacillus thuringiensis*, des opérations d'échenillage ont lieu depuis une dizaine d'années

De plus, et pour la première fois en Algérie, l'utilisation de pièges à phéromone à moyenne échelle (648 hectares) a eu lieu à Mascara au cours de la campagne 2009 et qui semble avoir donné des résultats prometteurs .

Cette stratégie basée sur la diversification des méthodes de lutte nécessaire en fonction de chaque situation, le recours à différentes formes d'interventions qui peuvent être utilisées soit isolément soit simultanément. Elle est la seule qui permet d'arriver à long terme, d'une part à une autoprotection des reboisements en assurant l'accroissement normal de la biomasse foliaire jusqu'à la fermeture du peuplement et, d'autre part la préservation et l'installation progressive des ennemis naturels notamment les entomophages (parasitoïdes et prédateurs)

Ces interventions se font tout au long du cycle de vie, sur différentes phases de développement de l'insecte, du stade œuf au stade adulte.

2-Méthodes de lutte

2-1 Méthodes mécaniques

Elles ne peuvent répondre aux problèmes posés par les processionnaires en milieu forestier en raison de leur ampleur et de l'obligation d'atteindre les nids dans les cimes des arbres (grimpeurs).

2-1-1 Destruction des nids

La lutte mécanique par prélèvement des nids, appelé couramment échenillage, (Brinquin, et Martin 2016), consiste à prélever à l'aide d'un sécateur ou d'un échenilloir les pontes, les pré-nids. La contrainte forte dans l'utilisation de cette technique est la hauteur des nids ou des amas de chenilles qui rend nécessaire l'usage de nacelles élévatrices ou de grimpeurs. Les

nids doivent être détruits par incinération ou par trempage prolongé dans un bac rempli d'eau additionné de mouillant (liquide vaisselle par exemple). Ils peuvent ensuite être enfouis dans la terre sans risque.

2-1-2 Prédèvement et brûlage

Les chenilles processionnaires du pin au sol peuvent être prélevées ou brûlées sur place directement avec un chalumeau, de même que les nids et les plaques de nymphose de processionnaires sur le tronc des chênes.

2-1-3 Aspiration

Elle nécessite un matériel adéquat avec un système de filtration des soies urticantes. Cette technique, si elle répond de façon sûre à ces exigences, peut correspondre à une demande en milieu urbain : élimination de processionnaire du pin dans une cour d'école par exemple.

2-1-4 Piégeage

Ce piège est original par son principe puisqu'il utilise une séquence comportementale de l'insecte : celui de la procession de nymphose et de l'enfouissement dans le sol. Le piège à chenilles est formé d'une collerette réglable entourant le tronc et d'un sachet collecteur des chenilles, préalablement rempli de terre, relié à la collerette par un conduit tubulaire. Le piège doit être suspendu à l'arbre à une hauteur suffisante pour empêcher tout contact avec les chenilles

En effet, en fin d'évolution larvaire, les chenilles se regroupent le long du tronc et descendent de l'arbre en file indienne afin de se nymphoser dans le sol. Arrivées dans la collerette, elles sont dirigées dans le sachet rempli de terre dans lequel elles vont s'enfouir et se transformer en chrysalide. A la fin des processions, l'utilisateur décroche le sachet plastique contenant les chrysalides et peut l'incinérer ou le jeter après s'être assuré de la mort des chenilles ou chrysalides à l'intérieur du sachet.

Ce piège doit être installé sur le tronc des conifères ayant des nids d'hiver de processionnaire du pin.

CONCLUSION GENERALE

2-2 Méthodes chimiques et microbiologiques

Son usage devient de plus en plus anecdotique, et se limite à des interventions de faible ampleur, ou de rattrapage (traitement trop tardif).

Il convient de rappeler que le spectre de ces produits chimiques dépasse largement la cible représentée par les processionnaires. Leur action sur les insectes non-cibles, ainsi que les risques pour l'environnement et la santé humaine (applicateurs et les usagers) doivent donc être pris en considération avant de décider de leur utilisation.

2-3 Méthodes sémiologiques

2-3-1 Piégeage de masse à l'aide de pièges à phéromone

La ptyolure, phéromone sexuelle émise par la femelle, peut être recréée artificiellement. Cette phéromone Synthèse est utilisée par diffusion à l'intérieur de pièges pour un piégeage massif des mâles ou un suivi de population, << **le monitoring** >>.

Le piégeage de masse consiste à quadriller régulièrement une surface sensible avec des pièges à phéromone dans le but de capturer un maximum d'adultes mâles et ainsi d'éviter la rencontre avec les femelles. Le nombre de pièges à disposer à l'hectare est de 6 à 9 pièges.

2-3-2 Confusion sexuelle

La confusion sexuelle consiste à saturer l'air avec une grande quantité de phéromone de synthèse spécifique de l'insecte pendant la période de vol afin de réduire les chances de rencontre entre les mâles et les femelles limitant ainsi les accouplements et, par conséquent, le nombre de pontes.

2-4 Méthodes biologiques

2-4-1 Lutte biologique classique (introduction, lâchers d'auxiliaires)

La lutte biologique classique consiste à rechercher, dans l'aire d'origine d'un ravageur exotique, des ennemis naturels qui seront libérés dans l'aire nouvellement colonisée.

2-4-2 Lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation consiste à entretenir ou améliorer le potentiel de contrôle exercé par les ennemis naturels déjà présents dans le milieu (insectes parasitoïdes ou prédateurs, oiseaux insectivores, chauves-souris).

3-Les ennemis naturels

Une liste des ennemis naturels de la processionnaire à tous les stades de son cycle a été proposée par Martin (2005).

3-1Prédateurs: les oiseaux et les chiroptères sont principaux prédateurs du stade adulte de la processionnaire du pin, notamment l'engoulevent *Caprimulgus europaeus*, les œufs peuvent être prédatés par plusieurs espèces d'Orthoptères, notamment l'éphippigère (Dénolin et Delmas 1976), les chenilles de processionnaire peuvent être prédatées à n'importe quel stade dans leur nid d'hiver par plusieurs espèces d'oiseaux, notamment les mésanges (Pimentel 2004) (Martin et al, 2011).

Enfin, les chrysalides peuvent être prédatés par un oiseau, la huppe fasciée *Upupa epops*, dont le long bec est adapté à la recherche de nymphes enfouies dans le sol.

3-2Parasitoïdes : deux espèces principales de parasitoïdes attaquent les œufs de processionnaire, la *Baryscapus servadeii* (Domenichini) (Hymenopteraeulophidae) est une espèce spécialiste dont la date d'émergence correspond avec la période de présence des œufs de processionnaire. Les individus émergés en premier sont capables de parasiter à nouveau les pontes de processionnaire immédiatement après leur émergence, leur permettant de réaliser deux générations par an.

Ooencyrtus pityocampae (Mercet) (Hymenopteraencyrtidae) est une espèce généraliste qui a déjà été élevé sur des hôtes variés d'effoliateurs de résineux et de feuillus (Battisti et al.1988). Les individus de cette espèce émergent deux mois avant la période de présence des œufs de processionnaires, et sont également capables d'accomplir deux générations par an. *Phryx caudata* (Rondani) (Diptera, Tachinidae) est le principal parasitoïde spécialiste des chenilles, deux générations de cette espèce peuvent se développer sur une même génération de l'hôte, les œufs de la première génération sont pondus sur les jeunes chenilles de processionnaire à partir du stade L2, les adultes émergent avant la mue L4/L5 et pondent directement sur les chenilles du stade L5, les jeunes larves de la seconde génération quittent la chrysalide de l'hôte pour former leur puppe au moment des émergences des papillons (Biliotti

CONCLUSION GENERALE

1956) Enfin, durant sa phase sous-terrainne, la processionnaire est essentiellement parasitée par un Diptère *Villa brunnea* (Becker) (Diptera, Bombyliidae), dont les adultes volent de juillet à septembre, les femelles déposent leurs œufs durant les heures les plus chaudes de la journée, après les avoir enrobés de terre, en les projetant au sol à l'abri du soleil. Après éclosion, les jeunes larves planidium s'enfoncent dans le sol à la recherche d'un cocon. Elles pénètrent à l'intérieur des chrysalides de processionnaire pour y finir leur développement (Du Merle 1979a, 1979b).

4-Bilan des traitements réalisés contre la chenille processionnaire en Algérie

D'après le bilan de la direction générale des forêts les traitements contre la chenille processionnaire du pin sur l'ensemble du territoire national sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°04 : les superficies totales traitées en Algérie depuis 2000 jusqu' à 2015.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Superficie Totale traitée (ha)	2728	5067	2022	984	3236	97010	2273	99711	40243	94010	12463	27049	26203	21966	44061	15164	494190

On enregistre des taux élevés dans les surfaces traitées pour les années 2005,2007,2009 et 2015.

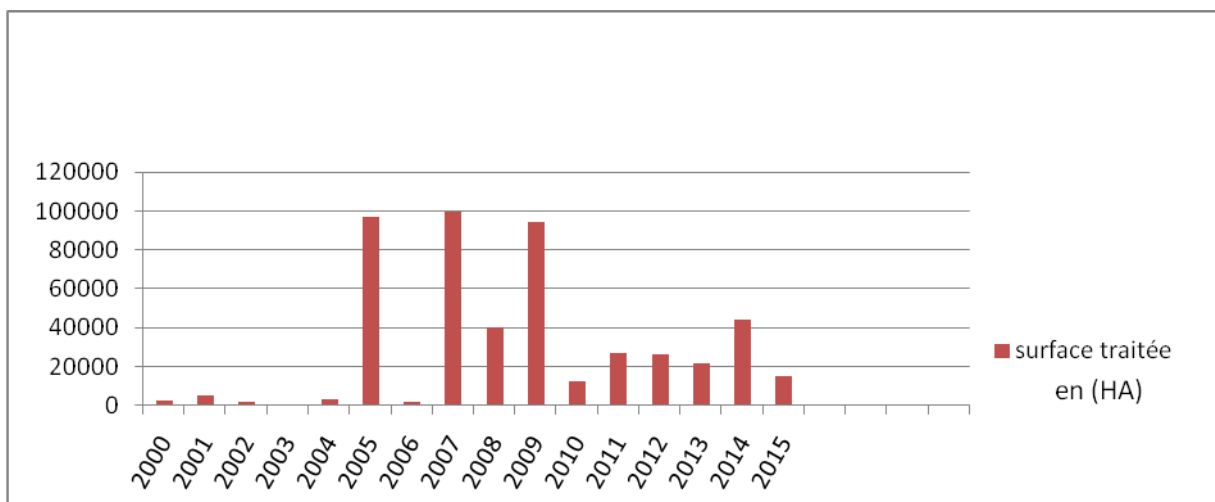


Figure n°13 : Les traitements réalisées depuis 2000 jusqu' à 2015 en Algérie

D'après l'analyse des données on remarque une augmentation de la surface traitée contre la chenille processionnaire depuis l'année 2005 puis une régression dans la période 2009-2014.

CONCLUSION

Néanmoins, il faut rester vigilant car le cycle change d'année en année et maintenir un plan de surveillance afin de prévenir toute attaque néfaste à la forêt.

5-Bilan des traitements réalisés contre la chenille processionnaire dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj

D'après le bilan de la direction générale des forêts les traitements contre la chenille processionnaire du pin sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Bordj Bou Arreridj sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°05 : les superficies totales traitées dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj depuis 2005 jusqu' à 2014.

Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Superficie totale traitée (ha)	6978	6978	6066	1617	1617	1617	1780	1210	1210	1210	30238

On remarque dans ce tableau que les surfaces traitées ont été plus grandes pour les années 2005,2006 et 2007.

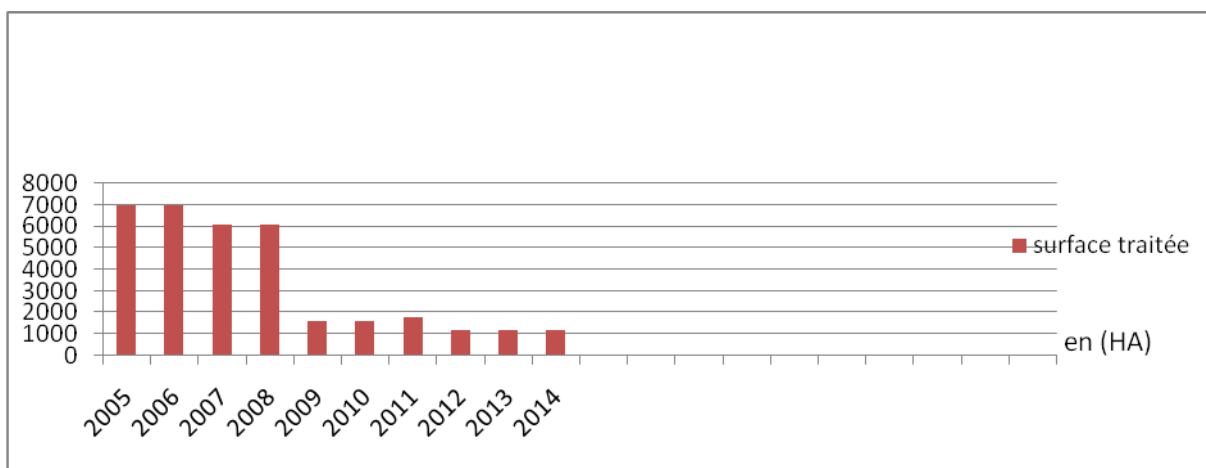


Figure n°14 : Les traitements réalisés depuis 2005 jusqu' à 2014 dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj

D'après l'analyse des données on remarque une augmentation de la surface traitée contre la chenille processionnaire depuis l'année 2005 puis une régression dans la période 2008-2014.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Il n'existe aucun moyen de se débarrasser définitivement des chenilles. Les traitements sont à refaire chaque année. En effet, même si l'on détruit toutes les chenilles vivantes sur son terrain, nos peuplements seront réinfestés l'année suivante par des papillons pouvant provenir de plusieurs kilomètres. De plus les chenilles peuvent rester enfouies dans le sol de quelques jours à 5 ans.

La chenille processionnaire du pin, qui continue son expansion géographique inexorablement, en liaison aux changements climatiques, a provoqué un certain nombre d'envenimation sur les animaux ; l'intensité et la fréquence varient selon les régions. L'envenimation est principalement bénigne, ce qui pourrait se révéler des problématiques dans les années à venir, si l'expansion géographique de la chenille processionnaire du pin se poursuit au rythme actuel. En effet, certains modèles mathématiques considèrent la présence de cet insecte en 2025 (Robinet et al., 2007). Cependant, certains répondants ont observé que cette saisonnalité a été modifiée par le réchauffement de la planète au cours des dernières années, ce qui pourrait faire le diagnostic encore plus difficile à l'avenir. En raison de l'extension géographique de la chenille processionnaire du pin, les populations doivent être informées des risques pour la santé, en particulier dans les régions nouvellement colonisées.

La dynamique des infestations processionnaire du pin dans les forêts est particulièrement liée à son adaptation et sa capacité potentielle à se propager. Ces caractéristiques sont fournies aux populations une performance, en leur permettant d'intégrer tous les facteurs environnementaux dans leur développement. Les effets du changement climatique sur l'amplitude, la fréquence, et l'intensité des foyers de la processionnaire du pin, pourrait avoir des répercussions graves sur la santé du pin d'Alep. L'effet combiné de stress, de la sécheresse et de la défoliation, sévèrement limiter la croissance des arbres (Jacquet, 2012). Il semble que la stratégie de gestion des ravageurs devrait être fondée sur le risque prévision à travers l'écosystème des forêts, y compris les réponses de l'organisme nuisible, de l'arbre hôte et d'ennemis naturels vers le climat (les changements et les changements écologiques qui en résultent). Le climat est un facteur important agissant sur la densité des peuplements de la *Thaumetopoea* qui dominent largement en automne et en hiver.

CONCLUSION

Les services des forêts doivent augmenter et varier les moyens de luttés et favoriser l'utilisation des procédés scientifiques et modernes pour la sauvegarde de nos peuplements Forestiers. Elles doivent organiser des séminaires et des journées d'étude pour permettre des échanges des expériences dans la lutte contre la chenille processionnaire et surtout il faut :

- Former de façon continue un personnel en matière d'entomologie afin d'en faire un personnel qualifié
- Surveiller de manière accrue nos peuplements forestiers par une présence permanente sur le terrain.
- La recherche doit être dynamique et permanente afin de mettre constamment à la disposition de la lutte contre les ennemis de la forêt des procédés d'une efficacité maxima.
- L'application des mesures de lutte doit être approfondie et complète et strictement conforme aux normes techniques.
- Equiper les services de protection des forêts de toutes les conservations des forêts en matériel indispensable à la surveillance des populations d'insectes et au suivi des cycles de développement des principaux ravageurs.
- Mettre en place des mécanismes permettant l'application des résultats de la recherche forestière

Références bibliographiques

- 1- **Battisti A., Stastny M., Netherer S., Robinet C., Schopf A., Roques A., Larsson S. (2005)** , Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological Application*, 15(6), 2084-2096 (consulté le 29 février 2016).
- 2- **Battisti et al. (1988)**, field studies on the behaviour of two egg parasitoids of the pine processionary moth *Thaumetopoea pitycompa*. *Entomofaga* p 33.
- 3- **Bentouati A., (2006)** Croissance, productivité et aménagement des forêts de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela- Aurés). Thèse de doctorat. Univ de Batna. 9-116 P.
- 4- **Biliotti, E., (1956)** . Biologie de *Phryxecquadqtq* ROND. (Dipt. Larvaevoridae) parasite de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pitycompa* SCHIFF) *Rev. path. vég. et Ent. agr. Fr.*, 35, 50
- 5- **Brochiero F., (1997)** . Ecologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Mémoire de fin d'étude CEMAGRF AIX en Provence, ENREF. 73 p
- 6- **Bovey, P., (1970)**, Impact de l'insecte déprédateur sur la forêt. *Revue Forestière Française*. p 201.
- 7- **Boudy P. (1950)**, Guide du forestier de l'Afrique du nord. Ed. La Maison Rustique, Paris. p258.
- 8- **Brinquin A S., Martin J C., (2016)**, Recherche de solution respectueuse de l'environnement pour la gestion des risques entomologiques en forêt et en zone non agricole, UEFM. INRA. Centre de recherche paca. 13p.
- 9- **Chakroun, M. (1986)** . Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne. Paris : CIHEAM, p. 25 .
- 10- **Cherak I., (2010)** , Facteurs d'échec et de réussite des reboisements de pin d'Alep dans trois stations : Ain-Touta, Tazoult et Bouilef. Mémoire de Magistère, Sciences agronomiques. 4p.
- 11- **Chirane, M. (2008)**, Contrôle intégré des populations des insectes invisibles en forêt : impact écologique et économique, dynamique des populations, détection, évaluation et méthode de lutte, p 5.
- 12- **Couhert B, Duplat P. (1993)** , Le pin d'Alep. In : Oswald H, ed. *Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne* . Les colloques, no 63.
- 13- **Daniel, S. (1990)**. Protection phytosanitaire de la forêt méditerranéenne : les insectes . pp 248-251.

- 14- **Dajoz ,R. (1998)**, Les insectes et la forêt : rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Ed. Tecet Doc. Paris ,pp 269-272 .
- 15- **Demolin, G.(1962)**,Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Comptes rendu hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, pp 2838-2839.
- 16- **Demolin G, Millet A., (1981)**.Essais insecticides contre la processionnaire du pin (*thaumetopoea pityocampa schiff*) action comparative de différents produits commerciaux bactospérine, dipel, thuricide et dimilin. Annales des sciences forestieres.inra/edp sciences, pp389-404.
- 17- **Demolin G., Delmas J. C.,(1967)**, Les Ephemeroptères (Orthoptères Tettigonidae), prédateurs occasionnels mais importants de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Entomophaga .pp 399-401.
- 18- **Dulaurent, A.(2010)**, Effet de la diversité des essences forestières sur les niveaux de population de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), à différentes échelles spatiales, dans la forêt des Landes de Gascogne. Mémoire doctorat, Sciences et environnement, Bordeaux,p 17.
- 19- **Du Merle ,P(1979a)**,Biologie de la larve plandium de *Villa brunnea* Beck,Diptère Bombyliide parasite de la processionnaire du pin .Annales de Zoologie _Ecologie Animale p 289.
- 20- **Du Merle ,P(1979b)**,Biologie de la larve plandium de *Villa brunnea* Beck,Diptère Bombyliide parasite de la processionnaire du pin .Annales de Zoologie _Ecologie Animale p 305.
- 21- **GACHI M.,(1996)**, La chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Conférence Journée d'étude en protection des forêts C.F.A.T.S.- Jijel. 17 p.
- 22- **Gichora, M.,Kojwang, H., et Bosu, P., (2017)**, Statut et tendances de la gestion des ravageurs et des maladies des forêts et arbres en Afrique .19 p
- 23- **Huchon, H., &Demolin, G. (1970)**, La bioécologie de la Processionnaire du pin: dispersion potentielle, dispersion actuelle. *Revue Forestière Française*. p 221.
- 24- **Jacquet, (2012)**, Impacts des défoliations de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur la croissance du pin maritime(*Pinus pinaster*)N^o 4728 p19
- 25- **Kadik, B.(1983)**, Contribution à l'étude du pin d'alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. Thèse Doctorat, Univer. Pierre et Marie Curie, Paris, 261 p.

- 26- **Kadik, B. (1987)**, Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, Morphologie. O.P.U. Alger, 145 p.
- 27- **Kazi Aoual N., Rachedi S. (2010)**, Atelier sur « La génération des forêts par l'utilisation des eaux usées traitées » expérience Algérienne. Hammamet, pp 34-36.
- 28- **Kerris T., (1983)**, La processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Note technique I.N.R.F. 17 pp.
- 29- **Laleg, A. (2016)**, Contribution à l'étude de la productivité de pin d'Alep dans la forêt de zarift (wilaya de tlemcen). pp04-11.
- 30- **Lanier et al. (1986)**, Rapport intermédiaire de mission en pathologie forestière dans le cadre du projet: P.N.U.D/ F.A.O.A.L.G./83/013.
- 31- **Leblond A, (2009)**, Inventaire et évaluation des méthodes de lutte contre la processionnaire du pin. Mémoire Master Professionnel, Environnement-Droit. Rennes.
- 32- **Makhloufi L. et Sadi S. (2002)**, Impact de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans la région de Ain-Abessa (Sétif). Mémoire d'ing. Biologie Sétif. 24p.
- 33- **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. [en-ligne].
- 34- **Martin J.C. (2007)**. La chenille processionnaire du pin. In : Dossier : la chenille processionnaire du pin. [http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/zoologie-1/d/la-chenille-processionnaire-du-pin_700/c3/221/p3/].
- 35- **Martin J. C., Jean F et al., (2011)**. Développement de la lutte biologique afin de contrôler les populations de processionnaires du pin dans les parcs départementaux des Alpes Maritimes. Rapport d'étude, p32.
- 36- **Martin J.C., Bonnet C. (2008)** Les moyens de lutte disponibles et à venir en milieu forestier et urbain. In : *Colloque Insectes et changement climatique*. [en-ligne] Micropolis, Aveyron (France), 15 novembre 2008. [http://www.inra.fr/urticlim/projet_urticlim/reunions/micropolis].
- 37- **Messaoud, K.** Dégât, lutte sur la chenille processionnaire du pin dans la forêt de Harhara région sour el ghozlane. pp13-15.
- 38- **Meddour, R. (2010)**, Carte du couvert végétale de l'Afrique du Nord. Thèse, Doc. Univ. Mouloud Maameri, Tizi-Ouzou, 152p.
- 39- **Mezali M., (2003)**, Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des Nations Unies sur les forêts. 9.

- 40- **Nahal, L. (1962)**. Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts 19 (4) : p533.
- 41- **Normandin, D. (1998)**, Une évaluation de la demande sociale de services environnementaux de la forêt. p1-p2.
- 42- **Oulmouhoub, S. (2005)**, Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier : cas du suberaies de parc national d'el Kala (Algérie). p129
- 43- **Parde, J. (1957)**, La productivité de pin d'alep en France. Ecole Nat. Equx Forets, Nancy. p365.
- 44- **Pimentel C.S.M.G., (2004)**, Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea pityocampa*) and Great Tit (*Parus major*) in Portugal: Population Dynamics and Interactions. Thèse Doctorat, Univer. Nova de Lisboa, Portugal, 267p.
- 45- **Pimentel C.S.M.G., (2004)**, Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea pityocampa*) and Great Tit (*Parus major*) in Portugal: Population Dynamics and Interactions. Thèse Doctorat, Univer. Nova de Lisboa, Portugal, 267p.
- 46- **Quezel P. (1986)**, Les pins du groupe –*Halepensis* Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. CIHEAM- Options Méditerranéennes. pp. 11-23.
- 47- **Quézel et al. (1992)**, Contribution à l'étude des groupements forestiers et pre-forestiers du Maroc oriental. Rev. Studia Botanica, pp57–90.
- 48- **Rivière, J. (2011)**. Les chenilles processionnaires du pin: évaluation des enjeux de santé animale, pp17-30
- 49- **Robinet C. et al. (2007)**, Modelling the effects of climate change on the potential feeding activity of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Notodontidae) in France. *Glob. Ecol. Biogeogr.* pp 460-471.
- 50- **Roques et al. (2015)**, Processionary moths and climate change an update. Ed. Alain Roques Zoologie Forestière INRA, UR 0633 Orleans, France. 427 P.
- 51- **Rousselet J., (2011)**, La chenille processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* ravageur forestier à la nuisance urbaine. Centre de recherche d'Orléans. INRA, 2p.
- 52- **Sebti S. (2011)**, Caractéristiques biologiques et écologiques de la Processionnaire, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff (Lepidoptera : Thaumetopoeidae) sur le Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti dans le Parc National de Chrâa, thèse Mag, Univ. Saad Dahleb, Blida, pp : 1-128.

- 53- **Seigue ,A,(1985)** , La forêt méditerranéenne et ses problèmes techniques et agricoles et production méditerranéennes. Maisonneuve et La rose Edition, Paris.502p.
- 54- **Schmidit., (1990)**, Life cycle of *Thaumatococcus panyocampa* Schiff. Symposium of *Thaumatococcus panyocampa* Newsteads. Hanover Deutschland. Jil 1989,pp 95-99 .
- 55- **Virgine ,G.(2015)**.Rôle de la diversité des arbres dans la régulation des populations d'insectes défoliateurs en forêt matures d'Europe.p07.
- 56- **Zamoum, M., et Demolin, G. (2005)**. The life cycle of the pine processionary caterpillar in the bioclimatic conditions of a sub- Saharan region. In F. Lieutier et D. Ghaioule(Eds.), Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystem (pp. 107-116). Paris:INRA.

Résumé

La chenille processionnaire du pin cause de graves blessures aux pins d'Alep et à la santé humaine dans les pays méditerranéens.

Ce travail vise à étudier l'état sanitaire des forêts algérienne vis-à-vis ce ravageur et analyser le bilan d'infestation et les méthodes de lutte les plus utilisées pour le traitement phytosanitaire pour minimiser ses dommages.

L'analyse des données récoltées nous a permis de comptabiliser la superficie totale touchée par cette chenille est de 2 821 931 ha et la superficie totale traitée est de 494 190 ha à l'échelle nationale qui ont été enregistrées par la Direction forestière de l'État d'Algérie entre 2000 et 2015.

Les résultats ont permis d'obtenir que la proportion de dommage causé par les larves et la zone traitée sont instable, car elles augmentent parfois et diminuent plus lentement à d'autres moments en raison de plusieurs facteurs.

Cependant, la surveillance et l'utilisation continues de diverses méthodes pour minimiser les dommages que ces larves processionnelles peuvent causer doivent être constamment surveillés.

Mots clés: *La chenille processionnaire, Pins d'Alep, infestation et traitement phytosanitaire, ravageur, Algérie.*

ملخص

يتسبب الجانوب في إصابات بليغة لأشجار الصنوبر الحلبي وعلى صحة الإنسان في بلدان البحر المتوسط .

يهدف هذا العمل إلى دراسة الحالة الصحية للغابات الجزائرية تجاه هذه الآفة وتحليل تقرير الإصابة وطرق مكافحة الأكثر شيوعاً المستخدمة في معالجة الصحة النباتية لتقليل أضرارها. سمح لنا تحليل البيانات التي تم جمعها بإحصاء إجمالي المساحة المتضررة من هذه اليرقة وهي 2821.931 هكتاراً وإجمالي المساحة المعالجة 494190 هكتاراً على مستوى البلاد والتي تم تسجيلها من قبل إدارة الغابات في دولة الجزائر بين 2000 و 2015.

النتائج المحصل عليها تبين أن نسبة الأضرار المتسببة من طرف اليرقات و المساحة المعالجة غير مستقرة فهي في ارتفاع تارة و انخفاض تارة أخرى نتيجة عدة عوامل , ومع ذلك يجب المراقبة المستمرة و استعمال شتى الطرق لتقليل الأضرار التي يمكن أن تسببها هذه اليرقات الموكبية.

كلمات المفتاحية: *الجانوب، الصنوبر الحلبي، الأضرار وكيفية محاربتها، اليرقة، الجزائر*

The pine processionary caterpillar causes serious injuries to Aleppo pines and human health in Mediterranean countries.

This work aims to study the sanitary state of Algerian forests vis-à-vis this pest and analyze the infestation report and the most common control methods used for phytosanitary treatment to minimize its damage.

The analysis of the data collected allowed us to count the total area affected by this caterpillar is 2,821,931 ha and the total area treated is 494,190 ha nationwide which were recorded by the Forestry Department of State of Algeria between 2000 and 2015.

The results showed that the proportion of damage caused by larvae and the treated area is unstable, as they sometimes increase and decrease more slowly at other times due to

several factors.

However, the continuous monitoring and use of various methods to minimize the damage these processional larvae can cause must be constantly monitored.

Key words: *The processionary caterpillar ; Aleppo pine ; infestation and phytosanitary treatment ; processional larvae ;Algeria*