

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques**

**Département des Sciences Agronomiques**



**Polycopié**

**Protection des forêts.**

**Partie: Entomologie Forestière**

**Au profit des étudiants de troisième année**

**Licence Foresterie**

**Réalisé par: Docteur KHERROUBI Samia**

**2024/2025**

## **Préface**

**Publics cible:** Le cours de protection des forêts est destiné aux étudiants de troisième année Licence Foresterie.

**Semestre:6**

**Unité d'enseignement fondamentale 2 (UEF).**

**Matière :** Protection des forêts.

**Volume horaire global :** 45h (cours et travaux pratiques).

**Crédit: 4**

**Coefficient:2**

**Modalité d'évaluation:** Examen final du cours théorique (60%); Évaluation continue par les comptes rendus des travaux pratiques (40%).

**Objectifs de l'enseignement:** L'objectif de cette matière est l'étude des maladies des arbres forestiers et de méthodes de lutte. En outre elle met à la disposition de l'étudiant des méthodes et techniques adéquates nécessaires pour la réduction des populations de ravageurs forestiers. Elle s'intéresse particulièrement à la bio-écologie des insectes nuisibles de la forêt Algérienne.

**Connaissances préalables recommandées:** Ce cours en relation avec la zoologie agricole et la phytopathologie.

**Contenu de la matière:**

**Première partie :** Entomologie forestière.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Larve de chenilles processionnaires.....	15
Figure 2. Cycle de vie de la processionnaire du pin ( <i>Taumetopoea pityocampa</i> Schiff). (Dulaurent, 2010).....	17
Figure 3. Attaque de chenilles processionnaires sur un Pin.....	18
Figure 4. Chenilles naissantes.....	20
Figure 5. Chenille.....	20
Figure 6. prénymphose.....	21
Figure 7. Chenille entourée de filet.....	21
Figure 8: Cycle biologique du Bombyx disparate (Villemant, 2003).....	22
Figure 9: Dégâts de chenilles du Bombyx disparate sur les feuilles.....	24
Figure 10: <i>Rhyacionia buoliana</i> Schiff.....	25
Figure 11: Cycle biologique de <i>Rhyacionia buoliana</i> Schiff.....	26
Figure 12 : Chenille stade L3 (chenille creuse une mine dans un bourgeon.....	27
Figure 13. Avortement de la flèche d'un pin par ma tordeuse des pousses.....	28
Figure 14: piéger les chenilles sur les conifères.....	31
Figure 15: piège Delta.....	32



## Table de matière

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1. Notions générales sur les insectes forestiers .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 La diversité de l'entomofaune forestière.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Les principaux milieux occupés par les insectes forestiers .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1. Les espèces frondicoles.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2. Les insectes des méristèmes.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. 3. Les mangeurs des racines .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.4. Les suceurs de sève.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.5. Les gallicoles .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.6. Les mangeurs de fruits et de graines ainsi que de fleurs.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.7. Les corticoles.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.8. Les xylophages .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.9. Les mycétophages.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.11. La faune de sol et de la litière.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.12. Les phytophages de la strate herbacée.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. La phénologie des insectes forestiers .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1. Les relations insectes arbres.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2. Relations des insectes entre eux .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3. Notion de seuil de nuisibilité.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.4. Ampleur de dégâts causés par les insectes en forêt.....</b>	<b>8</b>
<b>Chapitre 2. Processus impliqués dans le contrôle et la régression des insectes forestiers .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Les agents naturels.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1. Les entomophages .....</b>	<b>10</b>

2.1.2. Les entomopathogènes .....	11
2.2. Les agents artificiels .....	11
2.2.1. La lutte biologique (biological control) .....	11
2.2.2. La lutte microbiologique.....	11
2.3. La lutte chimique.....	11
2.4. Les méthodes de lutttes autocides ou technique de l'insecte stérile....	12
2.5. La lutte intégrée.....	12
<b>Chapitre 3 : Bio-écologie des principaux ravageurs forestiers en Algérie ..</b>	<b>12</b>
3.1. La processionnaire du pin: <i>Thaumetopoea pityocampa</i> Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae).....	13
3.1.1. Généralités .....	13
3.1.2. Position systématique .....	13
3.1.3. Biologie de la processionnaire .....	14
3.1.3.1. La ponte.....	14
3.1.4. Cycle biologique.....	16
3.1.4. Les dégâts .....	17
3.2. Bombyx disparate: <i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera. <i>Lymantriidae</i> ) .....	18
3.2.1. Position systématique .....	18
3.2.2. Biologie de Bombyx disparate <i>Lymantria dispar</i> .....	19
3.2.3. Cycle biologique <i>Lymantria dispar</i> .....	21
3.2.5. Les dégâts .....	23
3.3. La tordeuse des pousses de pin <i>Rhyacionia buoliana</i> (Denis and Schiffermuller)Lepidoptera: Tortricidae) .....	24

3.3.1. Position systématique.....	24
3.3.2. Description de la tordeuse des pousses de pin .....	25
3.3.3. Biologie générale de <i>Rhyacionia buoliana</i> Schiff (La tordeuse des pousses de pin) .....	26
3.3.4. Dégâts de <i>Rhyacionia buoliana</i> Schiff.....	27
Chapitre 4 : Moyens de lutte en entomologie forestière .....	28
4.1. Méthodes mécaniques .....	29
4.1.1. Echenillage:.....	29
4.1.2. Bois coupé.....	29
4.1.3. Ecorçage:.....	29
4.2. Lutte microbiologique.....	30
4.2.1. Mode d'action:.....	30
4.3. Lutte sylvicole .....	30
4.4. Utilisation des arbres-pièges: .....	31
4.5. Lutte par piégeage.....	31
4.6. Utilisation de variétés résistantes aux attaques des insectes. ....	32
4.7. Utilisation des polycultures .....	32
Conclusion .....	33
Références bibliographiques .....	33

# INTRODUCTION

La forêt est un écosystème dans lequel les arbres prédominent au point de modifier les conditions de vie qui règne au sol, est créent un microclimat spécial. Une faune spéciale s'installe dans ce milieu qui possède une structure complexe et en particulier une stratification verticale caractéristique. Des liens de dépendance nombreux existent dans cet ensemble en raison de la grande richesse en espèces (Dajoz, 1998).

Les premières forêts connues à l'état fossile ainsi que les premiers sols forestiers, datent du milieu Dévonien. L'augmentation progressive de l'importance relative des végétaux ligneux par rapport aux herbacés a été accompagnée par une diversification des animaux, en particulier des insectes, ce qui montre l'importance du milieu forestier dans l'établissement de la diversité animale (Retallack, 1997). L'entomologie forestière a une longue histoire. Linné recommandait déjà de plonger les troncs d'arbres coupés dans l'eau pour éviter les attaques d'insectes xylophages. Cette méthode est encore utilisée de nos jours lorsque sont arrosés périodiquement les troncs d'arbres stockés en forêt après leur abattage (Dajoz, 2007).

Les insectes constituent de loin le groupe d'animaux le plus dominant à la surface de la terre. Ils se trouvent dans pratiquement tous les écosystèmes. Les insectes font partie intégrante de tous les écosystèmes forestiers du monde. Les insectes constituent un monde particulier et fascinant caractérisé par la petite taille et le grand nombre. Parfaitement intégrés à l'écosystème forestier, ils en occupent tous les compartiments. Certaines espèces ont été qualifiées par l'homme de ravageurs des peuplements car elles peuvent mettre en danger leur production, voire leur survie, lors de pullulations. Il est essentiel pour le gestionnaire d'en connaître les principales caractéristiques : régime alimentaire, cycle de reproduction, mode d'action, pour mieux prévenir leur multiplication et les contrôler (Nageleisen et al., 2010).

Les insectes représentent les trois-quarts des espèces animales décrites sur la planète avec environ six millions d'espèces à l'heure actuelle, ces espèces sont en général très prolifiques dont le nombre d'individus est impressionnant (Ziri, 2023).

## **Chapitre 1. Notions générales sur les insectes forestiers**

Les insectes sont des invertébrés c'est à dire qu'ils n'ont pas de squelette interne. Leur forme et leurs consistances sont déterminées par la texture de leur « peau » appelée tégument, imprégnée de chitine. Associée au carbonate de calcium, la chitine confère leur rigidité aux téguments qui font ainsi office de squelette externe. Ils ont des pattes articulés et font donc partie, comme les araignées, les scorpions, les crustacés et les milles pattes, du grand groupe des arthropodes, qui renferme 80% des espèces animales dans le monde. Parmi les arthropodes, les insectes ont des caractéristiques morphologiques distinctives: ils possèdent trois paires de pattes, leur corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Nageleisen et al., 2010).

### **1.1 La diversité de l'entomofaune forestière**

Les milieux forestiers se distinguent des milieux ouverts à végétation herbacée par leur grande hétérogénéité structurale, dans le plan vertical et dans le plan horizontal. L'hétérogénéité dans le plan horizontal est surtout marquée dans les forêts primaires où les clairières alternent avec des parcelles dans lesquelles les arbres ont des âges et des structures différentes. L'hétérogénéité dans le plan vertical se manifeste par une stratification qui peut être très importante lorsque les arbres atteignent une grande hauteur. Cette stratification engendre des microclimats et des habitats variées qui permettent l'installation d'espèces souvent très spécialisées. La diversité des habitats et des modes de vie permet de distinguer des ensembles d'espèces, ou guildes, qui cohabitent et qui exploitent les mêmes ressources (Dajoz, 1998).

En forêt, il est sensé de s'intéresser aux insectes parce qu'ils sont partie prenante de l'écosystème et contribuent à sa diversité spécifique ou bien parce qu'ils causent des dommages aux arbres dont ils se nourrissent (Belrose, 2004). Ainsi, la diversité des insectes dans le milieu forestier est étroitement liée à la diversification de leurs comportements alimentaires. Les insectes y sont des piqueurs suceurs (Hémiptères) des broyeurs phyllophages (Hyménoptères symphytes, Coléoptères, Diptères), des xylophages primaires (qui s'attaquent au bois sain) et secondaires, des saproxylophages, des mycétophages, des parasites ou des prédateurs (Ziri, 2023).

## **1.2. Les principaux milieux occupés par les insectes forestiers**

La répartition spéciale des insectes dans la forêt n'est pas uniforme mais elle est régulée à la fois par le comportement et par les exigences des insectes vis-à-vis des divers éléments du microclimat. L'espace occupé par les insectes est en fonction de leurs stades de développement et de leurs régimes alimentaires. Dans une forêt, les insectes occupent nombreux milieux en fonction de leurs modes de vie. Il est à distinguer les phytophages qui constituent une catégorie de la biocœnose forestière la plus importante vivant aux dépens des essences d'importance économiques. Chaque essence héberge une entomofaune plus ou moins riche. Les principales guildes d'insectes forestiers sont les suivants:

### **1.2.1. Les espèces frondicoles**

vivent dans la frondaison, parmi le feuillage des arbres, dans un milieu fréquemment appelé la canopée. Ce milieu comprend principalement des consommateurs de feuilles qui par leur densité des populations peuvent constituer les défoliateurs qui sont dominés par les chenilles de Lépidoptères.

### **1.2.2. Les insectes des méristèmes**

vivent soit dans les bourgeons (divers microlépidoptères, Diptères, Cécidomyides) soit dans le cambium. Dans ce dernier cas, les attaquent

débordent souvent sur les tissus voisins (phloème et xylème) et les insectes qui en sont responsables sont classés comme corticoles.

### **1.2.3. Les mangeurs des racines**

Les insectes mangeurs des racines sont peu nombreux et constitués de larves de coléoptères.

### **1.2.4. Les suceurs de sève**

Sont des Homoptères (cochenille, pucerons), des Thysanoptères (Thrips) et des Hémiptères. Les insectes se nourrissant de sève y parviennent grâce à une pièce buccale adaptée, en forme de rostre, qui leur permet de pénétrer l'épiderme de la feuille ou l'écorce du tronc.

### **1.2.5. Les gallicoles**

Les gallicoles s'enrôlent notamment parmi les Hyménoptères Cynipides, les Diptères Cécidomyides, les Homoptères ainsi que chez de rares Coléoptères.

### **1.2.6. Les mangeurs de fruits et de graines ainsi que de fleurs**

Sont surtout des Coléoptères (charançons) des micro-lépidoptères et quelques Diptères. Ces produits sont partagés entre différents oiseaux, rongeurs et insectes (Lépidoptères, Coléoptères...) et sont intéressants au niveau nutritif. Ils constituent donc un aliment de choix pour quelques espèces.

### **1.2.7. Les corticoles**

Les insectes corticoles ne vivent que dans l'écorce en décomposition. Les corticoles appartiennent principalement aux Scolytides, aux Curculionides et à leur cortège.

### **1.2.8. Les xylophages**

Qui s'attaquent au bois ou xylème sont de nombreux Coléoptères, quelques Hyménoptères, Lépidoptères et Diptères et surtout dans les régions tropicales, les termites.

### **1.2.9. Les mycétophages**

Les mycétophages mangent les champignons. Des insectes nombreux et variés utilisent, de diverses manières, les champignons comme source de nourriture: rongant et creusant les chapeaux, dévorant ou suçant les filaments mycéliens ou les spores. Certains provoquent la déliquescence du champignon (Coutin, 2005).

### **1.2.10. Les cavités d'arbres**

Les cavités d'arbres hébergent une faune originale parfois qualifiée de faune microcavernicole. Ces cavités peuvent être sèches ou remplies d'eau.

### **1.2.11. La faune de sol et de la litière**

La faune de sol et de la litière est constituée par des Aptérygotes comme les Collembolismes, elle renferme aussi de nombreux Coléoptères et Diptères caractéristiques du milieu forestier.

### **1.2.12. Les phytophages de la strate herbacée**

Se sont des espèces qui hivernent dans la litière ou le sol et qui remontent dans la frondaison au printemps.

## **1.3. La phénologie des insectes forestiers**

La phénologie est l'étude des rapports qui existent entre les divers stades de développement des insectes, les stades de développement des arbres, les saisons et les conditions climatiques. Les déplacements saisonniers et la phénologie de divers insectes caractéristiques de la hêtraie ont été décrits au Danemark (Nielsen, 1974), huit stades phénologiques peuvent être reconnus.

### **1.3.1. Les relations insectes arbres**

Les facteurs biotiques qui agissent sur les populations d'insectes dans le milieu forestier sont les mêmes que dans les écosystèmes non forestier, mais leurs importances relative semble différente. Il convient de placer au premier plan les relations entre les insectes et les arbres. Ces relations sont particulièrement complexes étant donné le grand nombre d'espèces en jeu et la

biologie très particulière des arbres, qui sont des organismes ayant une grande longévité. D'autres facteurs biotiques comme la compétition, la prédation et le parasitisme interviennent également dans la régulation des populations d'insectes forestiers. Jusqu'en 1960, l'idée généralement admise était que toutes les parties du feuillage sont également disponibles et équivalentes pour les insectes phytophages qui peuvent donc consommer la totalité de la végétation. Leur distribution et leur abondance sont, dans cette hypothèse, essentiellement contrôlées par la compétition, la prédation et le parasitisme, et les « substances secondaires » sont considérées comme des sous-produits du métabolisme sans rôle connu (Dajoz, 2007 et 1998).

### **1.3.2. Relations des insectes entre eux**

#### **1.3.2.1. Parasitisme**

Les parasites et parasitoïdes (seule la larve parasite en grandissant dans le corps de son hôte, jusqu'à son complet développement où elle sort en tuant son « refuge »). L'adulte est libre et doit la plupart du temps chercher une cible pour sa progéniture, contrairement aux prédateurs, sont des Nématodes, Diptères, Hyménoptères. Ils sont souvent spécifiques à un hôte, le plus souvent un arbre car il s'agit d'une ressource stable et abondante, facile à exploiter. Mais plus qu'à une espèce particulière, c'est à son mode de vie (conditions abiotiques, habitat, comportement...) que le parasite est attaché. Il a donc la possibilité de changer d'hôte lorsque le premier est rare et que le second vit de la même façon. Tous les insectes ne sont pas parasités, tandis que d'autres ont plus de vingt espèces « compagnes » : cela dépend encore du milieu. Les insectes racidicoles par exemple sont rarement parasités.

Les œufs sont soit déposés par la femelle à l'intérieur du corps de l'hôte, soit déposés sur le corps de celui-ci et la larve doit pénétrer par elle-même, ou encore déposés sur une feuille ou une herbe qui sera ensuite ingérée. Il y a

souvent coévolution avec l'hôte, auquel correspond un cortège unique de parasites pour un stade de développement précis.

### **1.3.2.2. Prédation**

Les prédateurs sont présents à toutes les strates car ils ne sont pas liés à un habitat particulier par leur régime alimentaire, celui-ci pouvant aussi bien être composé de la faune du sol que de celle de la canopée. Ils sont toutefois plus présents sur le sol. Leur impact est important: un imago de Coléoptère (prédateur le plus abondant, suivis des Hyménoptères, Calosoma, Carabides, Staphylinides...) peut manger entre 200 et 300 chenilles et chrysalides en 50 jours. Les prédateurs présentent quelques adaptations, comme chez les clairons (*Thanasimus formicarius*), cléride sensible aux phéromones des scolytes dont il pénètre les galeries.

### **1.3.2.3. Mutualisme**

Le mutualisme est l'association de deux espèces, ce qui est bénéfique pour les deux. Ces espèces peuvent vivre en étroite association pendant une grande partie de leur vie, auquel cas la relation est qualifiée de mutualisme symbiotique. Le mutualisme insecte-insecte est bien illustré dans le cas de la relation entre les fourmis et les pucerons. Les insectes suceurs de sève excrètent le miellat, qui est utilisé comme source d'énergie par les fourmis et ces derniers protègent les insectes suceurs des ennemis naturels.

### **1.3.3. Notion de seuil de nuisibilité**

Le seuil de nuisibilité ou seuil de tolérance économique correspond au maintien des espèces indésirables (insectes ravageurs) au dessous d'un seuil de nuisibilité ou seuil de tolérance économique, au-dessous duquel les ravages sont suffisamment réduits pour être négligeables.

### **1.3.4. Ampleur de dégâts causés par les insectes en forêt**

Parmi la dizaine de milliers d'espèces d'insectes que les forêts hébergent, plusieurs centaines peuvent coloniser les arbres forestiers et potentiellement leur causer des dommages. Cependant à peine une ou deux dizaines ont réellement une importance économique. Ainsi de 1989 à 2006, les 10 espèces les plus signalées représentent à elles seules plus de 60% des signalements et sans doute plus de 75 % des dommages (Nageleisen, 2011).

#### **1.3.4.1. Dégâts causés par les défoliateurs**

Les fortes défoliations sur les jeunes arbres peuvent provoquer des mortalités importantes. Chez le chêne, l'accroissement annuel en bois peut être réduit au tiers ou au quart lors des attaques de chenilles. Dans une chênaie de Belgique les insectes défoliateurs ingèrent jusqu'à 4 tonnes (en poids sec) de feuilles à l'hectare lors de pullulations importantes (Dajoz, 2007).

#### **1.3.4.2. Dégâts causés par les insectes xylophages**

Les insectes xylophages les plus importants appartiennent aux familles et ordres suivants: Les Coléoptères sont les plus riches en xylophages: Cerambycidae, Buprestidae, Bostrichidae, Curculionidae, Scolytidae, Platypodidae, les Isoptères ou Termites (*Coptotermes* spp., *Porotermes adansonii*, *Neotermes insularis* sur Eucalyptus, les Hyménoptères: Siricidae, Formicidae, les Diptères: Asilidae, Cecidomyidae, Les Lépidoptères: Cossidae, Sesiidae. Ils présentent une grande importance économique en relation avec leur régime alimentaire « xylophage ». Le développement subcortical des larves entraîne la destruction des tissus conducteurs ce qui engendre l'affaiblissement et la mort des sujets. Les larves creusent des galeries multiples dans le bois en endommageant le système de circulation de la sève ce qui entraîne un affaiblissement puis la mort de l'arbre en cas d'une forte infestation. Ce sont des xylophages à l'état larvaire et adulte.

## **Chapitre 2. Processus impliqués dans le contrôle et la régression des insectes forestiers**

La lutte contre les ravageurs pose beaucoup de problèmes dans les forêts et cela pour plusieurs raisons : la plus grande difficulté d'identification (beaucoup de ravageurs restent à décrire ; plusieurs peuvent survenir simultanément ... etc.) ; l'existence fréquente de plusieurs cycles par an ; le fait que beaucoup d'opérations forestières ont été conduites sur une échelle relativement petite (Ziri, 2023). Les méthodes de lutte directe étant très limitées, c'est plutôt vers l'action préventive qu'il doit se tourner, en respectant ou stimulant par sa gestion les équilibres des écosystèmes, afin qu'ils puissent se défendre seuls (Nageleisen et al., 2010).

### **2.1. Les agents naturels**

Les ravageurs forestiers subissent des fluctuations de populations conditionnées par de multiples facteurs écologiques. Lors d'une pullulation le retour à l'endémie puis le maintien à ce niveau sans dégât apparent pour le forestier sont liés en grande partie à l'existence d'un cortège parasitaire efficace pour chacun des ravageurs forestiers. Ce cortège peut être divisé en deux groupes: les prédateurs et les parasitoïdes.

Les oiseaux, les araignées... sont des prédateurs actifs d'insectes en tout genre. Plusieurs familles d'insectes comprennent également des espèces prédatrices: Coléoptères Carabidés, Cléridés, Rhizophagidés, Coccinellidés..., Diptères Asilidés ou Syrphidés, Hyménoptères Formicidés...

Les parasitoïdes pondent sur ou dans leur proie. Les larves se développent alors à l'intérieur de leur hôte jusqu'à la mort de ce dernier en fin de développement. Diverses familles de Diptères notamment les Bombylidés et les Tachinidés parasitent les chenilles. Mais c'est surtout parmi les Hyménoptères que s'est développée une très haute spécialisation dans le parasitisme. Une évolution parallèle (coévolution) entre hôte et parasite a abouti à une spécificité remarquable : à un hôte correspond un cortège unique de parasites constitué

d'espèces colonisant l'hôte à un stade de développement bien précis. Deux familles sont essentiellement concernées: les Braconidés et les Ichneumonidés. Si ces antagonistes des insectes phytophages contribuent efficacement au maintien des populations en endémie, leur utilisation en lutte biologique reste exceptionnelle en forêt, milieu peu artificialisé et complexe dans lequel le lâcher de parasites après un élevage souvent difficile donne des résultats très aléatoires, souvent nuls. Au cours des années 1960, de multiples tentatives d'utilisation des fourmis rousses contre les chenilles défoliatrices par transplantation de dômes se sont cependant soldées par un échec. Un des rares exemples de lutte biologique réussie en forêt est le cas de l'installation du Rhizophagidé *Rhizophagus grandis* dans les pessières (forêt naturelle peuplée d'épicéas) attaquées nouvellement par le scolyte *Dendroctonus micans* (Dajoz, 2007 et 2010).

### **2.1.1. Les entomophages**

Les ennemis naturels utilisés en lutte biologique sont principalement des insectes et d'autres Arthropodes entomophages qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes, ainsi que des agents pathogènes. Le recours à des insectes entomophages prédateurs ou parasitoïdes est une technique ancienne. Deux entomologistes américains Howard et Fiske ont eu l'idée, en 1910, d'importer d'Europe le Coléoptère Carabide *Calosomasycophanta* pour lutter contre le *Lymantria dispar* qui avait été imprudemment introduit aux Etats Unis et qui était devenu un véritable fléau. Le contrôle des ravageurs par des insectes entomophages intéresse au moins une quarantaine d'espèces d'insectes forestiers en Europe. Les parasitoïdes les plus fréquemment utilisés sont des Hyménoptères Ichneumonides, Braconides, Chalcidiens et des Diptères Tachinides. Les insectes prédateurs, moins souvent utilisés, sont des Coléoptères, quelques Hétéroptères et des fourmis.

### **2.1.2. Les entomopathogènes**

Les champignons parasites d'insecte ou d'autres arthropodes, entraînant leur mort. La Tenthrede *Acantholyda nemoralis* est contrôlée en Pologne par *Trichogramma cacaeciae*.

## **2.2. Les agents artificiels**

### **2.2.1. La lutte biologique (biological control)**

Utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que les prédateurs, les parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité. Si l'ennemi utilisé est un animal (presque toujours un insecte) il s'agit de lutte à l'aide d'entomophages qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes. Si l'ennemi utilisé est un micro-organisme, il s'agit de lutte microbiologique.

### **2.2.2. La lutte microbiologique**

La lutte microbiologique la plus répandue est réalisée à l'aide d'une bactérie isolée du sol, *Bacillus thuringiensis* (ou BT), à la base de nombreuses préparations commerciales, qui se stockent et s'utilisent aisément comme des insecticides (ou bio-pesticides) L'avantage de cette technique est la spécificité du produit qui ne touche que les insectes broyeurs donc essentiellement les défoliateurs (Lépidoptères, Tenthredes) et épargne les auxiliaires utiles ainsi que les vertébrés.

## **2.3. La lutte chimique**

Un programme de lutte chimique ne devrait être effectué que lorsque les facteurs de contrôle des ravageurs se sont révélés inefficaces. Les applications d'insecticides doivent être aussi localisées que possible, par exemple en pulvérisant seulement la cime des jeunes pins pour les protéger contre *Rhyacionia buoliana*, ou en entourant le tronc des pins d'anneaux insecticides et gluants pour capturer les papillons de *Dendrolimus pini* qui grimpent le long des troncs lorsqu'ils sortent de l'hivernation.

## **2.4. Les méthodes de lutttes autocides ou technique de l'insecte stérile**

La technique de l'insecte stérile est une méthode de lutte contre les insectes ravageurs respectueuse de l'environnement qui consiste à élever en masse et à stériliser par rayonnement un type ciblé de ravageur, puis à lâcher systématiquement les mâles stériles par voie aérienne au-dessus de zones définies, où ils s'accouplent avec des femelles sauvages sans engendrer de descendance, ce qui entraîne une diminution de la population de ravageurs. Les insectes stériles ne sont pas autoreproducteurs et ne peuvent donc pas s'implanter dans l'environnement. L'interruption du cycle de reproduction des ravageurs, aussi appelée lutte autocide, est par définition spécifique à chaque espèce. La TIS n'introduit pas d'espèces exotiques dans un écosystème.

## **2.5. La lutte intégrée**

Mise en œuvre de toutes les techniques appropriées tendant à accroître la spécificité et à réduire le nombre des intervention dans le but de maintenir les dégâts des ravageurs phytophages au dessous du seuil de tolérance que peut supporter sans dommage économiques la culture de la plante hôte. La lutte intégrée associe des méthodes de sylviculture (fertilisation, sélection de variétés résistantes, modification de la structure forestière) et des méthodes modifiant le comportement des insectes (phéromones). Le recours à des insecticides sélectifs judicieusement employés est aussi possible en lutte intégrée.

## **Chapitre 3 : Bio-écologie des principaux ravageurs forestiers en Algérie**

La bio-écologie d'une espèce est strictement liée aux facteurs abiotiques des milieux, principalement les facteurs climatiques qui influencent l'état physiologique de l'espèce, sa reproduction, la densité des populations et leurs fluctuations et par conséquent sa nuisibilité (Ziri, 2023). Les changements climatiques et l'introduction de nouveaux insectes ravageurs peuvent perturber les équilibres des écosystèmes; pour surveiller ces évolutions et y faire face, une

veille phytosanitaire rigoureuse des forêts est indispensables (Nageleisen et al., 2010).

Parmi les principaux parasites menaçant les forêts Algériennes, il y a lieu de citer les insectes défoliateurs des résineux (chenilles processionnaires du pin et du cèdre), les défoliateurs des chênes *Lymantria dispar* et *Catocala*) les insectes xylophages qui sont la cause de beaucoup de dépérissements.

### **3.1. La processionnaire du pin: *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae).**

#### **3.1.1. Généralités**

La processionnaire du pin est un insecte qui appartient à l'ordre des Lepidoptera. Il constitue certainement le principal fléau. Cette espèce intéresse tout le pourtour méditerranéen. S'y substitue, au Moyen-Orient et à Chypre, une espèce très voisine *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams dont le problème est identique. Tous les pins peuvent être attaqués ainsi même que les arbres du genre *Cedrus* (Schvester, 1990). L'aire potentielle de l'insecte correspond aux pinèdes où il est présent dans toutes les pinèdes du bassin méditerranéen où il trouve des conditions écologiques optimales pour son développement larvaire hivernal. En Algérie, ce ravageur est omniprésent dans toutes les forêts de pins et de cèdre, on peut citer l'expérience entreprise en 1975 en Algérie contre la chenille processionnaire du pin à Djelfa.

#### **3.1.2. Position systématique**

La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) appartient à l'ordre des lépidoptères ces insectes diurnes et nocturnes constituent l'unité systématique vaste, comprenant plus de 100 000 espèces (Chinery, 1982) La processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa*, a été décrite par Denis et Schiffermüller en 1775. En latin, *pityocampa* signifie « chenille du pin » (*campa* = chenille, *pityo*= pin) et *Thaumetopoea* signifie « qui vénère la verdure » (*thaumeto*= vénérer, *poea*= herbe).

**Règne:** Animalia.

**Embranchement:** Arthropoda.

**Classe:** Insecta.

**Super-ordre:** Endopterygota.

**Ordre:** Lepidoptera.

**Famille:** Notodontidae.

**Sous-famille:** Thaumetopoeinae.

**Genre:** Thaumetopoea.

**Nom binominal:** *Thaumetopoea pityocampa*. (Denis et schiffermüller; 1775).

### **3.1.3. Biologie de la processionnaire**

*T. pityocampa* est une chenille à métamorphose complète qui comprend: le stade d'œuf, le stade larvaire, le stade de puppe (chrysalide) et le stade adulte.

#### **3.1.3.1. La ponte**

La ponte s'effectue sur l'extrémité des rameaux dès le jour qui suit la sortie des femelles du sol où elles se sont nymphosées. Les œufs sont groupés en manchons de 4 à 5 cm de long et recouverts par des écailles beiges claires qui les camouflent. La ponte peut compter de 70 à 300 œufs par femelle (Dajoz, 1998).

#### **3.1.3.2. 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 le plus souvent une femelle qui se dirige dans la zone la plus éclairée et la plus chaude du voisinage. Les processions n'ont lieu que lorsque la température du sol est comprise entre 10 et 22 °C (Dajoz, 1998).

### **3.1.3.3. Les stades larvaires**

Les larves de types chenilles (Figure 1) qui mesurent à l'éclosion 1,5 mm atteignant de 40 à 50 mm avant la procession de nymphose. La vie larvaire: Les chenilles éclosent de 30 à 45 jours après l'apparition des adultes. 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 pré-nids abandonnés à chaque déplacement. En pleine, la durée moyenne des divers stades L1 à L5, est la suivante : L1 : 12 jours ; L2 : 14 jours ; L3 : 30 jours ; L4 et L5 : 30 à 60 jours pour chacun (Dajoz, 1998).



**Figure 1: Larve de chenilles processionnaires.**

### **3.1.3.4. Chrysalides et vie souterraine**

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 cocon mesure 18 à 25 mm de long et 7 à 8 mm de diamètre. Quelques jours après la formation du cocon, la chenille se chrysalide, c'est la diapause (Schmidit, 1990). Après leur enfouissement de 2 à 20 cm sous sol, les chenilles se tissent un cocon de nymphose. Une diapause plus ou moins longue selon les conditions climatiques correspond à un arrêt total de développement. Celui-ci reprend seulement un mois avant la date de sortie des adultes (Dajoz, 1998).

### **3.1.3.5. La vie de l'adulte**

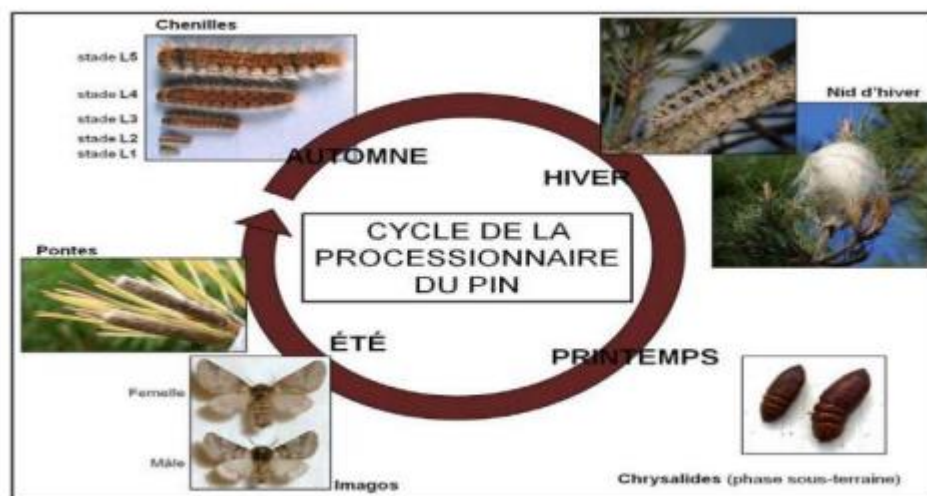
Les adultes appelés également papillons qui sont typiquement nocturnes ; ils ne peuvent survivre plus de 48 heures. Les papillons mâles de 30 à 40 mm d'envergure sont de coloration grisâtre. Les ailes antérieures sont grises et présentent trois lignes transversales noires par contre les ailes postérieures sont blanchâtres. La tête et le thorax sont de couleur grise foncée, l'abdomen est gris brunâtre, les antennes sont bi-pectinées et longues de 5 mm environ. Les femelles 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 (Demolin, 1962).

Les femelles sortent de terre peu de temps avant le coucher de soleil en s'aidant des crêtes sclérifiées qu'elles ont sur la tête. Elles s'installent en un endroit surélevé où elles restent immobiles, déploient leurs ailes puis, au bout de 2 à 4 heures d'inactivité, dévaginent leur armures génitales et deviennent attractives pour les mâles. L'accouplement dure près d'une heure. La femelle dépose ensuite ses œufs en commençant par la base des aiguilles du pin, chaque œuf étant recouvert d'un petit paquet d'écailles que la pondreuse possède en abondance à l'extrémité de l'abdomen. La femelle fécondée ne s'arrête pour pondre que si elle rencontre un pin, seul végétal qui satisfait à ses besoins tactiles qui sont : un diamètre des aiguilles compris entre 1.5 et 2 mm, et une structure rugueuse permettant la fixation des griffes qui terminent les pattes. En absence de pins, les femelles peuvent effectuer des déplacements de plus de 2 km pour rechercher un lieu de ponte. Les papillons adultes ne vivent guère plus de 24 h (Dajoz, 1998).

### **3.1.4. Cycle biologique**

Le cycle biologique de la processionnaire du pin (Fig.2) s'étend en général sur une année mais qui peut se prolonger sur, 2, 3 voire 4 années selon

les conditions de diapause nymphale. Il est à distinguer 2 phases (cycle). Une phase aérienne s'étend de la sortie des papillons jusqu'à la procession, Ponte des œufs, éclosion et développement larvaire. Une phase souterraine de l'enfouissement des chenilles à la sortie du papillon.



**Figure 2. Cycle de vie de la processionnaire du pin (*Taumetopoea pityocampa* Schiff). (Dulaurent, 2010).**

### 3.1.4. Les dégâts

Les défoliations automnales et printanières entraînent une forte diminution de la croissance de l'arbre (pertes ligneuses). L'impacte des fortes attaques (Figure 3) n'entraîne pratiquement de mortalité que dans les jeunes plantations (15 premières années sont plus vulnérables à ce ravageur). Dans le milieu ouvert, l'insecte s'installe entre 2 à 5 ans après la plantation et se maintient à des niveaux élevés. Ce n'est que lorsque le peuplement âgé se ferme que le rythme de dégradation diminue et rejoint les pinèdes adultes.



**Figure 3: Attaque de chenilles processionnaires sur un Pin**

**3.2. Bombyx disparate: *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera. Lymantriidae)**

**3.2.1. Position systématique**

Selon Nageleisen et al., 2010, *Bombyx disparate* occupe la position systématique suivante :

Règne	Animalia.
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Lepidoptera
Famille	Lymantriidae
Genre	<i>Lymantria</i>
Espèce	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)

### **3.2.2. Biologie de Bombyx disparate Lymantria dispar**

Bombyx disparate est une chenille à métamorphose complète qui comprend: le stade d'œuf, le stade larvaire, le stade de pupa (chrysalide) et le stade adulte.

#### **3.2.2.1. Ponte et œuf**

La période des pontes se situe vers les mois de juin-juillet, parfois elle commence dès la mi-mai. Selon l'endroit, les femelles pondent sur les arbres ou sous les roches. La ponte apparaît comme une plaque ovale de 25 à 70 mm de long et 10 à 35 mm de large en moyenne. Son épaisseur est de 4 à 8 mm. Les œufs sont déposés en plusieurs couches superposées plus nombreuses au centre qu'à la périphérie. Ils sont enrobés par des écailles filiformes, provenant de l'extrémité abdominale de la femelle. Ces "poils" sont collés entre les œufs et contre le support et forment ainsi un emballage pour les œufs les protégeant des chocs, du froid et de la pluie. L'ensemble prend une couleur chamois. Chaque ponte compte de 100 à 700 œufs. L'œuf fraîchement pondu est de couleur jaunâtre puis devient orangé par la suite. Il a une forme sphérique légèrement aplatie. Son diamètre est de l'ordre 1 mm et son poids est 0,7 mg en moyenne en Mamora (El yousfi, 1980; Ramzi, 1987) in Kadiri et al., 1989. L'œuf est protégé par un chorion épais, résistant, transparent et lisse.

#### **3.2.2.2. La chenille**

Son éclosion succédant au débouillage des feuilles (Fig.4) elle va très vite. Au départ elle se contente de la partie superficielle des feuilles, du moins quand ces dernières sont dures, mais dès le second stade larvaire le végétal est attaqué sur toute son épaisseur. Le développement est rapide, de l'ordre de 2 mois, et à terme les chenilles atteignent une taille conséquente.



#### **Figure 4: Chenilles naissantes**

La pilosité des chenilles est à la fois dense et très raide, mais non urticante. La manipulation ne pose pas de problème, mais le contact très "rêche" fait qu'on peut parfois ressentir de très ponctuelles sensations de "piqûres", notamment avec les grosses chenilles, d'autant qu'elles sont vigoureuses, se débattent volontiers, et se cramponnent de surcroît fortement. La coloration générale peut sensiblement varier, mais de très typiques "verrues" sont constantes et caractéristiques de l'espèce. Présentes sur tous les segments, elles sont bleuâtres sur les premiers, et rouges à compter de celui portant la première paire de "fausses pattes", c'est-à-dire de ventouses. (Fig.5)



**Figure 5: Chenille.**

#### **3.2.2.3. La chrysalide**

Arrivée à maturité la chenille du "disparate" entre en pré-nymphose (Fig. 6) et recherche un endroit à sa convenance pour y coconner. Peu exigeante elle se contente volontiers d'une anfractuosité de l'écorce, d'une jonction de branche, d'une écorce d hiscente, voire de quelques feuilles sommairement réunies. Elle s'entoure ensuite d'une sorte de "résille" ou "filet de sécurité" (Fig.7) extrêmement rudimentaire, tout en s'amarrant au support via les griffes du crémaster dispositif "fait pour" situé   la toute extrémité de l'abdomen.

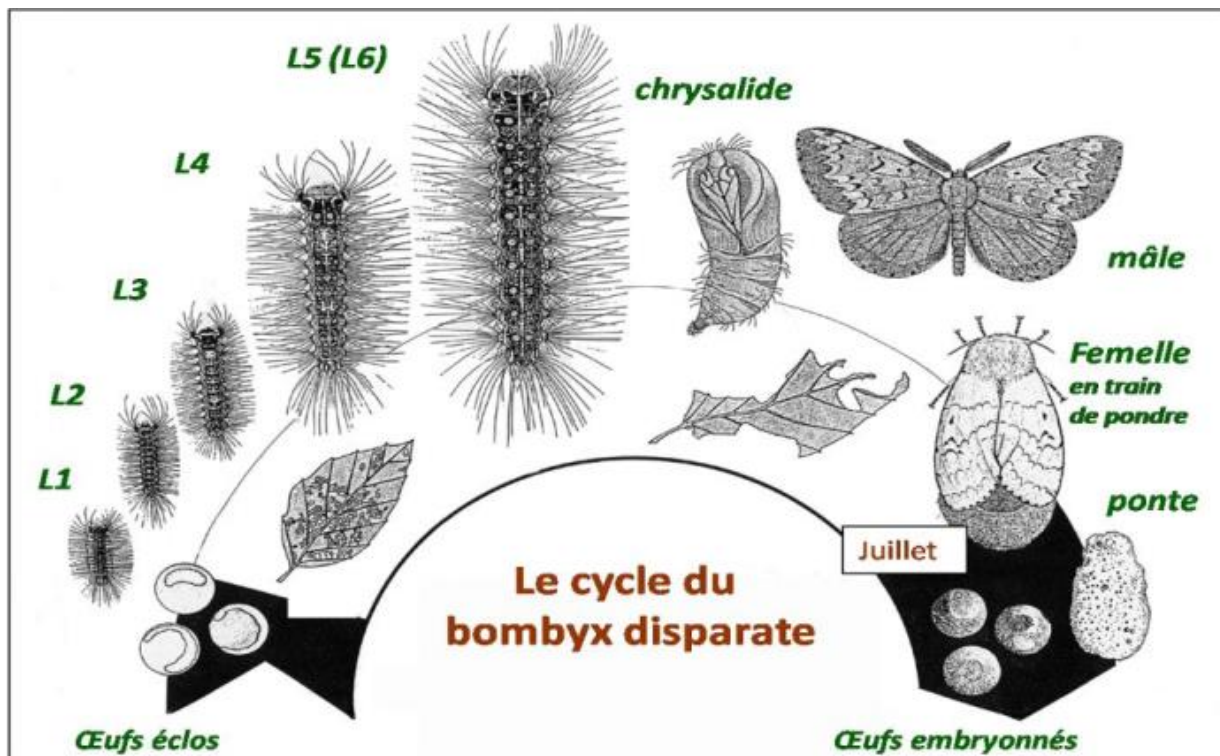


**Fig. 6 pré-nymphose**  
**écurité**

**Fig.7 chenille entourée de filet de**

### **3.2.3. Cycle biologique *Lymantria dispar***

*Lymantria dispar* est insecte défoliateur des chênes, en particulier le chêne liège. Son cycle relativement simple s'étend sur une année ( Fig.8) calé sur celui des arbres à feuilles caduques. Il a une génération annuelle. Les éclosions sont lieu en mars-avril. Les chenilles vivent aux dépens des feuilles, et se développent en 6 à 9 semaines, les mâles passant en principe par 5 stades larvaires, les femelles ayant un stade de plus. La nymphose dure 2 à 3 semaines; suivent l'émergence, l'accouplement et, moins de 24 h après, le dépôt par la femelle d'une unique ponte. La période des pontes se situe vers les mois de juin-juillet, parfois elle commence dès la mi-mai. Selon l'endroit, les femelles pondent sur les arbres ou sous les roches; chaque ponte compte de 100 à 700 œufs. L'œuf est protégé par un chorion épais, résistant, transparent et lisse. Le développement embryonnaire commence juste après la ponte et se poursuit pendant trois semaines. Intervient alors une diapause très longue (jusqu'au printemps suivant). Génétiquement déterminée et quasi-obligatoire (Kadiri et *al.*, 1989).



**Figure 8:** Cycle biologique du *Bombyx disparate* (Villemant, 2003).

Le mâle de *Bombyx disparate* est petit, muni d'antennes plumeuses s'accouple avec la femelle de taille grosse, aux antennes filiformes qu'il a rejointe, attiré par la phéromone de rapprochement des sexes que celle-ci a secrété. Ce dimorphisme sexuel a donné son nom à l'espèce (*dispar*, *disparate*).

La femelle, incapable de voler, pond pratiquement sur place, contre l'écorce de l'arbre. Chaque papillon femelle dépose une ponte. Celle-ci rassemble de 200 à plus de 500 œufs sur 2 ou 3 couches. Les œufs sont enrobés d'un feutrage fait des écailles de l'abdomen de la femelle. Le développement embryonnaire a lieu dans les deux semaines qui suivent la ponte. Suit une très longue estivo-hibernation (9 mois), pendant laquelle la jeune chenille formée demeure en diapause à l'intérieur du chorion de l'œuf.

Au bout de quelques semaines, la chenille atteint une taille et un poids respectables et prend une allure caractéristique avec ses soies (Réaumur l'appelait la chenille à oreilles) et ses ponctuations bleues (à l'avant) et rouges (à

l'arrière) sur un fond brun-gris plus ou moins foncé (elle a perdu ses deux étoiles jaunes, visibles sur la photo de (Kadiri et al., 1989). Au printemps suivant, les chenilles éclosent puis grimpent le long du tronc à la recherche des feuilles tendres du chêne-liège, issues du tout récent débourrement. Elles en décapent l'épiderme puis, parvenues au 2<sup>e</sup> stade, les attaquent en grignotant le bord du limbe ou en les perçant. Les chenilles jeunes sont plus voraces que les chenilles âgées: les premières ingèrent en moyenne 50 fois leur poids sec contre 15 fois pour les dernières. En outre la croissance est plus forte en début qu'en fin de développement, ce qui met en évidence la succession de processus d'accumulation et de processus de construction (maturité sexuelle).

### **3.2.5. Les dégâts**

Les chenilles (larves) de *Bombyx disparate* causent des dégâts en se nourrissant directement des feuilles des plantes (Fig.9). Cela peut entraîner une perte importante de feuilles qui impacte la santé de la plante. Feuilles consommées jusqu'à la mi-juillet; nombreux morceaux de feuilles non consommés à terre (Nageleisen et al., 2010). Outre de nombreuses espèces d'arbres, le *Bombyx disparate* peut attaquer les arbustes et les plantes fruitières. Les plantes fruitières typiques attaquées par le *Bombyx disparate* comprennent les pommes, les poires, les cerises et les pêches. Les vergers situés dans des zones à forte population de *Bombyx disparate* peuvent subir une perte de rendement importante en raison de l'impact de ce ravageur.

Les adultes de *Bombyx disparate* ne sont pas considérés comme dangereux pour les humains. Cependant, les petits poils présents sur les chenilles de *Bombyx disparate* peuvent provoquer des démangeaisons et des éruptions cutanées lorsqu'ils entrent en contact direct avec la peau et des problèmes respiratoires lorsqu'ils sont inhalés, en particulier chez les personnes sensibles.



**Figure 9: Dégâts de chenilles du Bombyx disparate sur les feuilles**

### **3.3. La tordeuse des pousses de pin *Rhyacionia buoliana* (Denis and Schiffermuller) Lepidoptera: Tortricidae)**

Parmi les insectes ravageurs des forêts méditerranéennes, certains sont "permanents" comme les tordeuses du pin du genre *Rhyacionia*. *Rhyacionia buoliana* est un insecte appartient à l'ordre des Lepidoptera, il est présenté dans toute l'Europe, à l'exclusion de sa partie la plus septentrionale, comme elle est présente en Amérique du nord. En Algérie, elle s'étend dans toutes les forêts de pin d'Alep, mais elle fait des dégâts considérables dans les jeunes reboisements surtout ceux situés dans les étages bioclimatiques arides et semi-arides. Les jeunes peuplements de 4 à 15 ans sont les plus affectés (surtout pin sylvestre, pin de monterey, pin noir), dans toute la France et surtout en zone méditerranéenne (Nageleisen et *al.*, 2010).

#### **3.3.1. Position systématique**

La position systématique (Site web 1) de la tordeuse des pousses de pin est la suivante

Règne	Animalia.
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta

Ordre	Lepidoptera
Famille	Tortricidae
Sous-famille	Olethreutinae
Genre	<i>Rhyacionia</i>
Espèce	<i>Rhyacionia buoliana</i> Schiff

### 3.3.2. Description de la tordeuse des pousses de pin

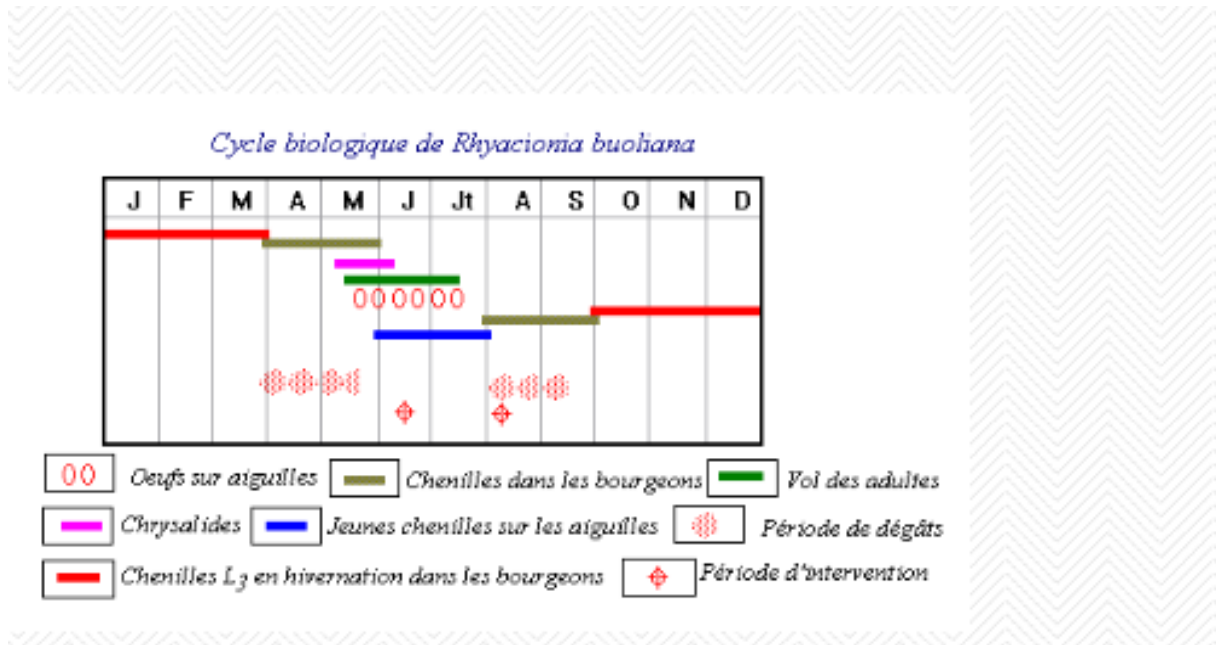
La tordeuse des pousses de pin est un papillon de 16 à 24 mm d'envergure, les ailes antérieures sont de teinte générale orangée, nuancée d'ocre jaune avec des bandes gris argenté (Figure 10).



**Figure 10: *Rhyacionia buoliana* Schiff (Clement, 2018).**

### 3.3.3. Biologie générale de *Rhyacionia buoliana* Schiff (La tordeuse des pousses de pin)

Le cycle biologique de la tordeuse des pousses de pin est représenté dans la Figure11.



**Figure11: Cycle biologique de *Rhyacionia buoliana* Schiff (KERRIS, 1987).**

Les papillons apparaissent de fin juin à mi-août. Les œufs sont déposés en juin-juillet près d'un verticille de jeunes bourgeons, isolés ou en petits groupes. Ils éclosent au bout de 2 à 3 semaines. Les larves mineuses des pousses dont chaque chenille creuse une mine à la base d'une aiguille, protégée par un abri soyeux(Fig.12). La tordeuse des pousses de pin est une espèce généralement monovoltine. La période des émergences des adultes est comprise entre la fin Mai et la mi-Juillet. La durée d'incubation des œufs est de 10 à 15 jours. Les œufs éclosent vers la deuxième semaine de juin. Les jeunes chenilles s'alimentent d'aiguilles de pin jusqu'à la fin du mois de Juillet. Vers le début du mois d'Août, elles migrent vers les bourgeons. La pénétration dans le bourgeon est accompagnée d'une émission de résine. Pendant la saison froide, les chenilles du 3ème stade restent en hibernation à l'intérieur du bourgeon. Elles en sortent

pour s'installer dans d'autres où elles s'alimentent et subissent les deux dernières mues vers la mi-Mai, les larves du 5<sup>ème</sup> stade nymphoses durant une période de dix à quinze jours (Kerris, 1987). Au printemps, les chenilles qui ont hiberné reprennent leur activité en avril et évident des bourgeons et des pousses. Elles se transforment en mai en papillon, dans une galerie creusée dans une pousse. Vol des adultes et accouplement en juin-juillet (Nageleisen et *al.*, 2010).



**Figure 12 : Chenille stade L3 (chenille creuse une mine dans un bourgeon)**

#### **3.3.4. Dégâts de *Rhyacionia buoliana* Schiff**

Les attaques des rameaux latéraux n'ont pas d'influence sur le devenir des arbres. Tout bourgeon qui avorte provoque le développement d'un ou plusieurs axillaires. Par contre, les attaques des bourgeons terminaux très caractéristiques: ralentissement de la croissance en hauteur, déformation des extrémités des rameaux en forme de baïonnettes, les arbres végètent sous forme de buissant (Kerris, 1987; Nageleisen et *al.*, 2010). Les attaques de *Rhyacionia* conduisent donc en général à un ralentissement important de la croissance et un dessèchement des bourgeons minés. Ce ravageur met en danger les jeunes reboisements par l'attaque d'autres ravageurs (les Scolytidae, ex: l'hylésine de pin) qui entraînent la mortalité des arbres (Kerris, 1987) (Figure 13).



**Figure 13: Avortement de la flèche d'un pin par ma tordeuse des pousses.**

#### **Chapitre 4 : Moyens de lutte en entomologie forestière**

La méthode la plus efficace pour lutter contre les ravageurs des forêts est la protection intégrée (PI). Il s'agit d'une combinaison de mesures de prévention, d'observation et d'élimination écologiquement et économiquement efficaces et socialement acceptables, qui visent à maintenir les populations de ravageurs à un niveau raisonnable. Parmi les mesures de prévention, on peut citer la sélection appropriée des arbres et du site, la régénération naturelle et les pratiques de boisement et d'éclaircie propres à réduire les populations de ravageurs et à garantir leur élimination durable par des auxiliaires. Une surveillance attentive de ces populations, par exemple par une inspection visuelle ou des systèmes de piégeage, permet de déterminer quand des opérations de lutte sont nécessaires. Pour éliminer les organismes nuisibles, on préférera les moyens de lutte mécaniques, ou de lutte biologique, reposant sur l'utilisation d'auxiliaires et de bio-pesticides, ou d'autres méthodes durables de lutte, à l'emploi de pesticides chimiques. La protection intégrée repose sur la compréhension de la biologie de l'arbre, de la forêt et du parasite, ainsi que de la biologie des agents naturels de lutte qui peuvent être utilisés pour maîtriser les

organismes nuisibles. Cette approche ne sera efficace que si le personnel de terrain est qualifié et sait reconnaître les organismes nuisibles, surveiller la taille des populations et utiliser des agents de lutte biologique et d'autres méthodes de lutte appropriées. La lutte biologique, qui repose sur l'utilisation d'auxiliaires, est un élément essentiel de la protection intégrée. Les auxiliaires bénéfiques peuvent être attirés par des pratiques sylvicoles appropriées (lutte biologique par conservation) ou par des lâchers supplémentaires (lutte biologique par augmentation) conjugués à l'utilisation de bio-pesticides microbiens efficaces sur les ravageurs. Nombreuses méthodes de lutte peuvent être appliquées en forêts visant à réduire les densités des populations. Parmi ces méthodes, on cite:

#### **4.1. Méthodes mécaniques**

Elimination des pontes par la taille lorsqu'on les observe (Processionnaire du Pin. les jeunes peuplements (<2m de haut), terrain plat, surface réduite) puis incinération.

Elimination des chenilles du dernier stade en procession, récolte les processions le matin pour éviter les urtications

**4.1.1. Echenillage:** élimination des nids d'hiver (petits arbres isolés, moins denses, aux extrémités accessibles, parcs, jardins, petites surfaces) dès leur apparition.

**4.1.2. Bois coupé :** Le bois coupé attire fortement les adultes. Il convient de traiter les arbres (carbonisation, pâte à papier) et les perches (employés dans les exploitations agricoles et forestières).

**4.1.3. Ecorçage:** prive l'insecte de lieux de ponte et élimine les larves déjà développées. L'écorçage partiel est suffisant car les larves ont besoin beaucoup de places pour achever leur développement.

## 4.2. Lutte microbiologique

Emploi de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) est efficace sur les jeunes chenilles, Bactospéine. C'est une bactérie sporulée aérobie qui fait partie de la flore du sol et de certains milieux à fortes densités d'insectes. En Algérie, des essais de lutte ont été entrepris en 1975 contre la chenille processionnaire du pin à Djelfa. Une efficacité maximale a été obtenue contre les 2 premiers stades en ajoutant 20 à 40 litres d'eau/ha par traitement aérien et 100 à 200 litres par traitement terrestre. 33000 kg du produit ont été épandus pendant la campagne 1984/85. en automne 2005, environ 100 000 ha de pins et cèdre ont été traités avec cette bactérie (souche kurstaki) contre les processionnaires du pin et du cèdre (stades L2 et L3) en application aérienne en UBV (ultra bas volume) à la dose de 2.3l/ha (40 milliards d'UBI) en 2008: contre *L. dispar* à Chréa (Blida).

**4.2.1. Mode d'action:** Le « Bt » renferme plusieurs protéines toxiques pour les insectes. Ces cristaux une fois ingérés sont intoxiqués et cessent de s'alimenter, tube digestif paralysés et l'insecte meurt de faim.

Expérience entrepris en 1975 en Algérie contre la chenille processionnaire du pin à Djelfa, les résultats obtenus étaient efficaces sur les deux premiers stades larvaires en ajoutant 20 à 40 litres/ha par traitement aérien et 100 à 200 l par traitements terrestre.

**4.3. Lutte sylvicole:** Modifications du milieu favorable des ravageurs par application des opérations sylvicoles telles que:

- Utilisation des essences adaptées à la station (Tordeuse de la pousse terminale des pins, les scolytes des conifères). Il faut planter les essences en fonction du climat et la nature du sol.
- Les éclaircies pour favoriser la bonne croissance des arbres,

- L'élimination des foyers d'infestation par des coupes d'assainissement d'arbres morts, dépérissants favorables au développement des xylophages secondaires et leur extraction rapide de la forêt,

4.4. Utilisation des arbres-pièges: le fait que les xylophages sont attirés par le bois fraîchement coupé et non écorcé, on peut les attirés en sacrifiant quelques sujets déposés au sol et réduisant ainsi leur effectif. Exemple : *Phoracantha semipunctata*, *Blastophagus piniperda*, *Platypus cylindrus*, etc.

#### 4.5. Lutte par piégeage

- piéger les chenilles (**Fig.14**).

**Utilisation:** piéger les chenilles lors de leurs processions



**Figure 14: piéger les chenilles sur les conifères**

**Période de piégeage :** à placer sur les conifères au mois de janvier et laisser en place jusque fin mai.

- **Le piège Delta à phéromone (Fig.15).**

**Utilisation :** piéger les papillons mâles grâce à une phéromone spécifique.

**Période de piégeage :** à placer sur les conifères ou sur des arbres à proximité à partir du mois de juin et laisser en place jusque fin août.



**Figure 15: piège Delta**

#### **4.6. Utilisation de variétés résistantes aux attaques des insectes.**

Les espèces qui ont des variétés résistantes échappent aux attaques des insectes. Le cas des chênes qui présentent des variétés à débourrement précoce qui ne sont pas attaquées par la tordeuse verte.

**4.7. Utilisation des polycultures:** La polyculture est une méthode agricole qui consiste à cultiver plusieurs espèces de plantes sur la même parcelle de terre, favorisant ainsi la biodiversité et la résilience des écosystèmes. Cette pratique améliore non seulement la santé du sol mais permet aussi de réduire les risques liés aux maladies et aux parasites, car la diversité végétale perturbe les cycles de vie nuisibles. De plus, la polyculture optimise l'utilisation des ressources naturelles, telles que l'eau et les nutriments, ce qui contribue à une production agricole plus durable (Site web 2). On peut citer l'exemple du barrage où l'Algérie a connu une grande attaque de la chenille processionnaire du pin dans les années soixante dix dans la région de Djelfa sur le Pin d'Alep qui est la principale essence forestière de la région et elle occupe une grande partie du site (43.51%).

## Conclusion

En conclusion, la forêt est un écosystème complexe où les arbres et les insectes jouent des rôles essentiels dans la dynamique du milieu. Les insectes, en particulier, sont omniprésents et essentiels à la santé des forêts, occupant divers compartiments de cet environnement et contribuant à des processus vitaux tels que la décomposition, la pollinisation et la régulation des populations végétales. Cependant, certaines espèces peuvent devenir nuisibles lors de leur multiplication excessive, menaçant la stabilité des peuplements forestiers. La compréhension approfondie des caractéristiques de ces insectes, de leur biologie et de leur comportement est donc cruciale pour une gestion forestière durable et pour anticiper les risques liés à leurs proliférations. La diversité et la richesse des espèces d'insectes, qui constituent une grande part de la biodiversité terrestre, soulignent l'importance de préserver ces écosystèmes complexes et d'adopter des stratégies de gestion adaptées à leur équilibre.

## Références bibliographiques

1. Belrose V., 2004. La surveillance des insectes ravageurs forestiers en France. *Insecte29* n ° 134, pp 29-32.
2. Chinery M., 1982: *Insectes d'Europe*. Ed. Bordas. France : 200 p.
3. Clement P., 2018. Références : Id TAXREF : n°247245 / Guide Robineau (2007): - *Rhyacionia buoliana* D. & S. La Tordeuse orangée du pin. Imago issu d'élevage, Royaume-Uni, 23 juin 2018.
4. Dajoz R., 1998. Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 594P, éditions TEC et DOC. T
5. Dajoz R., 2007. Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2ème édition ; 648 P, éditions TEC et DOC. L

6. Demolin G., 1962: Comportement des adultes de *Thaumatococcus panyocampa* Schiff. Comptes rendu hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. N225 : 2838-2839.
7. 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. 17p.
8. Kadiri Z., Ramzi H., Villemant C., 1989. Actes Editions à Rabat, 220p.
9. Nageleisen L.M., Piou D., Saintonge F.X. et Riou-Nivert P., 2010. La santé des forêts. Maladies, insectes, accidents climatiques, diagnostic et prévention. Institut pour le développement forestier. Edition: Samuel Six. 608 P.
10. Nageleisen L. M., 2011. Insectes et santé des forêts, n ° 1 6 2. Pp 29-33.
11. Retallack, G.J., 1997. - Early forest soils and their role in Devonian global change. Nature. 276: 583-585.
12. Schmidit., 1990: Life cycle of *Thaumatococcus panyocampa* Schiff. Symposium of *Thaumatococcus panyocampa* Newsdals. Hanover Deutchland. Jill 1989:95-99p.
13. Ziri S., 2023. Support du cours. Protection des forêts. 1ere Partie : Entomologie Forestière. L3 sciences forestières. Université Hassiba Ben Bouali-Chlef. 36P.

## **SITE WEB**

1. Perce-pousse européen du pin:  
<https://aimfc.rncan.gc.ca/fr/insectes/fiche/11190>
2. La forêt comestible et la polyculture de verger:  
<https://www.agrireseau.net/documents/81186/la-foret-comestible-et-la-polyculture-de-verge>.

3. KerrisT., 1987. La tordeuse des pousses de pin: *Rhyacionia buoliana* Schiff. (*Lepidoptera; Tortricidae*) :  
<https://hacharate-dz.info/hacharate/rhyacionia.html>.
4. CoutiRemi,2005.Insectesmycophages.<https://www.insectes.xyz/pdf/i138c/outin1.pdf>.
5. Krystina Sihdu. Guides antiparasitaires. Papillon spongieux (*Lymantria dispar*): stratégies d'identification et de lutte.

<https://bioprotectionportal.com/fr/resources/spongy-gypsy-moth-control/>