



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Centre Universitaire El-wacharissi de Tissemsilt



Institut de Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la nature et de la vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : **Ecologie**

Spécialité : **Protection des écosystèmes**

Présenté par : **LOT Ali**

Thème

**L'activité insecticide de la terre des diatomées sur la
chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) du pin
dans la région de Tissemsilt**

Soutenu le, 18/11/2020

Devant le Jury :

Djetti Tayeb	Président	M.A.A	CU-Tissemsilt
Bounouira Yassine	Encadreur	M.A.B	CU-Tissemsilt
Abdelhamid Djamel	Examineur	M.C.B	CU-Tissemsilt

Année universitaire : 2019-2020

DEDICACE

Je dédie ce travail

A mes parents ; mes frères et ma famille

A mes amis et à tous ceux qui me sont chers.

REMERCIEMENTS

Avant tout je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a permis de mener à terme ce travail;

- ❖ Ma gratitude à mon encadreur **Mr. Bounouira Yassine** maître assistant à CU-Tissemsilt, , pour toute son aide, ses encouragements et ses conseils assez utiles et fructueux, qu'il n'a pas hésité à m'accorder et qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail. Qu'il reçoit l'expression de remerciements les plus sincères ;
- ❖ Je remercie aussi le président et les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.
- ❖ Je tiens aussi à remercier le Professeur **Djetti Tayeb** maître assistant à CU-Tissemsilt , qui m'a honorée en acceptant de présider le jury;
- ❖ Je remercie également **Mr. Abdelhamid Djamel**, maître de conférences à CU-Tissemsilt d'avoir accepté d'examiner mon travail ;

Enfin, j'espère que ce travail soit la bonne expression de ma gratitude.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 :** Structure du frustule d'une diatomée (*Navicula* sp.) (Round et al., 1990)
- Figure 2 :** Représentation schématique faisant apparaître les composants siliceux de la paroi cellulaire des diatomées (Zurzolo et Bowler , 2001)
- Figure 3:** Raies de diffraction X obtenues sur notre échantillon de diatomite (Bounouira et al. 2019).
- Figure 4 :** Différentes stades de la chenille processionnaire
- Figure 5 :** Cycle biologique simplifié de la chenille processionnaire du pin (RIVIERE, 2011)
- Figure 6 :** la défoliation des arbres
- Figure 7 :** Nuisances pour l'Homme
- Figure 8:** Un arbre de cèdre de l'Atlas gravement infecté (2014)
- Figure9:** Piège à phéromone
- Figure10:**échenillage au parc national de Theniet El Had, (2014
- Figure11:**Incineration des branches infectées, (2014)
- Figure 12:** Situation du Parc National de Theniet El Had
- Figure 13 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls Et Gausson du Parc National de Theniet El Had
- Figure 14 :** Courbe ombrothermique du parc national
- Figure 15:** l'ophrys guêpe
- Figure 16 :** Carte de végétation du parc national de Theniet El Had
- Figure 17 :** Bio-essais contre les chenilles
- Figure 18 :** structure microscopique de la diatomite
- Figure 19 :** les populations des larves des chenilles aux différentes concentrations de la diatomite
- Figure 20 :** Moyennes marginales estimées de mortalité des chenilles
- Figure 21 :** taux de mortalité cumulés des populations des chenilles exposées à la terre de diatomées

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Propriétés physiques des différentes variétés de kieselguhr (Taibi, 2001).

Tableau 2: Principaux gisements de diatomite d'Algérie (Meradi, 2009).

Tableau 3: analyses physico-chimiques d'un échantillon de la terre de diatomée (Bounouira et al., 2019).

Tableau 4 : Echelle d'évaluation du taux d'infestation al., 2019)

Tableau 5 : Echelle d'évaluation du taux de défoliation

Tableau 6 : Avantages et inconvénients de la lutte mécanique(MORSLI, 2005)

Tableau 7 : la sélectivité et avantages du Dimilin (MOSLI ,2005)

Tableau 8 : Les précipitations mensuelles(mm) parc extrapolation, du parc national de Theniet El Had pour la période 1913- 1938

Tableau 9 : Les températures mensuelles maximales, minimales et moyennes du PNTEH relatives à la période 1913 -1938

Tableau 10 : Direction des vents dans le parc

Tableau 11 : Répartition de l'humidité relative dans le parc

Tableau 12 : Données sur quelques étangs.

Tableau 13 : Test ANOVA pour la mortalité des larves des chenilles traités avec la terre de diatomée

Tableau14 : Susceptibilité de populations des larves des chenilles aux différentes concentrations de la diatomite (TD)

Tableau 15 : Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par TD sur les chenilles.

Tableau 16 : Calcul des coefficients de corrélation de Pearson entre le taux de mortalité des larves de la cératite et les doses utilisées.

INTRODUCTION	1
CHAPITRE ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Les diatomées	4
1. Biologie des diatomées (Bacillariophycées)	4
1.1. Structure cellulaire	5
1.2. Description du frustule	5
1.3 Principaux gisements de diatomite en Algérie	7
2. Domaines d'utilisation de la diatomite	8
II. La chenille processionnaire	10
1. introduction :	10
2. Répartition géographique:	10
3. Systématique	10
4. Plantes hôtes	11
5. Biologie :	11
6. Nuisances et dégâts :	14
Végétaux ciblés	14
6.1. Attaque des arbres	14
6.2. Nuisances pour l'Homme et les autres animaux	15
7. Stratégie d'avertissement et lutte contre la processionnaire du pin	16
7.1 Surveillance :	16
7.1.1 Enquête d'infestation :	17
7.1.2 Enquête de défoliation :	17
7.2 Méthodes d'avertissement :	18
7.2.1 Capture des papillons :	18
7.2.2 Suivi des pontes :	18
7.2.3 Études des différents stades larvaires :	19
8. Méthode de lutte	19
8.1 La lutte mécanique	20
8.2 Lutte chimique	21
8.3 Lutte microbiologique	22

SOMMAIRE

PARTIE I. ETUDE DU MILIEU.....	23
1.PRESENTATION	23
1.1 Localisation :.....	23
1.2 Description, superficie et voies d'accès :	23
1.2.1 Description :.....	23
1.2.2 Superficie et limites :	24
1.2.3 Voies d'accès :.....	24
2.Missions fondamentales :.....	24
2.1 Protection de la nature :	24
2.2 Etude et recherche :	24
2.3 Récréation et tourisme :.....	25
3. MILIEU ABIOTIQUE.....	25
3.1 Climat :.....	25
3.1.1 Les précipitations :	25
3.1.2 Les températures :.....	25
3.1.3 Les vents :.....	26
3.1.4 Le sirocco :	26
3.1.5 L'humidité relative :	26
3.1.6 L'enneigement :	26
3.1.7 Synthèse climatique :	27
3.1.7.1 Diagramme ombrothermique de BAGHOULS et GAUSSEN (1953) :.....	27
3.1.7.2 Climagramme d'EMBERGER :	27
3.2 RELIEF ET GEOLOGIE:	29
3.2.1 Relief:.....	29
3.2.2 Altitude :.....	29
3.2.3 Pente :	29
3.2.4 Substrat géologique :.....	29
3.2.5 Pédologie :	29
3.2.6 L'érosion :	30
3.2.7 Hydrologie :	30
4. MILIEU BIOTIQUE :	31
4.1 FLORE :.....	32
4.1.1 Les types végétaux :.....	32
4.1.1.1 La Cédraie:	32
4.1.1.2 La yeuse :.....	32

SOMMAIRE

4.1.1.3 La Subéraie:.....	33
4.1.1.4 La Zeenaie:.....	33
4.1.1.5 La pinède :.....	33
4.1.1.6 Autres :.....	33
4.2 Diversité floristique :.....	34
4.2.1 Les champignons :.....	35
4.2.2 Les lichens :.....	35
4.2.3 Les mousses :.....	35
4.3 FAUNE :.....	35
4.3.1 Les mammifères :.....	35
4.3.2 Les oiseaux :.....	35
4.3.3 Les insectes :.....	35
4.3.4 Les reptiles et amphibiens :.....	35
PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE.....	37
1.Etude de la diatomite	37
2. Activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire	37
2.1.Collecte des insectes et bio-essais dans le laboratoire	37
2.2. Tests insecticides.....	38
3.Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats	38
RESULTAT	39
Concentrations de la TD efficaces.....	39
1.1.Estimation des valeurs de concentration létale (CL) pour la population des larves des chenilles	41
1.2.Corrélation entre les indices de diversités et les facteurs du milieu	41
1.3.Mortalité cumulée	42
Discussion.....	44
Conclusion.....	46
Reference bibliographie.....	47

INTRODUCTION

INTRODUCTION

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

En Algérie les massifs forestiers couvrent environ 4 millions d'ha, soit moins de 2% de la superficie du pays et de l'ordre de 8% pour le Nord du pays. En réalité, La vraie forêt ne représente cependant que 1,3 millions d'ha, le reste étant constitué de maquis et de garrigues. Le déficit forestier est évalué aujourd'hui à environ 3,8 millions d'ha. L'effort national destiné à étendre la couverture forestière n'arrive même pas à compenser les pertes dues principalement aux facteurs de dégradations anthropiques, aux incendies, au surpâturage et à l'exploitation de la forêt (DGF., 2004).

En milieux forestiers, les insectes sont très sensibles aux variations des conditions environnementales qui influencent leur distribution, plusieurs espèces partagent l'espace et le temps dans les peuplements forestiers et leur dispersion dépend essentiellement des variations et du changement climatique

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 à d'autres ravageurs secondaires, particulièrement des xylophages.

Son développement larvaire hivernal la rend particulièrement sensible et dépendante aux températures durant cette période de l'année. Par ailleurs, cet insecte est bien connu pour la capacité des larves à libérer des poils urticants responsables de démangeaisons et de réactions allergiques chez l'homme et les animaux, ce qui pose un sérieux problème de santé humaine majeur dans les sites infestés (Martin et al., 2007). 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 envols et le développement larvaire et la phase souterraine qui présente le développement nymphal (Huchon et Demolin, 1970).

INTRODUCTION

En Algérie, les programmes des reboisements en monoculture, de l'espèce *Pinushalepensis*, ont entraîné une prolifération de la processionnaire du pin, *Thaumetopoeapityocampamettant* en péril les jeunes plantations en zones semi-arides.

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 (Battistiet *al.*, 2005 et Kimotoet *al.*, 2006). Cet insecte engendre périodiquement des pertes considérables sur l'ensemble des forêts algériennes (Zamoumet *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), Thomas *et al.*, (2007) et Sebti (2011).

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 thuriengiensis*, qui reçoit actuellement un rejet de la part du public.

Parmi les divers insecticides à effet rémanent, les organophosphorés et les pyréthroïdes sont les plus utilisés (Zettler et Arthur, 2000 ; Collins, 2006, Nighat et al., 2007). Mais les résidus de ces insecticides synthétiques réduisent l'acceptabilité du consommateur car il y a une demande croissante d'aliments sans résidus. De plus, le développement de résistances chez les insectes nuisibles aux insecticides largement utilisés (Arthur et Zettler, 1992, Irshad et Gillani, 1992), les préoccupations environnementales et les risques pour la santé ont nécessité l'évaluation de nouvelles substances, plutôt naturelles, pour la gestion des ravageurs. Ainsi des alternatives aux insecticides chimiques tels que les terres à diatomées ont également été évaluées avec une bonne efficacité insecticide (Subramanyam et Hagstrum, 2000 ; Stathers et al., 2002),

Les terres à diatomées (TD) sont des substances d'origine naturelle qui ont été certifiées comme insecticides organiques et qui sont non toxiques et écologiquement bénignes (Ross, 1981). Les poussières de silice des TD ont donné des résultats variables lorsqu'elles ont été utilisées contre différents organismes cibles (Korunic, 1997a, b).

Le but de cette étude était d'évaluer pour la première fois l'efficacité de la terre de diatomée sur la mortalité « la processionnaire du pin, *Thaumetopoeapityocampa* ».

Notre travail est structuré de manière classique, il s'articule autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente une revue bibliographique sur la diatomite, le parasite étudié (la chenille processionnaire du pin).

INTRODUCTION

- Le second chapitre « Matériel et Méthodes » présente les régions d'étude (Tissemsilt) et les méthodes utilisées dans le laboratoire pour faire le test biologique (insecticide) de la diatomite.
- Le troisième chapitre rassemble les résultats concernant la structure de la diatomite et l'activité biologique. Les résultats sont soutenus par des analyses statistiques et leur discussion par rapport aux études précédemment menées.
- Enfin, le manuscrit est achevé par une conclusion générale.

CHAPITRE I
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Les diatomées

Dans notre travail, nous nous intéressons à un matériau local appelé la diatomite ou terre de diatomée, qui est plutôt abondante en Algérie. La diatomite est aussi appelée kieselguhr, c'est une roche sédimentaire siliceuse, poreuse et friable formée entièrement ou presque de "squelettes" de diatomées (Figure 1).

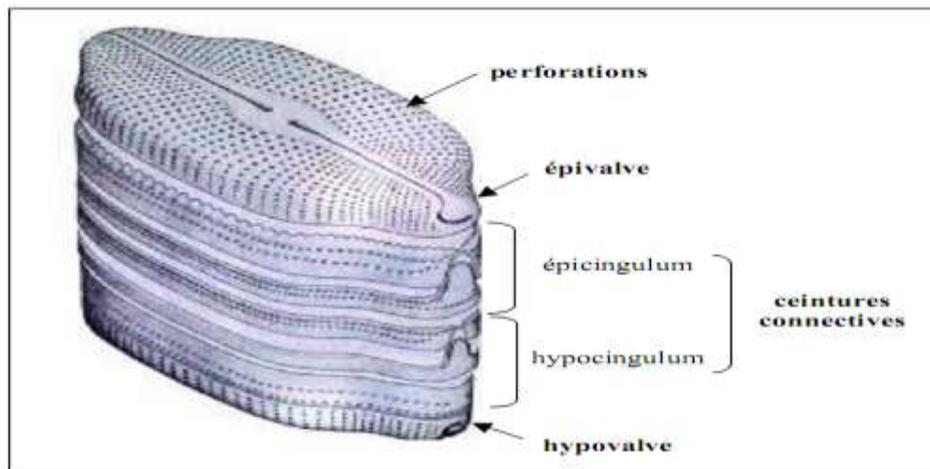


Figure 1 : Structure du frustule d'une diatomée (*Navicula* sp.) (Round et al., 1990)

Les diatomées ou Bacillariophycées font partie de l'embranchement des algues brunes (Chromophytes). Elles sont très anciennes puisque les premières diatomées fossiles datent du Crétacé (120 millions d'années) (Gold, 2002).

Les diatomées sont des cellules eucaryotes enchâssées dans une paroi de silice hydratée (le frustule) qui se compose de deux unités imbriquées : l'épivalve et l'hypovalve. Ces deux valves sont reliées par des ceintures connectives, constituées de fines bandes siliceuses (Duke et Reimann, 1977). L'accumulation d'un dépôt siliceux se constitue après dégradation de la matière organique. Les dépôts de silice de diatomées fossiles constituent une roche appelée diatomite (Kroger et al., 2002).

Les recherches ont clairement montré qu'une application de silicium pouvait contribuer de manière significative à la réduction des dommages causés par les parasites et les maladies (Belanger et al., 1995; Ma et takahashi, 2002; Meyer et Keeping, 2005; In Laing, 2006).

1. Biologie des diatomées (Bacillariophycées)

Les diatomées sont membres de l'embranchement des algues brunes (Chromophytes). Ces micro-algues unicellulaires, dont la taille varie de quelques μm à plus de $500\mu\text{m}$ pour les

plus grandes, constituent la majeure partie du phytoplancton lacustre et marin. Les diatomées sont omniprésentes, depuis le début du Jurassique (Kooistra et Medlin 1996), elles colonisent divers types de substrats dans des conditions et des milieux très différents, des eaux pures aux plus polluées.

1.1. Structure cellulaire

Les diatomées sont caractérisées par la présence d'une paroi très différenciée autour de la cellule, principalement constituée de silice (le frustule). Cette paroi externe est formée de deux valves emboîtées (l'épivalve et l'hypovalve, de plus petite dimension), reliées entre elles par des ceintures connectives (l'épicingulum et l'hypocingulum) (Fig. 1). Les diatomées produisent des substances extracellulaires polymériques (ExtracellularPolymeric Substances, EPS), qui peuvent s'organiser en tubes, pédoncules, fibrilles ou former une enveloppe adhésive autour du frustule (Hoagland et al., 1993).

Ces substances mucilagineuses sont excrétées par la cellule au niveau des perforations réparties sur toute la surface du frustule (Round et al., 1990) (Figure 1). Elles sont considérées comme étant en grande partie responsables du succès biologique des diatomées, jouant un rôle dans leur mobilité, leur adhésion au substrat, dans la formation des colonies et contre la dessiccation (Hoagland et al., 1993).

Le protoplasme sous-jacent ne présente pas de caractéristique particulière. Il contient les mêmes organites que les autres algues eucaryotes : noyau, mitochondries, dictyosomes, chloroplastes, vacuoles, etc. (Figure 1). Les chloroplastes présentent une couleur jaune pâle à brune, qui a déterminé le classement des diatomées dans le groupe des "algues brunes" et qui est due aux pigments caroténoïdes (β -carotène, diatoxanthine, diadinoxanthine et fucoxanthine), masquant la couleur des chlorophylles (chlorophylles a et c).

1.2. Description du frustule

Le frustule est fait de silice amorphe faiblement cristallisée et de composés organiques. Même s'il existe plus de 200 000 espèces, il semblerait que le frustule soit constitué des mêmes éléments : deux parties imbriquées telle une boîte de Pétri (Falciatore et Bowler, 2002), l'épithèque et l'hypothèque (Figure 2). La première représente la plus grande partie et reçoit l'hypothèque. Lors de la division asexuée, chaque thèque constitue l'épithèque de la cellule fille. Ainsi, la taille moyenne des cellules d'une même population tend à décroître. Chaque thèque est constituée d'une valve (la partie plane de la thèque) et de

bandes intercalaires ('girdle bands'). Ces bandes sont synthétisées à la fin de la division cellulaire (ZurzoloetBowler, 2001). Les dernières bandes, appelées bandes pleurales, semblent particulières et différentes des autres.

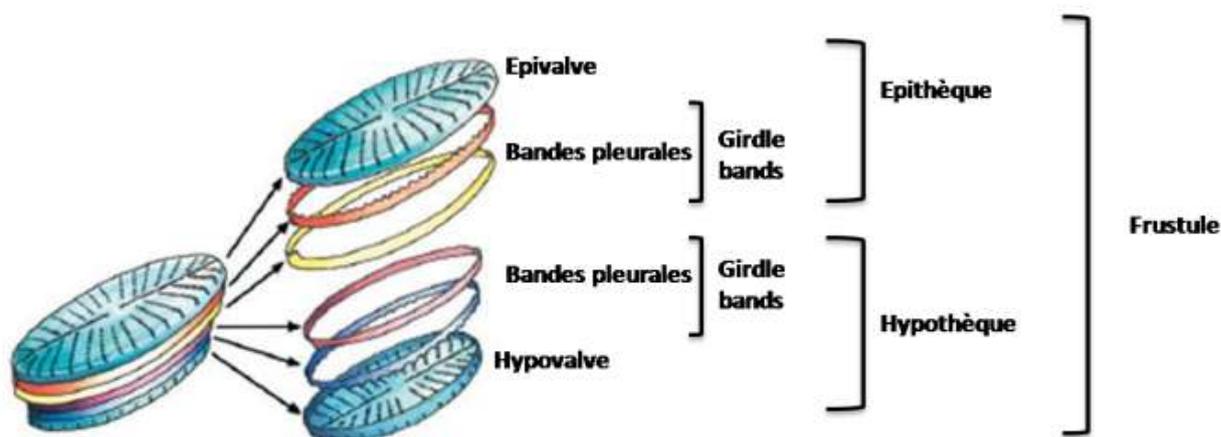


Figure 2 : Représentation schématique faisant apparaître les composants siliceux de la paroi cellulaire des diatomées (ZurzoloetBowler , 2001)

La couleur du kieselguhr dépend de sa pureté. La couleur blanche correspond à un kieselguhr pur. La présence d'impuretés rend sa couleur plus au moins grise. La densité apparente varie de 112 à 320 kg/m, mais dans certain cas, elle peut aller jusqu'à 960 kg/m³(Meradi, 2009).

Le tableau 1 présente quelques propriétés physiques de différentes variétés de kieselguhr.

Tableau 1 : Propriétés physiques des différentes variétés de kieselguhr (Taibi, 2001).

Propriétés	Kieselghur Américain séché	Kieselg. Danois calciné	Kieselg. Américain calciné	Kieselg. Français calciné	Kieselg. Allemand calciné	Kieselg. USA activé
Couleur	Blanche Grise	Jaune Marron	Rose	Jaune Marron	Marron	Blanche
pH	7	5.2	7.5	6.9	7	9.7
Diamètre moyen (µm)	14.2	19.3	15.9	14.1	13.9	30.1
Perméabilité	0.06	0.09	0.28	0.09	0.08	1.6
Quantité cristalline %	2	2.2	7.6	9.2	9.8	59.7
Densité g/l	288	280	271	255	209	290

1.3 Principaux gisements de diatomite en Algérie

Le tableau 2 présente les principaux gisements et la composition chimique de la diatomite en Algérie

Tableau 2: Principaux gisements de diatomite d'Algérie (Meradi, 2009).

Gisement (wilaya)	Accès desserte	Géologie	Composition , qualité	Utilisations (Production)	Réserves, Conditions de gisement
Noumène (Tlemcen)	W108: 4km Port: Ghazaouet 40km	diatomite avec marnes (Miocène)	Al ₂ O ₃ 6,0% SiO ₂ 57,5% Fe ₂ O ₃ 2,3% CaO 13,34% MgO 2,3% K ₂ O 0,87%	Charge et adsorbants	Très importantes, faible recouvrement
Grimez-secteurs Chadlia et Tahalait- (Mascara)	Prox. RN4- RN6 Usine: 16km Port: Ghazaouet 50km	Miocène terminal	Al ₂ O ₃ 3,32% SiO ₂ 59,86% Fe ₂ O ₃ 1,5% CaO 12,8% MgO 4,73%	Filtration, Charge et adsorbants (production DIATAL)	1 Mt exploitables réserves géologiques: 6Mt (5 à 7 couches de 0,5 à 4 m d'épaisseur)
Cadeau (mascara)	Prox. RN13	Miocène terminal	Qualité moyenne	Charge, ciment	8 couches de 0,4 à 4,5m d'épaisseur, gisement à réévaluer
AbdelMalek Ramdane (ex Ouillis) Mostaganem	Prox, RN11 Port: Mostaganem 35km	Miocène supérieur	SiO ₂ >80% Peu carbonatée	Charge, adsorbant, ciment. Exploitation arrêtée	Environ 15 couches de 0,2 à 1m sur 20m d'épaisseur (surface 3ha, peu de recouvrement) Gisement à réévaluer.
Beni Zagouani (Mostaganem)	Prox. RN11	Miocène terminal		Charge, adsorbant, ciment	Réserves 0,36 Mt
Djebel Meni (Mostaganem)	Prox. RN11	Miocène	Peu carbonatée	Charge, adsorbant, ciment	Couche de 1,5m d'épaisseur
Guellal (Mostaganem et Relizane)	Prox. W8A	Miocène terminal	Al ₂ O ₃ 3,5% SiO ₂ 61,6% Fe ₂ O ₃ 2% CaO 13,3% MgO 0,96% K ₂ O 0,6%	Charge, adsorbant, ciment	Couches de 0,5 m Relizane) terminal CaO 13,3% ciment à 2 m d'épaisseur

2. Domaines d'utilisation de la diatomite

Selon Meradi(2009), le kieselguhr est utilisé dans les domaines suivants (exprimé en % de la production mondiale) :

- 60 % pour la filtration des huiles végétales et minérale, les jus de fruits et les eaux industrielles ;
- 25 % pour la fabrication de peintures, pesticides et comme charge dans de nombreux autres produits ;
- 15 % pour l'industrie d'isolation (très faible conductibilité thermique).

La structure alvéolaire de la diatomite est utilisée pour filtrer diverses boissons alcoolisées, le sucre, l'huile, des produits chimiques organiques/inorganiques et de l'eau. On s'en est déjà servi également pour éliminer les bactéries et les virus de l'eau des réseaux publics de distribution.

Son inertie chimique, sa surface spécifique élevée et sa capacité d'absorber jusqu'à trois fois son poids de liquide sont des propriétés qui, lorsqu'elles sont réunies, rendent ce minéral utile comme support pour pesticides, comme absorbant dans les litières pour animaux domestiques et comme matière permettant d'absorber du pétrole déversé.

3. Analyse minéralogique par diffraction des rayons X (DRX)

L'analyse minéralogique réalisée par DRX a donné les résultats présentés sur la figure 3.

La DRX a montré que les terres de diatomées qui ont été prélevées de la zone de Bider (Tlemcen-Algérie) ont une formulation d'origine d'eau douce contenant le coesite HP, silicium dioxyde (SiO_2) à 77 %, Magnésium Oxyde (MgO) à 4.5 %, Potassium Oxyde (K_2O) à 1.0 %, Calcium Oxyde (CaO) à 6.8 %, sulfure (VI) oxyde (SO_3) à 0.6 %, phosphore (V) oxyde (P_2O_5) à 1.0 %, fer(III) oxyde, hématite HP (Fe_2O_3) à 4.1 %, Vanadium Phosphide (PV) à 0.4 %, Phosphore Sulfure (P_4S_7) à 1.0 %, Titane Oxyde (TiO_2) à 0.2 %, Aluminium Oxyde (Al_2O_3) à 2 %, Phosphore (P) à 1,0 %, Sodium Oxyde (Na_2O) à 0.4 %.

L'analyse DRX a aussi montré que notre échantillon diatomite contient 4 phases : la SiO_2 amorphe à 32.19 %, l'Ankérite sous forme de $\text{Ca}(\text{Fe}^{+2}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$ à 31.9 %, la Calcite CaCO_3 à 26.9 % et le Quartz SiO_2 à 9.0 % (Bounouira et al., 2019).

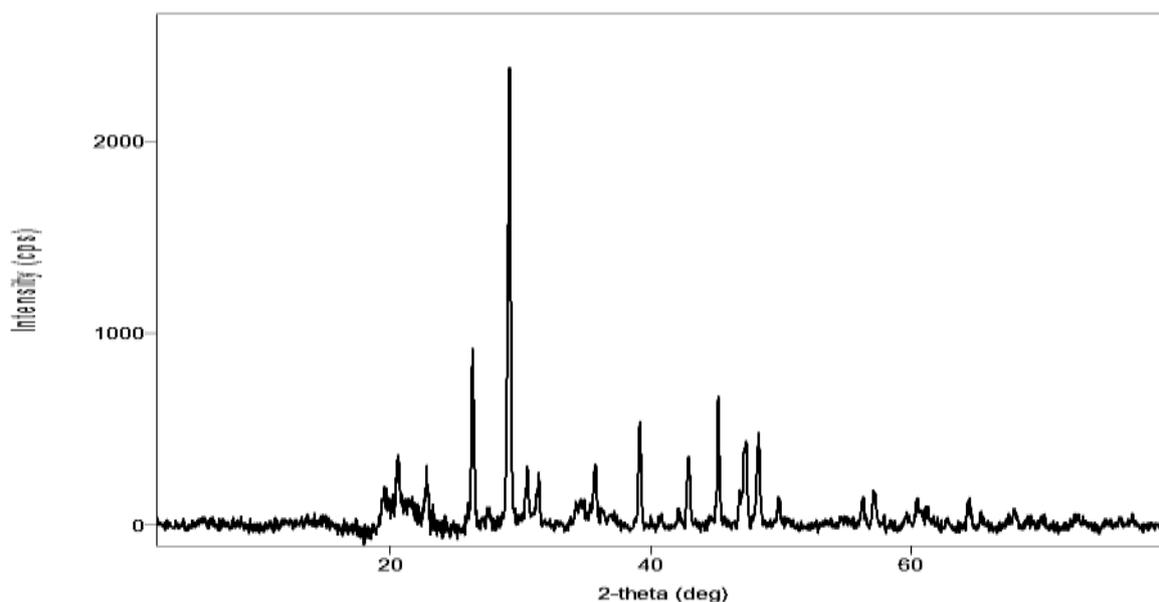


Figure 3: Raies de diffraction X obtenues sur notre échantillon de diatomite (Bounouira et al., 2019).

Les analyses physico-chimiques de notre échantillon ont donné les résultats suivants (Tab.3) :

Tableau 3: analyses physico-chimiques d'un échantillon de la terre de diatomée (Bounouira et al., 2019).

pH	Conductivité électrique $\mu\text{m/cm } 1/5$	Matière organique %	Calcaire %		Phosphore assimilable ppm
			total	Actif	
7,61	12360	0,17	18,75	4,75	245,78

II. La chenille processionnaire

1. introduction :

La processionnaire du pin est un insecte phytophage redoutable des forêts naturels et des reboisements artificiels du pin d'Alep, pin maritime et du cèdre de l'Atlas dans tous les pays méditerranéen.

Les femelles pondent sur des aiguilles de pin et sur les rameaux du cèdre de l'Atlas vers le mois de septembre et le cycle recommence. Au-delà de l'impact économique et écologique sur les pins parasités, les chenilles, à partir de leur troisième stade, produisent des poils urticants et allergènes. Les nids, même vides, peuvent encore en contenir. La protéine responsable de ces réactions a été identifiée et caractérisée : il s'agit de la thaumétopoéine (RIVIERE, 2011).

En Algérie, cet insecte ravageur est présent dans l'ensemble des forêts résineuses ; ces pullulations sont temporaires avec des défoliations non négligeables dans les forêts naturelles, mais les plus sévères sont observées dans les reboisements (ZAMOUM, 1998).

2. Répartition géographique:

La processionnaire du pin existe sur toutes les pineraies et cédraies des pays du pourtour méditerranéen mis à part la Libye et l'Égypte (GACHI, 1996). En France la processionnaire du pin atteint la limite Nord de son aire d'extension. En Algérie ; on la trouve sur tous les peuplements de pin et de cèdre naturel et artificiel.

3. Systématique

La chenille processionnaire du pin à développement larvaire hivernal, *Thaumetopoea pityocampa*, a été décrite par Denis et Schiffermüller en 1775. Elle appartient à la classe des insectes ; l'ordre des Lépidoptères, la famille des Notodontides, la sous-famille des Thaumetopoeinae, au genre *Thaumetopoea* et l'espèce *T. pityocampa*. En latin, *pityocampa* signifie « chenille du pin », (*campa* = chenille, *pityo* = pin) et *Thaumetopoea* signifie « qui vénère la verdure » (*Thaumeto* = vénérer, *poea* = herbe) (RIVIERE, 2011).

Le genre *Thaumetopoea* contient neuf espèces, qui peuvent localement coexister et qui sont parfois difficiles à distinguer. Toutefois, il existe certaines différences morphologiques (telles que l'intensité de la couleur des ailes et biologiques (notamment en ce qui concerne les plantes hôtes et la date d'éclosion, qui peut avoir lieu au printemps pour

Thaumetopoeabonjeani, *Thaumetopoeapinivora*, *Thaumetopoeaprocessionea*, ou en fin d'été pour *Thaumetopoeapityocampa*, *Thaumetopoeawilkinsoni*). Le développement larvaire est donc printanier à estival pour les trois premières espèces, et hivernal pour les deux dernières. LA

4. Plantes hôtes

La chenille processionnaire du pin est phytophage, elle se nourrit des aiguilles de pins. La liste ci-dessous classe les espèces par ordre de sensibilité décroissante (DAJOZ, 1998) :

- pin noir d'Autriche (*Pinus nigra* subsp. *nigricans* Host)
- pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.)
- pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.)
- pin parasol (*Pinus pinea* L)
- pin de Canari (*Pinus canariensis* L)
- pin dale (*Pinus halepensis* Mill.)
- cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Carr.), cèdre du Liban (*Cedrus libani* Rich.)

Des études ont également montré que le choix de l'arbre hôte dépendait de la présence de substances volatiles émanant des tissus des aiguilles, comme le limonène (Martin, 2005.)

5. Biologie :

Les papillons (gris-brun, d'une envergure de 35 à 40 mm) émergent au cours de l'été, de mi-juin à fin août. Leur durée de vie excède rarement 24 heures.

Les œufs, de 100 à 300 par femelle, sont pondus groupés à la base des aiguilles du pin et sur les faces inférieures des petits rameaux pour le cèdre de l'Atlas.

Les œufs sont groupés en manchon de 4 à 5 cm de long et recouvert par des écailles beige clair qui les camouflent (DAJOZ, 1998).

Le développement larvaire complet, qui dure entre 4 et 8 mois, s'effectue en 5 stades successifs, reconnaissables à la taille et à la couleur des chenilles.

Un mois à un mois et demi après la ponte, soit de fin juillet à fin septembre, les jeunes chenilles éclosent.

A ce premier stade, elles sont longues de 3 mm à peine et de couleur jaune-vert. Regroupées en colonies, elles dévorent partiellement le limbe des aiguilles situées à proximité.

Les aiguilles forment alors de petits bouquets ébouriffés de couleur jaune, signe caractéristique de la présence de chenilles.

Elles s'alimentent de préférence pendant la nuit et s'éloignent progressivement de leur lieu d'éclosion, en abandonnant les légers nids temporaires (pré-nids) qu'elles avaient tissés.

Dès les premiers froids, vers la fin du 3ème stade, elles confectionnent, pour y passer l'hiver, leur nid définitif, volumineux et blanc, exposé au soleil et protégé des vents dominants.

Au stade L5, à la sortie de l'hiver (selon les conditions locales, ce peut être de mi janvier à mi avril), les chenilles quittent l'arbre en formant de véritables processions, descendant des cimes le long du tronc et cherchant un endroit au sol, chaud et meuble, où elles pourront s'enfouir à quelques centimètres de profondeur (de 8 à 20 cm).

Une fois enfouies, elles tissent un cocon individuel où la transformation en chrysalide a lieu.

Le développement s'interrompt alors, pour reprendre un mois avant la date localement favorable à la sortie des adultes (papillons). Si les conditions sont défavorables, cette diapause peut durer plusieurs années.



Figure 4 : Différentes stades de la chenille processionnaire

(1) chrysalide, (2) papillon, (3) larves (Baghloul Djillali 2014)

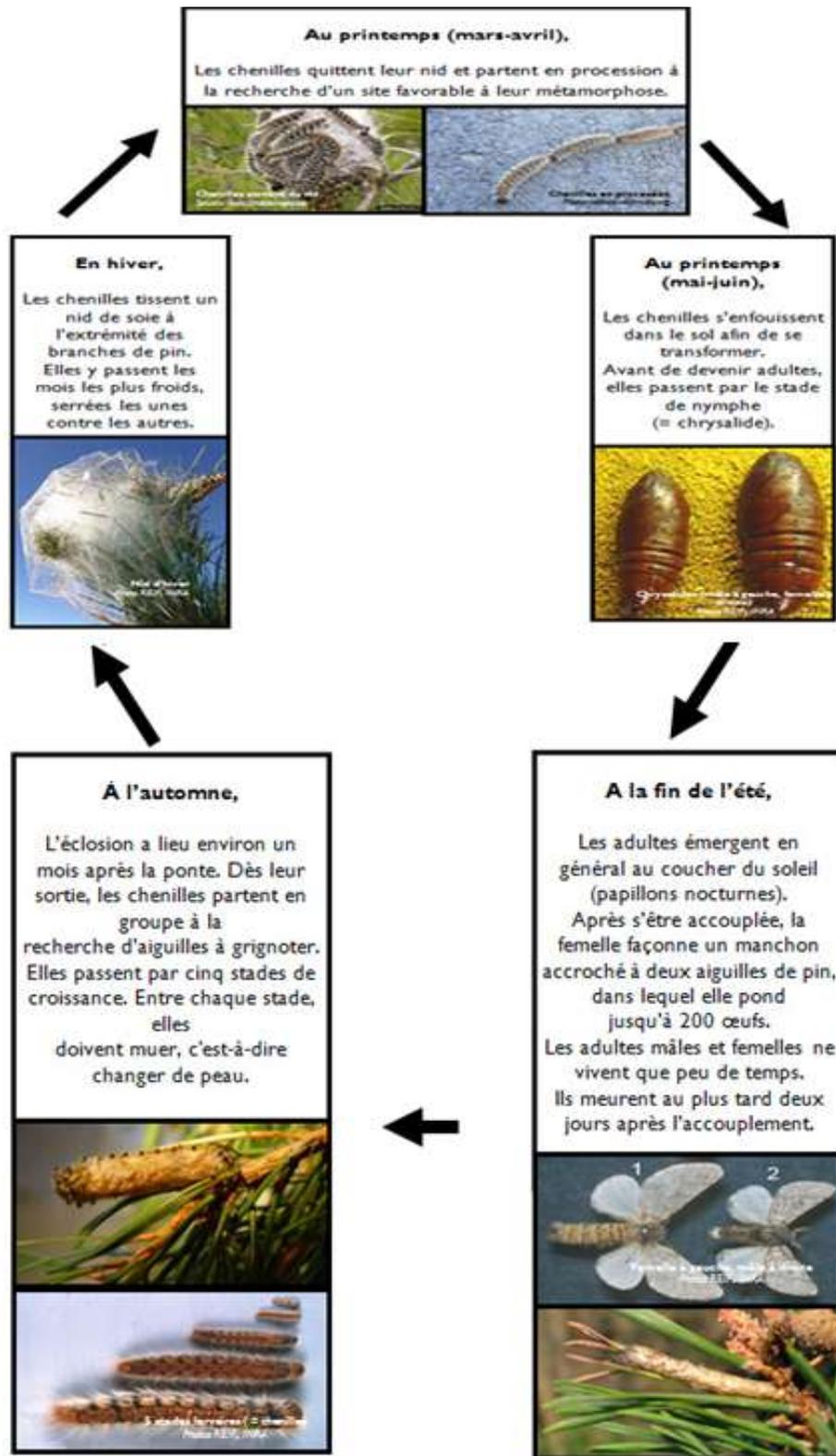


Figure 5 : Cycle biologique simplifié de la chenille processionnaire du pin (Riviere, 2011).

6. Nuisances et dégâts :

La processionnaire du pin s'attaque à toutes les espèces de pins, ainsi qu'occasionnellement aux cèdres. Mais les chenilles processionnaires du pin ne sont pas uniquement nuisibles pour la forêt. Des problèmes sanitaires liés aux poils urticants sont à signaler chez les animaux (chiens, chevaux) et chez l'Homme.

Végétaux ciblés

La processionnaire du pin s'attaque à toutes les espèces de pins présents en France, ainsi qu'occasionnellement aux cèdres. Son comportement alimentaire a permis l'établissement de ses préférences pour certaines essences dont l'ordre est le suivant (Démolin, 1969c) :

1. pin noir d'Autriche (*Pinus nigra* subsp. *nigricans* Host) ;
2. pin laricio de Corse (*Pinus nigra* subsp. *laricio* Poiret) ;
3. pin laricio Salzmann (*Pinus nigra* subsp. *clusiana* Clem) ;
4. pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.) ;
5. pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) ;
6. pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ;
7. cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Carr.) ;
8. cèdre du Liban (*Cedrus libani* Rich.).

Plusieurs paramètres entrent dans cette classification. Le premier (le diamètre des aiguilles) est un critère de ponte pour la femelle (Démolin, 1969a). Une étude plus récente a montré que ce classement était dû aussi à des composés volatils émanant des aiguilles, comme le limonène (Tibéri et al., 1999).

6.1. Attaque des arbres

Dès leur éclosion, les chenilles processionnaires du pin commencent à se nourrir des aiguilles de leur hôte (figure 6). Ces attaques ont deux conséquences néfastes :



Figure 6 : la défoliation des arbres (Baghloul djillali 2014)

- La première est directe : la défoliation provoque des pertes de croissance et une diminution du pouvoir photosynthétique.
- La seconde peut conduire à la mort par un affaiblissement de l'arbre, donc une vulnérabilité plus importante aux attaques d'autres insectes xylophages.

6.2. Nuisances pour l'Homme et les autres animaux

Les chenilles processionnaires du pin ne sont pas uniquement nuisibles pour la forêt. Des problèmes sanitaires, liés aux poils urticants, sont à signaler chez l'Homme et les animaux. Ils surviennent lorsque ces poils commencent à apparaître, dès le troisième stade larvaire. Les poils urticants sont libérés dans l'air dès que la chenille se sent menacée. Ces poils peuvent être transportés par le vent (Werno et Lamy, 1990). Une enquête épidémiologique menée sur la façade atlantique a montré que 70 % des contaminations avaient lieu en forêt (Ducombs *et al.*, 1979).

Il faut noter que les poils sont très présents dans les nids d'hiver, et ce même après plusieurs années. Manipuler des nids même vides est donc dangereux.

On peut distinguer quatre types de trouble (Werno et al., 2002) :

1. **cutané** : (mains, bras, visage, cou) : démangeaisons, voire un œdème qui peut mettre jusqu'à deux semaines à disparaître (figure 7) ;
2. **oculaire** : si les poils ne sont pas enlevés rapidement, ils peuvent entraîner de graves conséquences : glaucome, cataracte... ;

3. **respiratoire** : une petite gêne peut se faire sentir et même dans certains cas une crise d'asthme.

4. **allergique.**



Figure 7 :Nuisances pour l'Homme (Baghloul djillali 2014)

Les animaux les plus exposés aux risques liés à la processionnaire du pin sont les chiens et les chevaux. Le symptôme le plus souvent rapporté est la nécrose de la langue, qui peut parfois s'accompagner d'œdèmes des babines et de vomissements (Arditti et al., 1988).La principale mesure de prévention consiste à limiter l'exposition aux poils de chenilles :

- éviter d'aller sous les arbres porteurs de nids ;
- ne pas toucher les chenilles ou leurs nids ;
- éviter de se frotter les yeux en cas d'exposition ;
- ne pas laisser jouer les enfants à proximité d'un arbre atteint ;
- éloigner les animaux de compagnie ;
- porter des vêtements protecteurs si l'on se rend malgré tout dans les zones infectées.

7. Stratégie d'avertissement et lutte contre la processionnaire du pin

7.1 Surveillance :

Procéder à délimiter les stations en tenant compte de tous les paramètres pouvant influencer sur la dynamique de population du papillon (altitude ; exposition ; topographie ; structure de peuplement...).

7.1.1 Enquête d’infestation :

Elle porte sur la présence et le nombre de nids d’hiver observé sur 100 arbres. Ces données seront reportées sur une fiche d’exploitation ou on va déterminer le taux d’infestation. Prendre en considération de ne pas confondre les nids d’hiver de l’année avec des pré-nids des l’année ou les nids de l’année précédente.

Tableau 4 : Echelle d'evaluation du taux d'infestation (Baghloul djilali.2014)

Echelle d’évaluation		
Niveau	Peuplements ouverts	Peuplements fermés
1 (nulle)	un nid	1 ou 2 nids
2 (légère)	deux nids	3 à 6 nids
3 (moyenne)	3 ou 4 nids	7 à 10 nids
4 (grave)	05 et plus de nids	plus de 10 nids



Figure 8: Un arbre de cèdre de l’Atlas gravement infecté (Baghloul djilali.2014)

7.1.2 Enquête de défoliation :

En plus du comptage de nids d’hiver sur les 100 arbres sélectionnés, il est nécessaire de noter au moment des processions le taux de défoliation causé par larves de la chenille processionnaire du pin et reporter les données sur une fiche d’exploitation (voir annexe).

Tableau 5 : Echelle d'évaluation du taux de défoliation (Baghloul djillali 2014)

Niveau	Echelle d'évaluation
1 (nulle)	(10%), défoliation tolérable
2 (légère)	(25%), défoliation légère sur certaines parties de l'arbre
3 (moyenne)	(25-50%), défoliation moyenne sur la totalité de l'arbre
4 (grave)	(+ de 50%), défoliation grave sur la totalité de l'arbre.

7.2 Méthodes d'avertissement :

Les techniques d'avertissement nous permettent de déterminer la date propice pour traiter et obtenir ainsi un impact sur le plus grand nombre des larves possible.

7.2.1 Capture des papillons :

L'utilisation des pièges à phéromones nous renseigne sur la durée de l'émergence des papillons et le nombre de papillons capturés ainsi nous pouvons établir une courbe d'envol des papillons et déterminer la date de calage du cycle et situer à l'avance les périodes minimales et maximales pour la lutte contre ce ravageur.



Figure9: Piège à phéromone

7.2.2 Suivi des pontes :

7.2.2.1 Observation des éclosions au laboratoire :

- On récolte 100 pontes par station d'observation à compter de la date où 50% des papillons ont été capturés.

-Ces pontes seront mises de préférence dans des tubes à essai ou des flacons bouchés avec du coton fin. Chaque flacon ou tube ne contiendra qu'une seule ponte.

- Les pontes seront mises à l'abri du soleil et à l'extérieur dans des conditions proches de celles de la nature.

-Dès qu'un œuf a éclos (première larve) la ponte est considérée comme éclosie et l'on écarte le tube du restant ainsi on saura automatiquement le pourcentage d'éclosion.

- Une fois l'éclosion terminée, nous exploitons ce travail par l'obtention de :

- Nombre moyen d'œufs par manchon qui nous renseigne sur la fécondité de la processionnaire du pin.
- Nombre moyen d'œufs éclos.
- Taux de parasitisme.

- Les résultats seront portés sur des fiches signalétiques.

Le parasitisme est un élément primordial en tant que facteur régulateur des populations de ravageur des forêts. Son étude si elle est faite sur plusieurs années, nous permettra de connaître le taux de parasitisme et son évolution dans les différents reboisements et peuplements naturels.

Une telle étude permettrait d'orienter le traitement vers les zones où le taux de parasitisme est très faible.

7.2.2.2. Observation des pontes sur le terrain :

Dans les placettes où ont été recueillies les pontes pour observation au laboratoire, on doit marquer 5 à 10 pontes sur des arbres au moyen d'une bande étiquette visible (par exemple du ruban de couleur). Ainsi on pourra 2 à 3 fois par semaine vérifier les éclosions sur le terrain.

L'avertissement basé sur le suivi des pontes au laboratoire et sur le terrain permet de mieux préciser les dates de traitement.

7.2.3 Études des différents stades larvaires :

Faire des échantillonnages justes avant l'intervention afin de définir la phénologie de l'insecte. Le triage des chenilles de 10 colonies par station suffirait pour déterminer le pourcentage représentant les différents stades larvaires. Ces données seront reportées sur la fiche d'exploitation.

8. Méthode de lutte

Ils existent plusieurs techniques de lutte contre la processionnaire du pin :

8.1 La lutte mécanique

Son importance en terme de surface traitée est très faible cependant cette technique est très utilisée pour des interventions ponctuelles sur des arbres isolés, sur les forêts de loisir et sur des jeunes arbres ne dépassant pas 2,5m de hauteur.



Figure10: échenillage au parc national de Theniet El Had, (Baghloul djilali.2014)

Elle consiste à prélever les pontes, les pré-nids et les nids d’hiver à l’aide d’un échenilloir.

Dans ce dernier cas, il est nécessaire de protéger la peau, les yeux et les voies respiratoires de l’intervenant contre les poils urticants en utilisant un équipement adapté.

Malgré l’existence de ces méthodes éprouvées, la mise en œuvre de plans de traitements reste difficile et couteuse sur de grandes surfaces.

Tableau 6 : Avantages et inconvénients de la lutte mécanique (MORSLI, 2005)

	collecte de pontes	collecte des pré-nids	collecte des nids d’hiver
Epoque	Pendant l’été	Fin d’été et début automne	Janvier-Février
Avantages	Se fait avant la production des dégâts	Intervention avant que les dégâts ne soient important	Pas d’avantage
Inconvénients	Repérage difficile des manchons et nécessite une main d’œuvre qualifiée	Période de l’intervention est courte	L’intervention vient en retard ; dégâts déjà important
Propositions	les pontes récoltées doivent être déposés dans des endroits loin des plantations	cette technique reste intéressante, car elle peut suivre la première opération	cette méthode est à délaissier vu les pertes qui peuvent être causé sur la biomasse



Figure11: Incinération des branches infectées, (Baghloul djilali.2014)

8.2 Lutte chimique

Très utilisée jusqu’au début des années 90, de nos jours elle se limite à des interventions de faible ampleur ou de rattrapage. L’insecticide utilise dans ce cas est généralement à base de Diflubenzuron (Dimilin), il agit d’une manière nette et radicale pendant tous les stades larvaires de la chenille processionnaire, c’est un inhibiteur de croissance qui perturbe le processus de mue larvaire, et provoque la mort des larves. Les avantages et les propriétés de cet insecticide sont illustres dans le tableau suivant :

Tableau 7 : la sélectivité et avantages du Dimilin (MOSLI ,2005)

Sélectivité	Avantages
Il n’agit pas sur les adultes.	activité spécifique sur les chenilles.
N’est pas toxique.	Très grande efficacité.
Sans effet sur les abeilles.	Resistance au lessivage.
Il est rapidement dégradé dans le sol	possibilité de l’appliquer depuis les premières éclosions jusqu’à des stades larvaires avancés.

Malgré ces avantages, SBABDJI (1997) indique à ce propos que l’utilisation des produits chimiques en milieu forestier reste prohibée en raison de leur impact sur les composantes des écosystèmes naturels.

8.3 Lutte microbiologique

Le moyen le plus utilisé est un produit à base de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki qui est très efficace, il ne détruit pas la faune utile (DEMOLIN & MILLET, 1981). Ce produit agit par ingestion, les chenilles qui l'avale durant la prise de nourriture subissent des complications digestives et meurent.

Actuellement, seuls les trois premiers stades sont généralement visés par ce type de traitement ; mais le BtK est aussi efficace contre les larves du stade L4, voire même, début du stade L5 (MARTIN et MAZET, 2001).

Ces traitements ont pour but de maintenir des populations d'insectes ravageurs forestiers à un seuil optimal de nuisibilité.

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES

PARTIE I. ETUDE DU MILIEU

1. PRESENTATION

1.1 Localisation :

Le Parc national de Theniet El Had est un massif forestier occupant les deux versants du Djebel El Meddad (Montagne des cèdres).

Il est situé à 02 km au sud ouest de la ville de Theniet El Had. Il est partie prenante de l’Ouarsenis. Ensemble, ils constituent la chaîne

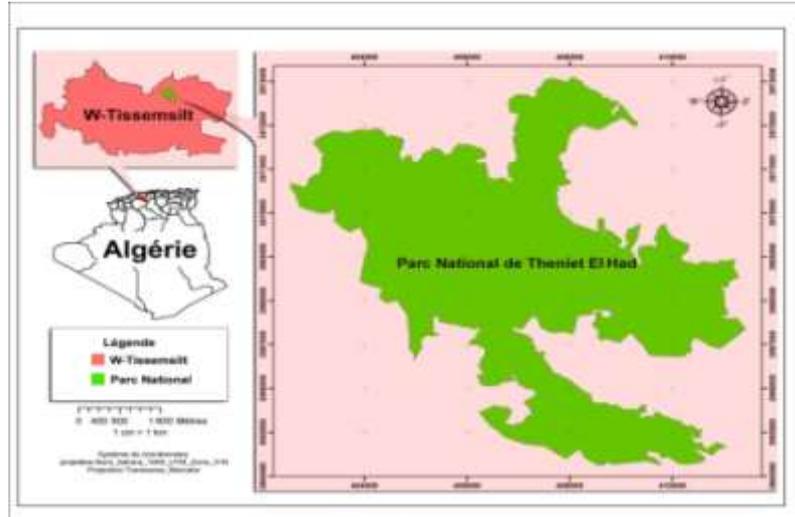


Figure 22: Situation du Parc National de Theniet El Had (Baghloul djillali 2014)

Sud de l’Atlas tellien.

L’Ouarsenis est le principal chaînon du Tell occidental situé entre :

- Les Monts de Béni Chougrane à l’Ouest,
- Les Monts de Titteri à l’Est,
- La vallée du Cheliff au Nord
- Le Sersou au Sud

Le Parc se situe entre les coordonnées géographiques : 35° 49’ 41’’ et 35° 54 ’04’’ de Latitude Nord et 01° 52’ 45’’ et 02° 02’ 04’’ de Longitude Est.

1.2 Description, superficie et voies d’accès :

1.2.1 Description :

Le massif montagneux du Djebel El Meddad comporte trois ramifications principales : Nord, Sud et Ouest. De point de vue hydrométrique, l’existence de nombreux Kefs et Talwegs orientés dans tous les sens induit un relief extrêmement accidenté. Le point culminant du parc est “Ras El Braret” avec 1.787 m d’altitude. Le point le plus bas est à 853 m, soit une altitude moyenne de 1.320 m.

Le parc présente de nombreux escarpements rocheux spectaculaires qui peuvent atteindre 100 m de haut. Le peuplement forestier représente les $\frac{3}{4}$ de la superficie totale du parc, le reste est à l'état de maquis.

1.2.2 Superficie et limites :

Initialement le parc a été créé sur une superficie de 1500 ha, puis en 1983, sa superficie est passée à 3.424 ha suite à l'étude effectuée par Lescomplekt (**LESCOMPLEKT, 1983**).

Les limites de l'aire protégée sont matérialisées par des bornes numérotées de 01 à 558.

1.2.3 Voies d'accès :

Pour rejoindre le parc national de Theniet-el-Had, plusieurs accès routiers sont disponibles. On en cite principalement :

- L'accès desservant du côté Nord ; la route nationale N° 14 en passant par la ville de Theniet.El.Had;
- L'accès desservant le côté Sud venant de la Wilaya de Tissemsilt (continuité de la R.N 14)
- L'accès desservant le côté Ouest venant de la wilaya d'Ain Defla, la R.N 65. Cette même route relie aussi la ville de Theniet El Had à la wilaya de Médéa par le côté Est.
- L'accès desservant du côté Sud-ouest venant de la commune de Sidi Boutouchent. Le prolongement de ce chemin de wilaya N°65 relie aussi le parc national au parc régional de Ain Antar, menant jusqu'à la wilaya de Chleff.

2. MISSIONS FONDAMENTALES

Les missions du parc national telles que consignées dans le statut type des parcs nationaux, peuvent être regroupées en trois axes suivants :

2.1 Protection de la nature

- La conservation des données naturelles existantes dans un degré maximal ;
- La création de conditions biologiques plus favorables au développement et la reproduction de la faune et la flore ;
- La prévision d'une réglementation des facteurs pouvant détruire l'équilibre des conditions naturelles et avoir pour effet la dégradation du milieu biophysique.

2.2 Etude et recherche

- Création des conditions de motivation des chercheurs à venir porter leur contribution ;
- Mise en place de moyens de travail ;
- Constitution d'une banque de données scientifiques relative à l'aire protégée.

2.3 Récréation et tourisme

Promouvoir un tourisme cognitif et réserver des endroits au sport de montagne et autres disciplines à vocation récréative.

3. MILIEU ABIOTIQUE

3.1 Climat

Les influences continentales méridionales dans l’Ouarsenis sont fortement affaiblies par les reliefs du Tell littoral et par la plaine intérieure du bas de Cheliff, mais grâce aux importants reliefs, la pluviosité reste notable au cœur de l’Ouarsenis (plus de 600 mm/an) (ZEDEK. M, 1984). Actuellement la station météorologique du parc national de Theniet-el-had ne fonctionne pas, ainsi nous sommes basés sur les données enregistrés par SELTZER (1946).

3.1.1 Les précipitations

La répartition des précipitations le long de l’année joue un rôle important sur la dynamique de la végétation.

La quantité moyenne des pluies obtenue dans le parc national de theniet-el-had après extrapolation est de :

- Ville de Theniet-el-had (1160m), P = 628 mm.
- Parc national de Theniet-el-had (1570m), P = 792mm.

Les données pluviométriques du parc national sont corrigées à partir de la station de Theniet-el-had, soit un coefficient de correction : $792/628= 1,26$. On multiplie par 1,26 toutes les moyennes mensuelles de la station de Theniet-el-had enregistrées par SELTZER (1946).

Tableau 8 : Les précipitations mensuelles(mm) parc extrapolation, du parc national de Theniet El Had pour la période 1913- 1938 (Baghloul djillali 2014)

Mois	Altitude (m)	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	septe	octo	nove	déc
P(mm)	1570	112	96	88	64	71	30	9	9	51	64	93	105
Nombre de jours de pluie		11	11	11	7	7	4	2	7	6	7	12	10

3.1.2 Les températures

Les températures jouent un rôle primordial dans la répartition spatiale des organismes vivants. Chaque espèce tolère une gamme de température dont les valeurs minimales et maximales définissent ses limites écologiques.

Tableau 9 : Les températures mensuelles maximales, minimales et moyennes du PNTEH relatives à la période 1913 -1938 (Baghloul djillali 2014)

Mois		Jan	fév	mars	avr	mai	juin	jui	août	sep	oct	nov	déc
station Parc National de Theniet El Had	M (°C)	6,3	7,4	10,1	13,6	18,0	24,8	28,7	29,1	23,0	17,2	10,9	6,9
	m (°C)	-1,4	-0,4	2,4	4,4	7,9	11,9	14,3	14,7	11,8	7,8	2,5	0,6
	(M+m) /2 (°C)	2,5	3,5	6,3	9,0	13,0	18,4	21,5	21,9	17,4	12,5	6,7	3,75

Durant le mois d’août est enregistrée la plus grande température maximale (**29,1 °C**), tandis que, la plus basse température minimale (**- 1,40°C**) est enregistrée pendant le mois de Janvier.

3.1.3 Les vents :

Les vents qui prédominent la région en toute saison, sont de nature et d’ordre Nord-ouest d’origine océanique. Le détail des différentes origines de vent à travers la région de Theniet.El.Had se résume dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Direction des vents dans le parc (Baghloul djillali 2014)

Station	Direction des vents en %								Total
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Theniet.El.Had	15	08	01	07	11	12	15	31	100

3.1.4 Le sirocco :

Caractérisant les vents d’été venant du désert, ce vent atteint la région du parc national venant du sud, avec une durée assez longue de 21 jours coïncidant avec la période sèche des mois de juin à août.

3.1.5 L’humidité relative :

Elle augmente pendant la nuit en compensant la perte d’eau en jour. Cette humidité est enregistrée dans la région de l’aire protégée du mois de décembre à mai qui diminue progressivement. Le tableau ci-après fait ressortir l’importance de l’humidité relative en durant la journée à travers l’année : qui se trouve en mois de Novembre au milieu de la journée. SELTZER, 1946)

Tableau 11 : Répartition de l’humidité relative dans le parc (Baghloul djillali 2014)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
07A.M	78	79	69	65	64	49	55	69	62	86	88	72
13 P.M	64	62	51	48	46	35	39	49	71	72	73	56
18 P.M	75	72	62	58	58	44	49	64	70	81	85	67

3.1.6 L’enneigement :

Selon SELTZER (1946), la durée moyenne d’enneigement dans la région de Theniet.El.Had est de 22 jours mais elle n’est pas toujours régulière.

3.1.7 Synthèse climatique :

3.1.7.1 Diagramme ombrothermique de BAGHOULS et GAUSSEN (1953) :

Selon ces deux auteurs, un mois est considéré comme sec, lorsque le total des précipitations mensuelles est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuel de ce même mois.

Soit : $P \leq 2T$

P : précipitations mensuelles (mm) ;

T : températures moyennes mensuelles (°C)

Pour calculer les variantes du diagramme propre au parc, on est amené à faire des extrapolations des températures et précipitations énumérées dans les tableaux(1 et 2) :

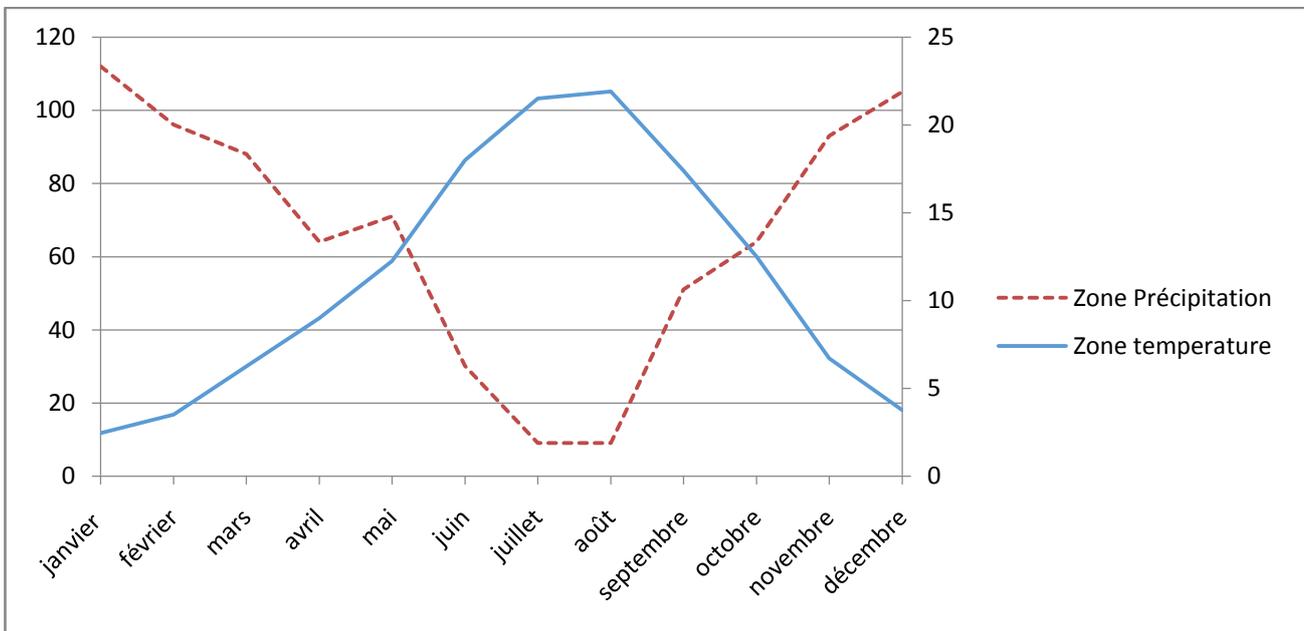


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN du Parc National de Theniet El Had

La période sèche de l’année au cours de la quelle le stress hydrique serait en vigueur correspond à la période qui s’étale du mois de Juin jusqu’au mois de Septembre, soit trois mois de sécheresse.

3.1.7.2 Climagramme d’EMBERGER :

Le climagramme d’EMBERGER permet de déterminer l’étage bioclimatique auquel est soumise une station donnée, par l’utilisation de trois facteurs fondamentaux :

- Les précipitations annuelles P (mm).
- La température maximale du mois le plus chaud « M » en °C
- la température minimale du mois le plus froid « m » en °C

Calculer le quotient d'EMBERGER « Q² » suivant la formule de Stewart (1969)

$$Q^2 = 3,43 \times P / (M-m)$$

Pour le parc national de Theniet-el-had la valeur du Q² est de **89,07**. Rapportée sur le climagramme, cette valeur classe le parc national dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid.

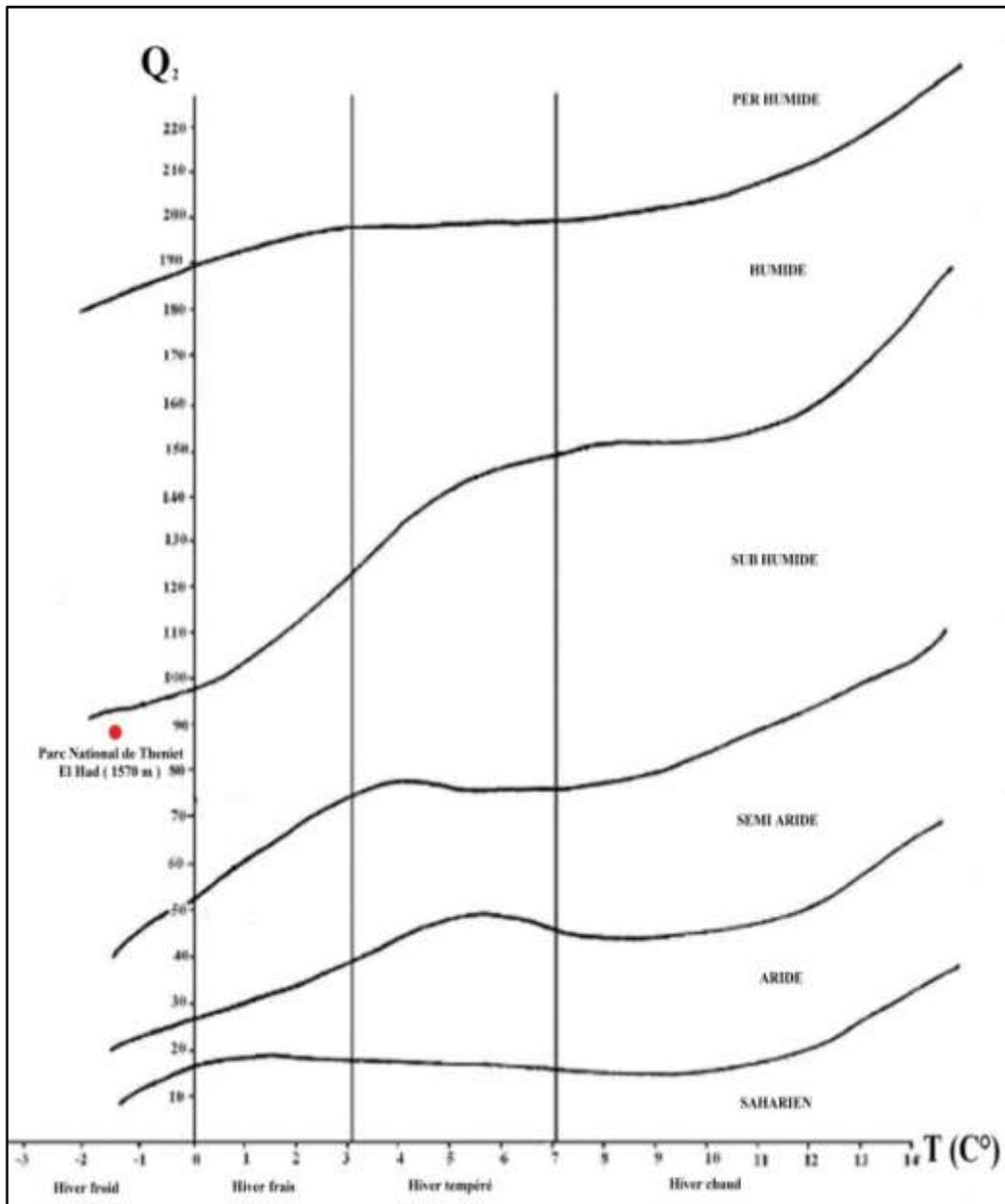


Figure 14 : Courbe ombrothermique du parc national (Baghloul djillali 2014)

3.2 RELIEF ET GÉOLOGIE:

3.2.1 Relief:

Le territoire du parc national est situé dans le massif montagneux de djebel el Meddad englobant trois ramifications principales (Nord, Sud et Ouest). (BATEL, 1990).

Le relief est caractérisé par la présence de deux versants principaux, un versant Nord très abrupt avec des pentes fortes et un versant Sud où le relief est moins accidenté (Hadji.1998).

3.2.2 Altitude :

Le territoire du parc est compris entre des altitudes réparties entre les deux principales expositions :

- Au versant Nord : le massif forestier culmine à 1.787 m (Ras El Braret) et descend jusqu'à 853 m au niveau du oued Mouilha dans le canton Djouareb.
- Au versant Sud : on descend d'une altitude supérieure qui est le pic de « Ras el Braret » à 1.787 m vers la basse altitude à 968 m représentée par oued EL Ghoul, appartenant au canton Fersiouane à la limite de la RN14 du côté Sud.

3.2.3 Pente :

Suivant les deux versants du parc, les fortes pentes sont du côté Nord estimées en moyenne à 40° d'inclinaison (exception faite pour le canton Pépinière où la pente dépasse guère 15°). Le versant Sud par contre présente des pentes plus ou moins fortes (25° au maximum).

3.2.4 Substrat géologique :

Selon (MATAUER ,1958), le parc national est localisé sur des grès numidiens qui forment l'ossature du massif dont les importantes falaises gréseuses dominent toujours sur un substratum formé de Crétacé et de Tertiaire très marneux (Miocène) fortement raviné. A coté des grès à ciment calcaire ou gréseux facilement altérables, existent très localement des calcaires durs et des substrats meubles marneux ou des colluvions du Quaternaire. (SARI Dj, 1977)

3.2.5 Pédologie :

Selon l'étude Bulgare (1984) dans la cédraie, prédominent trois classes de sols :

- **Les sols peu évolués** du groupe d'apport colluvial. Ils sont formés par des matériaux argilo-sablonneux mélangés à des morceaux de roches particulièrement de grès en quantité et dimensions très variées allant de 01 cm à 02 m.

- **les sols minéraux bruts d'érosion** se trouvent sur les crêtes sommitales, les lithosols y prédominent sur des grès. Ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère et sont peu profonds.
- **Les sols bruns lessivés** qui sont localisés dans les grandes clairières et pied monts en général où les pentes sont très faibles.

3.2.6 L'érosion :

Comme dans tous les reliefs élevés des régions méditerranéennes, les nombreux facteurs tant physiques qu'humains font de l'Ouarsenis une région de forte érosion (SARI Dj, 1977). Dans le Parc, il a été relevé :

- Sur le versant Nord, au bassin versant d'Oued Zeddine occupé de peuplements de cèdre, malgré la présence de pentes difficiles, le processus érosif n'est pas important. Seulement dans la partie périphérique Est et Ouest où les peuplements sont bien clairs, il y'a de l'érosion en nappe très active.
- Le versant Sud est occupé par des peuplements rabougris et dont les surfaces libres sont couvertes de végétation arbustive et herbacée, dans les parties les plus à l'Ouest et où la végétation est anéantie par le pacage, l'érosion en nappe est plus active.
- Les surfaces de la crête principale sont couvertes de végétation feuillue, arbustive et herbacée, l'érosion n'y a pas une importante pratique.
- Dans toute la région du Parc, il n'y a pas d'érosion en stries. Les formes érodées anciennes sont couvertes de végétation où se sont transformées en ravins à relief calme et arrondi.

Les constatations ci-dessus, permettent de conclure que le processus érosif dans le parc n'est pas très actif. Ainsi, sur les surfaces réduites du terrain à manifestation active d'érosion en nappe, doit être implantée une végétation suffisante en vue d'une protection plus adéquate du sol.

3.2.7 Hydrologie :

3.2.7.1. Les oueds :

A la périphérie du Parc, existent deux oueds permanents :

- Oued El Mouilha au Nord Est du parc
- Oued El Ghoul au Sud du parc

Dans cette zone existe un réseau hydrique très ramifié et souvent temporaire. Il est très souvent fortement encaissé et se termine par un ravinement dense.

3.2.7.2. Les sources :

Le parc national de Theniet El Had est riche de 52 sources dont une grande partie est ferrugineuse. Il y a lieu de relever à ce niveau, les sources les plus importantes du point de vue débit et qualité.

- Source d'Ain El Harhar (canton Rond-Point)
- Source de Djedj El Ma (canton Ourten)
- Source de Toursout (canton Pré Benchohra)
- Source d'Ourten (canton Ourten)
- Source d'Ain Guigueb (canton Rond-Point)
- Source d'Ain Kinia (canton Fersiouane)

3.2.7.3 Les étangs :

Les étangs temporaires sont une particularité du parc national de Theniet El Had. Ils s'assèchent généralement à partir du mois de juillet. Cependant, la retenue collinaire de Sidi Abdoun est permanente. Le tableau suivant résume quelques données sur les plus importants étangs.

Tableau 12 : Données sur quelques étangs. (Baghloul djillali 2014)

Nom de l'étang	Surface m ²	Volume m ³
Sidi Abdoun	28041	22433
Djedj El Ma haut	779	467,5
Djedj El Ma bas	855	385
Rond Point bas	735	331
Rond Point haut	1133,5	850
Guelmam Pépinière	227	91
Guigueb	177	79,65

4. MILIEU BIOTIQUE :

Le milieu biotique (**Habitat naturel, faune et flore**) du parc national est représenté par une interaction cyclique et permanente dans le temps et selon les aléas naturels et anthropiques qui sévissent.

Les écosystèmes naturels ou Habitats sont représentés par 03 grandes ensembles de biotopes (Formation végétale : les peuplements forestiers, la formation rupestre : rochers, falaises et dalles rocheuses et la formation lacustre : étangs, mares herbeuses, petites rivières, ruisseaux, retenue collinaire, et oued).

4.1 FLORE :

Sur le plan richesse floristique et valeur patrimoniale, le parc national englobe une diversité floristique riche et rare. Depuis 1953 jusqu'à ce jour, plus de 600 espèces végétales entre végétaux supérieurs (arbres, arbustes, arbrisseaux et herbacées) et inférieurs (mousses, lichens et champignons) ont été inventoriées dont 69 protégées. Des espèces rares comme l'orchis bouffon, l'ophrys guêpe, et l'orchis singe y sont signalées.



Figure 15: l'ophrys guêpe (Baghloul djillali 2014)

4.1.1 Les types végétaux :

Les grands types végétaux déterminés et connus dans l'aire protégée sont :

4.1.1.1 La Cédraie:

Elle occupe le versant Nord, le recouvrement des peuplements est très important (70-80%). Dans cette strate, la densité est très élevée (200 pieds /ha); c'est une cédraie pure constituée de hautes futaies moyennant 30 m de haut. Le nombre de pieds augmente avec l'altitude et finit par diminuer sur la plus part des crêtes en mélange avec le chêne zeen (*Quercus faginea*) accompagnés avec d'autres espèces buissonnantes (*Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*, *Rubus fruticosus*,...). La moyenne d'âge est située entre 125-135 ans.

Sur le versant Sud: Le recouvrement est de l'ordre de 60-70% soit 16-18 m de hauteur moyenne, avec un sous bois assez dense de *Calycotum spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Cistus salvifolius*, etc.

La superficie globale est estimée à 1000 ha.

4.1.1.2 La yeuse :

Des futaies âgées caractérisent le Rond Point. Généralement dans les basses altitudes, une dominance des formations buissonnantes et épineuses, avec un faible degré de recouvrement, est relevée. La hauteur moyenne est de l'ordre de 08 m. Le sous bois est

composé surtout de *Calycotum spinosa*, *Ampelodesma mauritanica*, *Scilla bulbosa*, *Genista scorpius*, *Lavandula stoeckas*, des Cistes.

La superficie globale est estimée à 1000 ha.

4.1.1.3 La Subéraie:

Le degré de recouvrement des arbres est en moyen de 60-70%, une hauteur moyenne de 10-12 m. Elle se représente à l'état de taillis en mélange avec quelques espèces comme *Quercus ilex*, *Calycotum*, *Genista tricuspidata*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna* et *laciniata*, *Juniperus oxycedrus*, etc.

La superficie globale est estimée à 640 ha.

4.1.1.4 La Zeenaie:

On la trouve dans quelques stations peu étendues, le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord, les 2/3 restent en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis. Le peuplement pur de Chêne zeen est pour ainsi dire rare, soit il est en mélange avec le cèdre surtout sur le versant Nord ou avec le Chêne liège et chêne vert sur le versant Sud pour constituer une chênaie mixte.

4.1.1.5 La pinède :

Elle s'étend sur une superficie de 760 ha, caractérisé par de vieilles futaie, occupant principalement les basses altitudes du versant Nord du canton Guerouaou. Cependant, à la faveur du réchauffement climatique, plusieurs poches sont entrain de se développer dans l'air même du cèdre (Guerouaou) et des chênes (Sidi-Abdoun).

4.1.1.6 Autres :

Des espèces sont à relever même si elles ne forment pas de peuplements individualisés. Il s'agit du pistachier de l'Atlas que l'on retrouve sur substrat d'éboulis au niveau du versant Nord (Rond-Point, Guerouaou, Pépinière) et le long des cours d'eau (Sidi-Abdoun, Fersiouane, Ourten).

Le frêne commun forme des petits bouquets très isolés (Pépinière, Rond Point et Toursout).

Le genévrier oxycèdre est présent en strate dominée à travers tout le parc national.

Des espèces autochtones rares sont aussi à signaler : pin des canaries, orme, prunier sauvage, érable de Montpellier, Merisier,...

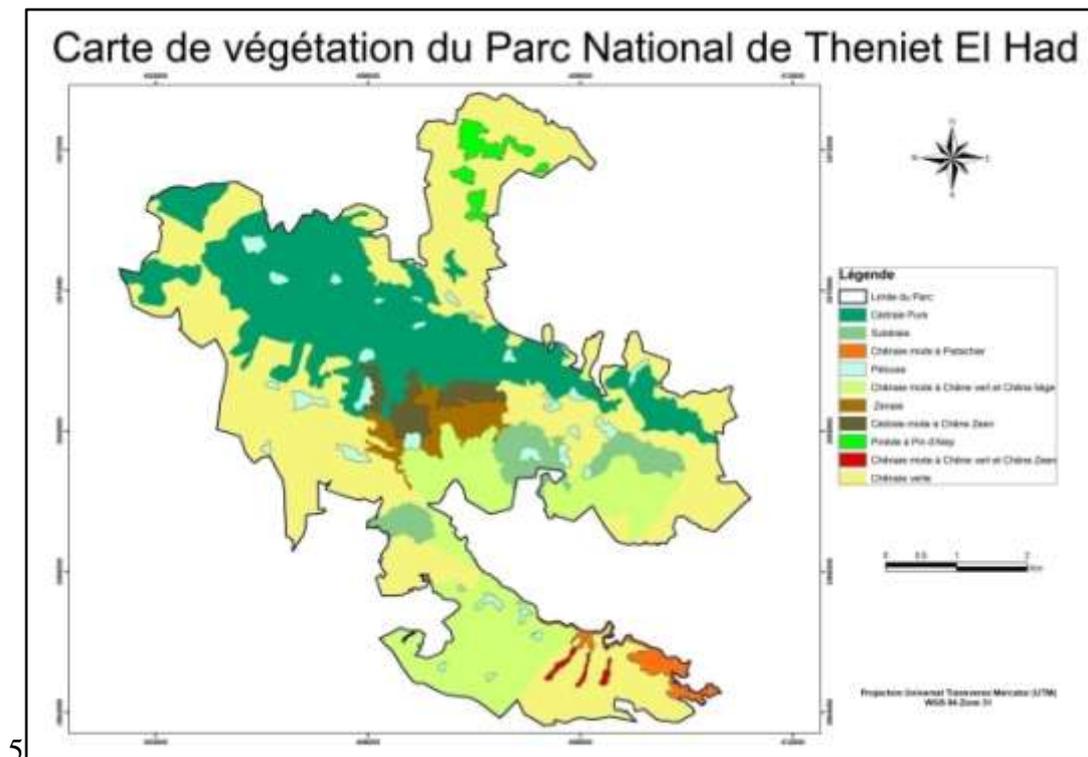


Figure 16 : Carte de végétation du parc national de Theniet El Had (Baghloul djillali 2014)

4.2 Diversité floristique :

Le parc national de Theniet.El.Had renferme une diversité floristique impressionnante allant de la strate arborée jusqu'au tapis herbacé. Un grand nombre de familles très connues en botanique est recensé dont la majorité sont représentées par : les astéracées, les papilionacées, les liliacées, les apiacées, les labiacées, les orchidées, les cistacées, les poacées, les crucifères, les caryophyllacées, les renonculacées.

En versant Nord, les peuplements du cèdre sont en mélange au chêne vert (partie inférieure) et au chêne zeen (partie supérieure jusqu'aux crêtes), sauf au niveau du canton Pépinière où on trouve la cédraie presque pure.

En versant sud, contrairement, le cèdre domine les hauteurs avec le chêne zeen et est clairsemé dans la partie inférieure laissant la place au chêne vert avec le chêne liège jusqu'au canton Fersiouane où également on trouve du pistachier et du frêne.

Le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) essence subordonnée et quant même rare, se rencontre par pieds à travers la cédraie sur les deux versants.

Les inventaires floristiques menés ont permis de recenser 608 espèces végétales entre phanérogames (angiospermes, gymnospermes), et cryptogames (thallophytes, bryophytes et ptéridophytes) dont 62 protégées et 10 endémiques algériennes. Il existe encore plusieurs espèces surtout herbacées qui restent à identifier et qui dénotent de la grande richesse du parc.

4.2.1 Les champignons :

Les champignons du parc sont en nombre de 37 espèces dont les plus fréquents sont rencontrés chaque année à travers toutes les zones du parc.

4.2.2 Les lichens :

Le parc national est riche de quelques 24 espèces de thallophytes inventoriées durant l'année 2005 dont 09 protégées.

4.2.3 Les mousses :

12 espèces de bryophytes ont été inventoriées durant l'année 1953 par un spécialiste français F. Jeleng. (*JELENG.F, 1953*).

4.3 FAUNE :

D'une grande richesse patrimoniale, la faune du parc national reste de loin le volet le moins étudié et le moins exploré. Presque 90% des études réalisées concernent le règne végétal.

4.3.1 Les mammifères :

L'inventaire faunistique du Parc a fait ressortir 19 taxons. La plus part sont déterminés au niveau de l'espèce. 21 espèces identifiées appartenant à 15 familles dont douze (12) sont protégées.

4.3.2 Les oiseaux :

Suite à une exploration écologique par l'ornithologue Mr. OCHANDO.B au niveau du parc national (*OCHANDO.B, 1987*) durant l'année 1987, 95 espèces d'oiseaux ont été répertoriées dont 29 protégées, parmi elles 60% sont nicheurs, ce qui indique la diversité des habitats offerts par le Parc national.

L'aire protégée de Theniet El Had est une étape de migration qui mène les oiseaux de leurs quartiers d'hiver en Afrique méridionale vers leur lieu de reproduction en Europe. Les travaux sur les oiseaux nicheurs en cédraie étant rares en Algérie, il serait intéressant de les approfondir.

4.3.3 Les insectes :

Plus de 300 espèces d'insectes ont été inventoriées dans le parc dont 31 protégées. La majorité appartient à l'ordre des coléoptères et hyménoptères.

4.3.4 Les reptiles et amphibiens :

La faune reptilienne du parc qui a été inventoriée durant l'année 2005 par un spécialiste

algérien en herpétologie, est riche de 18 espèces rencontrées à majorité non redoutables dont 07 protégées.

Parmi les amphibiens du parc qui ont été recensés par le même spécialiste, 05 espèces dont 01 protégée (*Triturus poireti*) les autres : la grenouille verte (*Rana saharica*), le crapaud commun (*Bufo mauritanicus*), la rainette verte (*Hyla meridionalis*), le discoglosse peint (*Discoglossus pictus*) rencontrés dans les mares, la retenue et les étangs.

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

1. Etude de la diatomite

Dans notre travail, nous nous intéressons à un matériau local appelé la diatomite, qui est plutôt abondant en Algérie. La diatomite est aussi appelée kieselguhr, c'est une roche sédimentaire siliceuse, poreuse et friable formée entièrement ou presque de "squelettes" de diatomées.

Les terres de diatomées ont été prélevées de la zone de Bider (Tlemcen en Algérie). La composition de ce matériau a été déterminée par Bounouira et al (2008) qui a montré qu'il contient le coesite HP, silicium dioxide (SiO_2) à 77 %, Magnesium Oxide (MgO) à 4.5 %, Potassium Oxide (K_2O) à 1.0 %, Calcium Oxide (CaO) à 6.8 %, sulfur (VI) oxide (SO_3) à 0.6 %, phosphorus (V) oxide (P_2O_5) à 1.0 %, iron(III) oxide, hematite HP (Fe_2O_3) à 4.1 %, Vanadium Phosphide (PV) à 0.4 %, Phosphorus Sulfide (P_4S_7) à 1.0 %, Titanium Oxide (TiO_2) à 0.2 %, Aluminum Oxide (Al_2O_3) à 2 %, Phosphorus (P) à 1,0 %, Sodium Oxide (Na_2O) à 0.4 %.

2. Activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire

L'objectif de cette étude est de tester l'effet insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire ravageurs très redoutés en écosystème forestier notamment le pin d'Alep.

Nous avons choisi d'étudier la chenille processionnaire en raison des dégâts importants qu'il provoque aux cultures forestières, particulièrement dans la Wilaya de Tissemsilt, les arbres du pin d'Alep ont été choisis comme modèle biologique à cette étude.

Pour étudier l'activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire, nous avons effectué nos essais au Laboratoire pédagogique de l'université de Tissemsilt.

2.1. Collecte des insectes et bio-essais dans le laboratoire

Les ravageurs *Thaumetopoea pityocampa* « chenille processionnaire » peuvent causer des dégâts importants pour les forêts du pin et même du cèdre. Nous avons choisi comme modèle biologique à cette étude le pin d'Alep, dans la wilaya de Tissemsilt, puisque c'est la région dans laquelle nous les avons trouvées en grande quantité.

Les chenilles, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Notodontidae) ont été collectées, suivant un échantillonnage aléatoire, au niveau du parc national de Thniet El Had- Tissemsilt. Peu de temps après, ces chenilles ont été transportées dans des boîtes en plastique contenant des aiguilles de pins, au laboratoire.

2.2. Tests insecticides

Les insectes ont été exposés à la terre de diatomées à différentes concentrations : 0.0 mg ; 5mg ; 7mg ; 9mg ; 11mg ; 13mg et 15mg/cm² sur du papier filtre dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre, contenant des aiguilles de pins pour assurer la nourriture des chenilles (Fig.17).

Toutes les chenilles expérimentales ont été mises en laboratoire à $24^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, nous avons contrôlé leur taux de mortalité toutes les 24h jusqu'à 120h d'exposition.

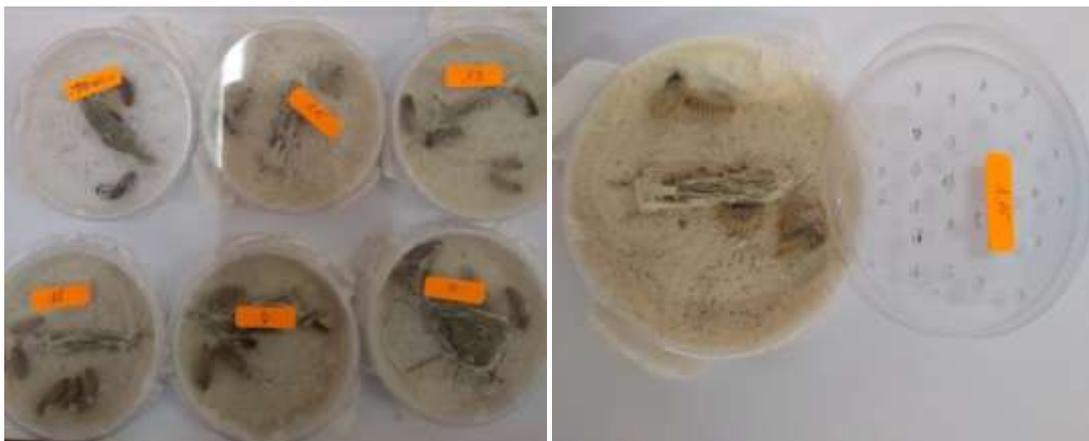


Figure 17 : Bio-essais contre les chenilles (original)

3. Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats

Une expérience biologique est une action, au moins partiellement contrôlée, sur tout ou une partie d'un matériel vivant, dont le résultat, décrit en terme quantitatif ou numérique, fait l'objet d'une interprétation (Lellouche et Lazar, 1974).

Les méthodes utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse de la variance (ANOVA) (analyse of variance), test de Tukey Kramer (HSD) et les concentrations létales (CL 90 et 50).

La mortalité a été calculée en regroupant le nombre des individus morts et vivants à chaque réplication (Dagnélie, 1975).

La mortalité des témoins était nulle et aucune correction n'était nécessaire.

L'analyse des mesures répétées a été réalisée par population, avec un traitement de terres de diatomée comme effet principal et la mortalité des adultes comme variable de réponse.

Les résultats obtenus ont été soumis au test de l'analyse de variance (ANOVA à 1 critère de classification). Lorsque cette analyse a révélé des différences significatives, elle a été complétée par le test de Tukey Kramer (HSD) au seuil $\alpha = 0,05$ (Sokal et Rohlf, 1995).

Nous avons calculé les concentrations létales pour connaître les concentrations de terres de diatomée qui ont déterminé les mortalités de 50% et 90% pour la population des Agriotes. Les analyses statistiques ont été réalisées avec logiciel SPSS.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTAT

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à un matériau local appelé la diatomite, plutôt abondante en Algérie. Les propriétés intéressantes des diatomites sont liées à leur structure physique qui forme un agrégat de fines particules perforées suivant un motif régulier de petits pores plus moins régulière, en forme de ruche d'abeilles (Figure 18).

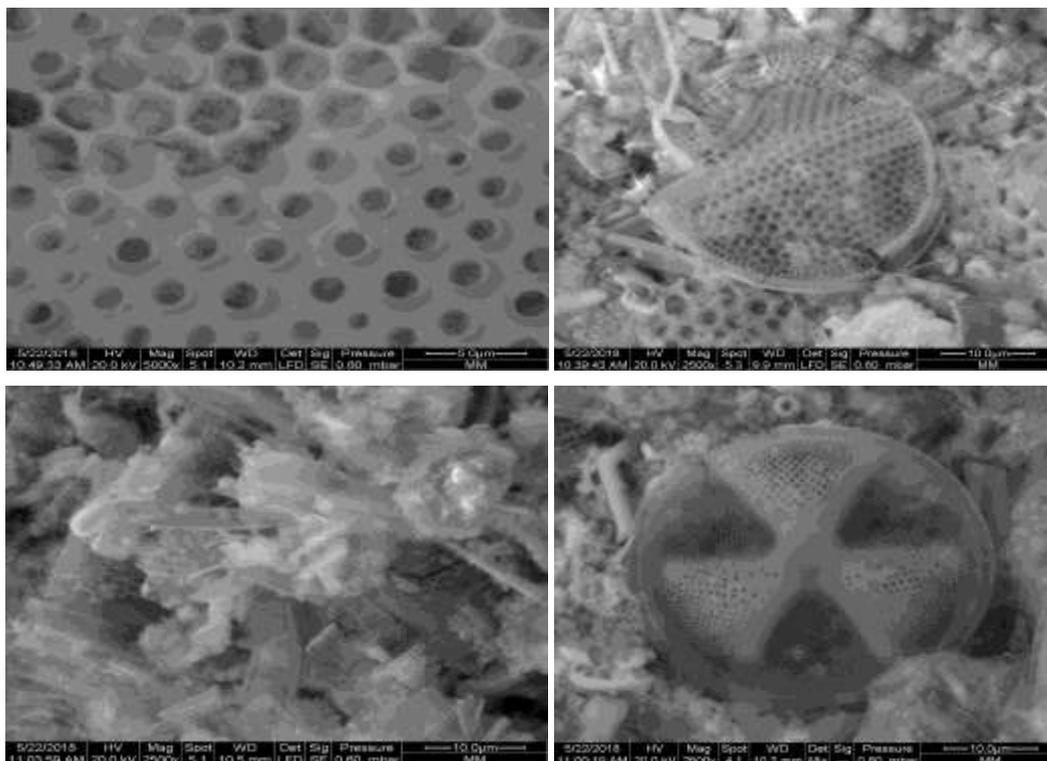


Figure 18 : structure microscopique de la diatomite (original)

1. Concentrations de la TD efficaces

La mortalité de la population des chenilles a été hautement significative en fonction des doses et du temps ($P < 0,01$, $P < 0,005$, respectivement) (TAB. 13).

Tableau 13 : test ANOVA pour la mortalité des larves des chenilles traités avec la terre de diatomée (TD) à 0 mg/cm², 5, 7, 9, 11, 13 et 15 mg/cm²

Sources	DDL	ANOVA SS	Carré moyen	F	Pr > F
Doses	6	10,6857	1,78095	1,598	0,01909
Temps	4	21,2571	5,31429	4,769	0,005648

Nous savons par des travaux antérieurs que différentes souches de la même espèce ont des susceptibilités différentes à la TD (Rigaux et al., 2001), que la concentration de la TD affecte la mortalité et que les DE diffèrent dans leurs efficacités (Fields et Korunic, 2000).

Pour comparer l'efficacité de différentes concentrations de notre formulation de la TD, un test de Tukey a été réalisé (TAB. 14), une efficacité similaire a été trouvée entre les concentrations 0mg,5 et 7 mg/cm² avec un taux de mortalité de 0% ; entre 11 et 013 mg/cm² avec un taux de mortalité moins de 66% en moins de 120 h d'exposition. La concentration 9mg/cm² présente un taux de mortalité de 16,66% en moins de 120 h d'exposition et la concentration 15mg/cm² avait un taux de mortalité de 100% après 120h d'exposition.



Figure 19 : les populations des larves des chenilles aux différentes concentrations de la diatomite (TD) (original)

Tableau14 : Susceptibilité de populations des larves des chenilles aux différentes concentrations de la diatomite (TD)

Doses	Tukey Groupement	Moyenne de mortalité
00	A	00
05	A	00
07	A	00
09	B	01
11	C	03
13	C	04
15	D	06

Notre étude donne l'opportunité de comparer directement la sensibilité de la population des Chenilles processionnaires à notre formulation de TD, les comparaisons étaient basées sur la mortalité observée. Il serait intéressant de connaître les concentrations létales pour contrôler cette population.

1.1. Estimation des valeurs de concentration létale (CL) pour la population des larves des chenilles

Nous avons calculé les concentrations létales pour connaître les concentrations des terres de diatomée qui déterminent les mortalités pour la population des Chenilles en fonction du temps.

Le tableau suivant présente les concentrations létales pour notre terre de diatomée :

Tableau 15 : Valeurs estimées des concentrations létales après traitement par TD sur les chenilles.

Probabilité	Dose létale
,01	7,143
,10	8,722
,20	9,488
,30	10,081
,40	10,617
,50	11,144
,60	11,697
,70	12,319
,80	13,089
,90	14,237

Le tableau 15 nous a permis de conclure que la terre de diatomée (TD) a un effet toxique très important sur la population des chenilles à la CL₅₀ de 11,14 et la CL₉₀ de 14,23 mg/cm².

1.2. Corrélation entre les indices de diversités et les facteurs du milieu

Pour savoir la relation entre les taux de mortalité et les doses utilisées, nous avons estimé le coefficient de corrélation de Pearson et tester son degré de signification par la p-value. A partir du tableau 16 nous avons calculé les corrélations de Pearson.

Tableau 16 : Calcul des coefficients de corrélation de Pearson entre le taux de mortalité des chenilles et les doses utilisées.

Corrélation:	Mortalité
	P-Value
	= 0,001
Doses	r = 0,93
	R ² =
	0,88

Le tableau précédent nous a montré que le taux de mortalité est corrélé positivement avec les doses utilisés de la terres de diatomée avec (P-Value = 0,001, r = 0,93 et R² = 0,88).

Moyennes marginales estimées de mortalité

Pour bien comprendre la relation entre les doses utilisée et le taux de mortalité de la population des chenilles après l'exposition à la terre de diatomée nous avons estimé les moyennes de mortalité (fig. 20), nous remarquons que la moyenne de mortalité augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum(06 individus par répétition) avec la dernière dose (240mg/cm³).

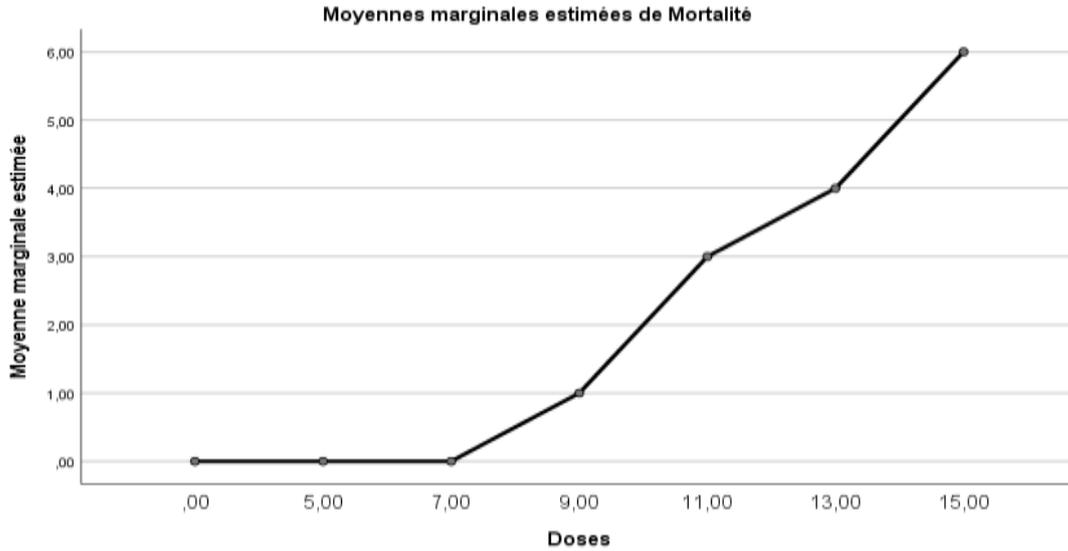


Figure 20 : Moyennes marginales estimées de mortalité des chenilles

1.3. Mortalité cumulée

La courbe de mortalité des chenilles durant les 120h d'exposition à la diatomite reste nulle pour les témoins et les concentrations 5 et 7 mg/cm²; pour la concentration 9 mg/cm² la mortalité atteint 16,66% en 120hd'exposition. Avec l'augmentation des concentrations, la mortalité atteint 50% avec la concentration 11 mg/cm² en 120hd'exposition ; la mortalité atteint 66,66% pour la concentration 13 mg/cm² en 120hd'exposition, en fin le taux de mortalité atteint son maximum de 100 % après 120hd'exposition à la terre de diatomée avec la concentration 15 mg/cm²(Figure 21).

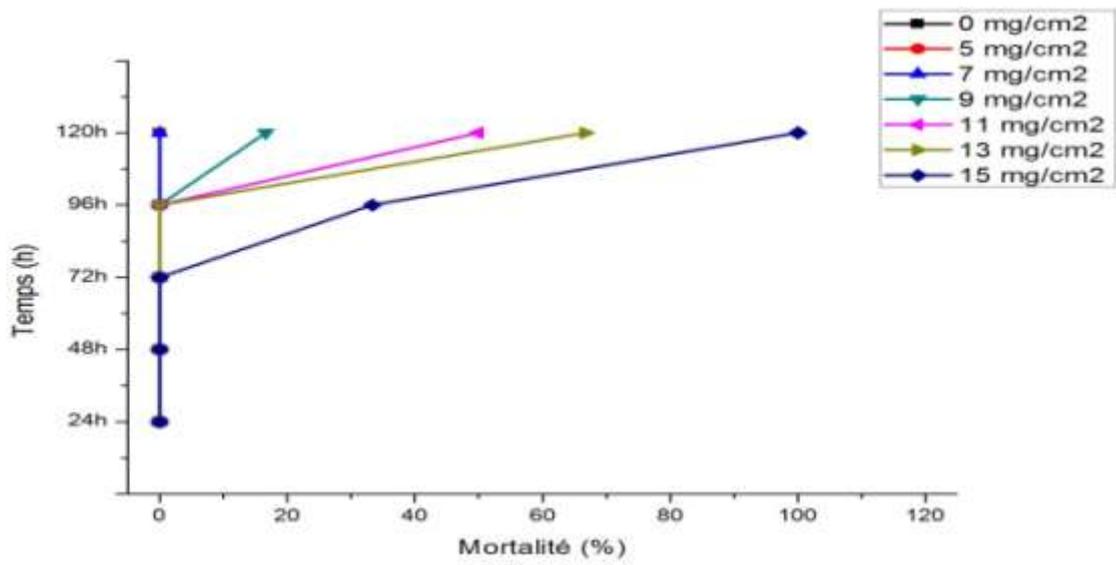


Figure 21 : taux de mortalité cumulés des populations des chenilles exposées à la terre de diatomées (DE) à 0 mg/cm², 5, 7, 9, 11, 13 et 15 mg/cm² pendant 120 heures.

Discussion

Dans cette étude, nous avons testé l'activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire.

D'après nos résultats, la diatomite a un effet biocide contre cette espèce. Les résultats de l'activité insecticide de la diatomite sur les chenilles nous a donné une CL50 de 11,14mg/cm².

Jusqu'à ces derniers temps, les agriculteurs utilisaient les traitements insecticides chimiques de synthèse pour lutter contre les ravageurs ; cependant, depuis que des campagnes de sensibilisations ont été initiées principalement par les écologistes et les professionnels de la santé sur la dangerosité de ces substances, la tendance s'est inversée pour s'orienter vers l'agriculture « bio », plus saine et particulièrement recommandée.

Depuis, de nombreux producteurs de cultures hésitent à utiliser des pesticides chimiques synthétiques et se sont plutôt orientés vers l'agriculture biologique, ils ont commencé à utiliser des moyens biologiques et/ou naturels dont les poussières inertes naturelles telles que la terre de diatomées pour contrôler les insectes (Stathers et al., 2002).

La poussière de silicate est utilisée pour lutter contre les parasites domestiques (Melichar et Willomitzer, 1967), les parasites structuraux (Ebeling et Wagner, 1959) ainsi que pour protéger les plantes sur le terrain (Ebeling, 1971).

Les terres à diatomées (TD) sont des substances d'origine naturelle qui ont été certifiées comme insecticides organiques et qui sont non toxiques et écologiquement bénignes (Ross, 1981).

Les terres à diatomées sont des poussières amorphes et ne sont plus considérées comme dangereuses pour la santé humaine contrairement aux poussières cristallines, si elles sont utilisées correctement et si le temps d'exposition est court (Ferch et al., 1987).

L'efficacité de l'insecticide naturel TD varie en fonction de l'origine géologique des mines dont il est extrait (McLaughlin, 1994), probablement en raison des différences de propriétés physiques et morphologiques des diatomées (Korunic, 1998).

Les poussières de silice ont donné des résultats variables lorsqu'elles ont été utilisées contre différents organismes cibles (Korunic, 1997a, b).

Rigaux et al. (2001) ont observé que les insectes de la même espèce mais d'origines différentes présentaient différents niveaux de sensibilité aux TD.

L'efficacité de la TD pour lutter contre les ravageurs des produits entreposés dépend de différents facteurs tels que les espèces d'insectes, les produits, l'humidité et la température (Fields et Korunic, 2000).

Les effets de la TD sur une vaste gamme de coléoptères ont été signalés par de nombreux travaux, dont *Rhyzopertha dominica* (Fields et Korunic, 2000 ; *Tribolium castaneum* (Rigaux et al., 2001 ; Stathers et al., 2002 ; Reza et al., 2012), *Tribolium confusum* (Mewis et Ulrichs, 2001), plusieurs espèces de *Sitophilus* (Fields et Korunic, 2000 ; Mewis et Ulrichs, 2001 ; Islam et al., 2010), *Callosobruchus maculatus* (Islam et al., 2010), *Plodia interpunctella* (Mewis et Ulrichs, 2001) et *Agriotes lineatus* (Bounouira et al., 2019).

En dehors des coléoptères cités ci-dessus, la diatomite (TD) a été utilisée comme additif alimentaire qui permettait de contrôler les parasites internes et les larves de mouches, y compris les mouches domestiques, les mouches sédentaires et les mouches dans le fumier (Weinzierl et Jones, 2000).

De plus, il a été rapporté qu'il agit contre les cafards, les lépismes argentés, les punaises de lit, les acariens, les fourmis et les puces (Faulde et al., 2006), les gastéropodes tels que les limaces (Fields et al., 2002) et aussi contre les infestations des produits stockés dues aux larves d'insectes (Athanassiou, 2006).

Pour comprendre la base de la variabilité, il était nécessaire de déterminer le mode d'action des poussières. Différentes théories ont été proposées: (1) l'élargissement superficiel du tégument suite à la déshydratation (Zacher et Kunicke, 1931); (2) l'altération du tube digestif (Smith, 1969); (3) le blocage des spiracles et des trachées (Webb, 1945); (4) ad- ou absorption des lipides de la cuticule (Ebeling, 1964) et / ou (5) endommagement de la couche de cire protectrice (Beament, 1945). Il s'agit d'un insecticide mécanique, les insectes ne peuvent pas développer une immunité ou une résistance au TD. Par conséquent, il peut être utilisé pour contrôler les insectes pendant une longue période sans la manifestation de la résistance aux insecticides qui est souvent signalée pour d'autres insecticides (Islam et Rahman, 2016).

La terre de diatomée est essentiellement une poussière létale bordée de bords tranchants microscopiques. L'ingestion de cette poudre létale par les insectes provoque leur déshydratation ainsi que la destruction de leur intérieur, ce qui arrive rapidement.

Ces résultats nous permettent de proposer ce produit naturel comme alternative possible aux insecticides jusque-là utilisés pour lutter contre la Chenille processionnaire du pin, ce qui permettra de mieux préserver notre santé et l'environnement.

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude est une contribution à la connaissance de l'activité biologique de la diatomite, l'activité insecticide sur la chenille processionnaire.

La structure microscopique de la diatomite montre une structure poreuse qui démontre la capacité d'absorption de cette terre.

L'activité insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire nous a donné des résultats hautement significatifs. En effet, nous avons obtenu des CL50 de 11,14mg/cm² et des CL90 de 14,23mg/cm².

La moyenne de mortalité des chenilles a augmenté en fonction des doses de diatomite utilisées, pour atteindre son maximum (10 individus par répétition) à la dose de 15mg/cm² après 120h d'exposition à la terre de diatomée.

Ces résultats nous permettent de proposer ce produit naturel comme alternative aux insecticides jusque-là utilisés pour lutter contre les insectes, ce qui permettra de mieux préserver notre santé et l'environnement.

La présente étude constitue un premier pas vers l'application d'une nouvelle technique de lutte alternative contre les bioagresseurs des cultures, même pour les autres parasites, qui méritent d'être reprise et développée, de manière à trouver des solutions pour améliorer naturellement le pouvoir répulsif de la diatomite contre tous les parasites.

Nous espérons poursuivre nos investigations et confirmer les résultats obtenus en appliquant la diatomite in situ, au niveau des vergers pour mieux en apprécier l'efficacité.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIE

- 1) **Arthur, F.H., Zettler, J.L., 1992** Malathion resistance in *Tribolium confusum* Duv. (Coleoptera: Tenebrionidae): correlating results from topical applications with residual mortality on treated surfaces. *Journal of Stored Products Research* 28, 55e58.
- 2) **Athanassiou, C. G. J. Econ. Entomol., 2006**, Influence of instar and commodity on insecticidal effect of two diatomaceous earth formulations against larvae of *Ephesiakuehniella*(Lepidoptera: Pyralidae).. 99
- 3) **F. Bagnouls Et H. Gaussen**, Saison sèche et indice xérothermique Bull soc. Hist. Nat. de Toulouse; 88; 1953; pp. 193 à 240.
- 4) **Beghloul D 2014** Influence de la processionnaire du pin (*thaumetopoea pityocampa schiff*) sur le peuplement porte graines de cedrus atlantica manetti dans le parc national de theniet-el-had.
- 5) **Batel Dj., 1990-** contribution à l'étude de la productivité de *Cedrusatlantica* (Manetti) en relation avec la station écologique. Th.Ing.Agro.INAEL-HARRACH. 62p.
- 6) **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. *Ecol. Applicat.*, 15(6),2084-2096.
- 7) **Beament, J.W.L., 1945.**The cuticular lipids of insects.*Journal of Experimental Biology* 21, 115±131.
- 8) **Belanger Rb, Bowen Pa, Ehret Dl And Menzies Jg. 1995.** Soluble silicon: Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease* 79: 329-336.
- 9) **Bounouira Y., Gaouar-Benyelles N., Senouci H., M'saad-Guerfali M. 2019.** Insecticidal efficacy of diatomaceous earth on larvae of *Agriotes lineatus* (Coleoptera; Elateridae), potato pests in Tissemsilt, Algeria., *Fresenius Environmental Bulletin.*, Volume 28 – No. 12A/2019 pages 9956-9962.
- 10) **Collins, D.A., 2006.** A review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. *Journal of Stored Products Research* 42, 395e426.
- 11) **Dagnelie, P. (Ed.), 1975.**Théorieetméthodesstatistiques, Vol. 2, 2nd Edition, Les Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgium.
- 12) **Dajoz R.1998.** les insectes et la forêt. Ed. Lavoisier Tech& Doc. Paris.594p.
- 13) **Demolin G, Millet A. 1981** Essais insecticides contre la processionnaire du pin (*ThaumetopoeapityocampaSchiff.*). Action comparative de différentes spécialités commerciales de Bactospeine, Dipel, ThuricideetDimilin. *Ann. Sci. Forest* .389 p.
- 14) **Demolin G., 1969.** Comportement des adultes de *ThaumetopoeapityocampaSchiff.* Dispersion spatiale, importance écologique. *Ann. Sci. Forest.* 26(1) : 81102.
- 15) **DGF., 2004-** Programme d'Action National sur la lutte contre la Désertification. 104p.

- 16) Duke, E.L. et Reimann, B.E.F. 1977. Chapter 3: ultrastructure of the diatom cell. - In: werner, D. (ed.) The Biology of Diatoms. Bot. Monogr. 13. Blackwell Sci. Publ., 65-109.
- 17) Ebeling, W., Wagner, R.E., 1959. Rapid desiccation of drywood termites with inert sorptive dusts and other substances. Journal of Economic Entomology 152, 190±212.
- 18) Ebeling, W., 1964. Permeability of insect cuticle. In: Rockstein, M. (Ed.), The Physiology of Insecta, vol. III. Academic Press, New York, pp. 508±523.
- 19) Ebeling, W., 1971. Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology 16, 123±158.
- 20) Falciatore, A., & Bowler, C. 2002. Revealing the molecular secrets of marine diatoms. Annual Review of Plant Biology, 53(29), 109–30.
- 21) Faulde, M.K., Tisch, M. and Scharninghausen, J.J., Efficacy of modified diatomaceous earth on different cockroach species (Orthoptera, Blattellidae) and silverfish (Thysanura, Lepismatidae). *J. Pest Sci.*, 2006. 79(3): 155-161.
- 22) Ferch, H., Gerocke, H., Inzel, H., Klebe, H. 1987. Arbeitsmedizinische Untersuchungen langzeitexponierter Aerosil- Arbeiter. Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed. 22(2), 330±37. In: Dt. Forschungsgemeinschaft, 1989, Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten. Hrsg. D. Henschler, Würzburg ISSN 0930-1984 Sonderdruck 15. Lieferung.
- 23) Fields, P., Allen, S., Korunic, Z., McLaughlin, A. and Stathers, T., Standardized testing for diatomaceous earth. Proc. 8th International Working Conference of Stored-Product Protection, 2002. York, UK. Entomological Society of Manitoba.
- 24) Fields, P. and Korunic, Z., The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *J. Stored Prod. Res.*, 2000. 36(1): 1-13.
- 25) Fields, P., Korunic, Z., 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research* 36, 1e13.
- 26) Gachi M. 1989. Eco-biologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powel. (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae*) en Algérie. Séminaire International de Biologie - Constantine. Mai 1989. 13p.

- 27) **Gold C. 2002.** Etude des effets de la pollution métallique (Cd/Zn) sur la structure des communautés de diatomées periphytiques des cours d'eau. Approches expérimentales *in situ* et en laboratoire. PhDthesis- univ bordeaux I Ecol Doc. Sciences des vivants, Géosciences et science de l'environnement, 175 p.
- 28) **Hadji O., 1998** contribution de l'étude écophysiological du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) au parc national de Theniet-el-had. Th.Mag.INA.EL-HARRACH.147p.
- 29) **Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R et Roemer, S.C. 1993.** Diatom extracellular polymeric substances: function, fine structure, chemistry and physiology. Journal of Hoagland, K.D., Rosowski, J.R., Gretz, M.R Phycology - 29: 537-566.
Huchon *et al.* 1970
- 30) **Huchon H., Demolin G. 1970.** La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle, dispersion actuelle. Rev. For. Fr. XXII, n° spécial « La lutte biologique en forêt », 220-234.
- 31) **Laing M D, Gatarayihya M C and Adandonon A, 2006.** Silicon use for pest control in agriculture: a review. Proc S Afr Sug Technol Ass 80, p 107.
- 32) **Irshad, M., Gillani, W.A., 1992.** Malathion resistance in *Sitophilus oryzae* (L.) infesting stored grains. Pakistan Journal of Agriculture and Research 13 (3), 273e276.
- 33) **Islam, M.S., Hasan, M.M., Lei, C.L., Pelzer, T., Mewis, L.I. and Ulrichs, C.,** Direct and admixture toxicity of diatomaceous earth and monoterpenoids against the storage pests *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Sitophilus oryzae*(L.). *J. Pest Sci.*, 2010. 83(2): 105-112.
- 34) **Islam, M. S. and Rahman, M. M., 2016.** Diatomaceous earth-induced alterations in the reproductive attributes in the housefly *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), *Elixir Appl. Zoology* 96 (2016) 41241-41244.
- 35) **Jeleng, F., 1953 :** Contribution à l'étude de la flore et de la végétation bryologique Nord-Africaine, 3ème fascicule, Bull.Soc. Hist. Nat de l'Afrique du Nord. 51 p.
- 36) **Kimoto T., Duthie-Holt M. et Dumouchel L., 2006.** Guide des insectes forestier exotiques. Ed. ACIA, Canada, 12p.
- 37) **Kooistra, W. et Medlin, L.K. 1996.** Evolution of the diatoms (Bacillariophyta). 4. Reconstruction of their age from small subunit rRNA coding regions and the fossil record. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 6(3): 39.

- 38) **Korunic, Z., 1997a.** Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research* 34, 1±11.
- 39) **Korunic, Z., 1997b.** Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research* 34, 87±97.
- 40) **Korunic, Z. 1998.** Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J Stored Prod Res.* 34(2-3), 87-97.
- 41) **Kroger N., Lorenz S., Brunner E., and Sumper M. 2002.** Self-Assembly of Highly Phosphorylated Silaffins and Their Function in Biosilica Morphogenesis. *Science* 298, 584-586.
- 42) **Leblond A. (2009).** Inventaire et évaluation des méthodes de lutte contre la processionnaire du pin. Mémoire Master Professionnel, Environnement-Droit.
- 42) **Lellouche, J., and Lazar, P. 1974.** Méthodes statistiques en expérimentation biologique Flammarion and Cie, Eds.
- 43) **Lescomplekt 1983 :** Etudes de mise en valeur des forêts de l'Ouarsenis et projets (Bureau expert bulgare) Volume 01. 170p
- 44) **Ma J.F. and Takahashi E. 2002.** *Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan.* Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- 45) **Martin J.C., Bonnet C., Mazet R. 2007.** La processionnaire du pin : vers un contrôle écologique et raisonné. In : conférence sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forêts, zones aquatiques et autres Zones Non Agricoles. Angers(France).
- 46) **Martin J-C., Mazet R., 2001.** lutte hivernale contre la processionnaire du pin. 32p.
- 47) **Martin J.C. 2005.** La processionnaire du pin : *Thaumatopeapityocampa* (Denis et Schiffermüller). Biologie et protection des forêts. Synthèse des recherches bibliographiques et des connaissances, INRA Avignon. 29p
- 48) **Matauer.M 1958.** Etude géologique de l'Ouarsenis orientale (Algérie), service de la carte géologique de l'Algérie. Bulletin N°17. 534p.
- 49) **Mclaughlin, A. 1994.** Laboratory trials on desiccant dust insecticides. In: Proceedings 6th International Conference on Stored-Product Protection, Canberra, Australia. 638-645.
- 50) **Melichar, B., Willomitzer, J., 1967.** Bewertung der physikalischen Insektizide. In: Proceeding 25th Congress of Pharmaceutical Science 1965, 2. Scientia Pharmaceutica, Prague, pp. 589±597.
- 51) **Meradi H, 2009.** Synthèse et Caractérisation d'une Poudre Thermo protectrice à 1600 °C., Mémoire de magister Université Badji Mokhtar, Annaba. pp.75.

- 52) **Mewis, I. and Ulrichs, C., 2001.** Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebriomolitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *J. Stored Prod. Res.*, 2001.37(2): 153-164.
- 53) **Meyer JH and Keeping MG 2005.** Impact of silicon in alleviating biotic stress in sugarcane in South Africa. *Sugarcane International* 23: 14-18.
- 54) **Mosli S., 2005.** Ecologie des pontes et des nids de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffmuller (lépidoptère, Thaumetopoeidae) dans la cédraie du parc national de chréa, et dans la région de Djelfa. *Th.ing.Sci.Agro. INA*. 59 p
- 55) **Nighat, S.A., Munir, M., Ali, S.S., Shakoori, A.R., 2007.** Efficacy of mixtures of an organophosphate malathion and a synthetic pyrethroid deltamethrin against lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. *Pakistan Journal of Zoology* 39, 179e 184.
- 56) **Ochando.B, 1987,** maître assistant Laboratoire d'ornithologie INA-el Harrach-Alger : Rapport de mission du 11 au 14/04/1987 au parc national de Theniet-el-had.
- 57) **Reza, A.M.S., Hossain, M.M. and Parween, S. 2012.** Repellent action of diatomaceous earth against the adult red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). *J. Sci. Res.*, 4(3): 783-788.
- 58) **Rigaux, M., Haubruge, E., Fields, P.G., 2001.** Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101, 33e39.
- 59) **Riviere J. 2011,** les chenilles processionnaires du pin : évaluation des enjeux de sante animale, thèse doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire D'ALFORT (France) ,2011.15-30p.
- 60) **Robinet, C., Imbert, C. E., Rousselet, J., Sauvard, D., Garcia, J., Goussard, F., and Roques, A. 2011.** Human-mediated long-distance jumps of the pine processionary moth in Europe. *Biological Invasions*, 14, 1557-1569.
- 61) **Ross, T.E., 1981.** Diatomaceous earth as a possible alternative to chemical insecticides. *Agriculture and Environment* 6, 43e51.
- 62) **Round, F.E., Crawford, R.M. et Mann, D.G. 1990.** The Diatoms. Biology & morphology of the genera. - Cambridge Univ. Press Ed.
- 63) **Rousselet J., 2011.** La chenille processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* ravageur forestier à la nuisance urbaine. Centre de recherche d'Orléans. INRA, 2p.
- 64) **Sari.Dj, 1977.** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis, Edition SNED. 623p

- 65) **Sbajdji M. 1997-** contribution à l'étude de la perte de croissance de *Cedrusatlantica* Manetti suite aux attaques de processionnaire du pin (*Thaumetopoeapityocampa*Schiff).thèse Mag., INA, 116p.
- 66) **Sebti S. 2011.** Caractéristiques biologiques et écologiques de la Processionnaire, *Thaumetopoeapityocampa*Schiff (*Lepidoptera: Thaumetopoeidae*) sur le Cedre de l'Atlas *Cedrusatlantica*Manetti dans le Parc National de Chrea, thèse Mag, Univ. Saad Dahleb, Blida, pp : 1-128.
- 67) **Seltzer, P 1946.** Le climat de l'Algérie .Travaux de l'institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie. Université d'Alger 217p.
- 68) **Stathers, T. E., B. M. Mvumi, And P. Golob. 2002.** Field assessment of the efficacy and persistence of diatomaceous earths in protecting stored grain on small-scale farms in Zimbabwe. *Crop Protection* 21: 1033–1048.
- 69) **Stewart P., 1969.** Quotient pluviothermique et dégradationbiosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59, p.23-36.
- 70) **Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W., 2000.**Alternatives to Pesticides in Stored products IPM.Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- 71) **Taibi Y., 2001.** Influence de la température de traitement sur les propriétés Physico-chimiques du système kieselguhr kaolin; Mémoire de magister, département de Métallurgie et génie des matériaux, université de Annaba.
- 72) **Thomas F., Guegan J.F., Renaud F., 2007.**Ecologie et évolution des systèmes parasités. Ed. de Boeck, Paris, pp : 162-170.
- 73) **Tiberi R., Niccoli A., Curini M., Epifano F., Marcotullio M.C. et Rosati O. 1999.** The role of monoterpene composition in *Pinus* ssp. needles, in host selection by the pine processionary caterpillar, *Thaumetopoeapityocampa*. *Phytoparasitica*. 27(4) :263-272.
- 74) **Webb, J.E., 1945.** The penetration of Derris through the spiracles and cuticle of *Melophagusovinus*,L. *Bulletin of Entomological Research* 36, 15±22.
- 75) **Weinzierl, R., Jones, C. (2000).** Insect pest management for livestock and livestock buildings.Illinois Agricultural Pest Management Handbook.129-167.
- 76) **Zacher, F., Kunike, G., 1931.** Beitrage zurKenntnisdeVorratsschadlinge. Untersuchungenuber die insektizideWirkung von Oxyden und Karbonaten. *Arbeitsberichte der BiologischenReichsanstalt* 18, 201±231.
- 77) **Zamoum, M., et Demolin, G. 2005.** The life cycle of the pine processionarycaterpillar in the bioclimatic conditions of a sub- Saharan region. In F. Lieutieret D. Ghaïoule (Eds.), *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystem* (pp. 107-116). Paris:

INRA.

- 78) **Zamoum M., 1998.** Données sur la bio écologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermuller (Lep, Thaumetopoeidae) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie). Thèse Doc. Uni. Rennes, 247p.
- 79) **Zedek. M, 1984.** Contribution à l'étude de l'inventaire forestier du parc national de Theniet El Had (Thèse d'ingénieur – I.N.A- Alger) ,71p.
- 80) **Zettler, J.L., Arthur, F.H., 2000.** Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. *Crop Protection* 19, 577e582.

استعمال التراب الدياتومي كمبيد حشري على حشرة الموكب الصنوبر

الخلاصة: تساهم هذه الدراسة في معرفة النشاط البيولوجي للدياتوميت ، وهو مبيد حشري على يرقة الموكب الصنوبري. لقد أظهر لنا التركيب المجهرى للدياتوميت بنية مسامية توضح قدرة الامتصاص لهذا التراب. وقد أظهر نشاط المبيدات الحشرية تبلغ LC90 14.23 تبلغ 11.14 ملليجرام/سم² و LC50 للدياتوميت على يرقة الموكب الصنوبري نتائج بالغة الأهمية مع جرعة ملليجرام/سموتبين دراسة متوسط حالات الوفاة الناتجة عن اليرقات زيادة في الجرعات الدياتوميت المستخدمة، كما تم تقديمها لنا من خلال منحى تصاعدي لإعطاء أقصى قيمة للوفيات (10 أفراد لكل تكرار) لجرعة 15 ملغ/سنتيمتر مربع بعد 120 ساعة من التعرض للدياتوميت.

الكلمات المفتاحية: التراب الدياتومي ، يرقة الموكب الصنوبرية ، مبيدات الحشرات ، المكافحة

L'activité insecticide de la terre des diatomées sur la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) du pin dans la région de Tissemsilt

Résumé : Cette étude est une contribution à la connaissance de l'activité biologique de la diatomite, insecticide sur la chenille processionnaire du pin.

La structure microscopique de la diatomite nous a montré une structure poreuse qui démontre la capacité d'absorption de cette terre.

L'activité insecticide de la diatomite sur les chenilles a présenté des résultats hautement significatifs avec une CL50 de 11,14mg/cm² et CL90 de 14,23mg/cm².

L'étude de la moyenne des mortalités des chenilles montre une augmentation en fonction des doses de la diatomite utilisées, comme nous a présenté une courbe ascendante pour donner la valeur maximale de mortalité(10 individus par répétition) pour la dose de 15mg/cm² après 120h d'exposition à la terre de diatomée.

Mots-clés: Terre de diatomée, chenille processionnaire du pin, insecticide, lutte.

The insecticidal activity of diatomaceous earth on the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) in the Tissemsilt region

Abstract: This study contributes to the knowledge of the biological activity of diatomite, an insecticide on the pine processionary caterpillar.

The microscopic structure of diatomaceous earth has shown us a porous structure that demonstrates the absorption capacity of this earth

The insecticidal activity of diatomaceous earth on caterpillars showed highly significant results with an LC50 of 11.14 mg / cm² and LC90 of 14.23 mg / cm².

The study of a from s mortality s caterpillars shows an increase as a function of doses of the diatomite used , as we introduced an upward curve to give the maximum mortality value (10 individuals per replicate) to the dose of 15mg / cm² after 120 hours of exposure to diatomaceous earth.

Keywords: Diatomaceous earth, pine processionary caterpillar , insecticide , control .

