



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des 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 : **Écologie et environnement**
Spécialité : **Protection des écosystèmes**

Présenté par :

SEFRANI Nora

ADJEZ Yasmine

Thème

La lutte alternative contre la chenille processionnaire
(*Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775) par la diatomite dans la
région de Tissemsilt

Soutenu le : 22 / 06 /2022

Devant le Jury :

MAIRIF Mohamed

Président

M.A.A.

Univ-Tissemsilt

BOUNOUIRA Yassine

Encadreur

M.C.B.

Univ-Tissemsilt

CHOUHIM Kadda

Co-promoteur

M.A.A.

Univ-Tissemsilt

MEZIANE Boualem

Examineur

Directeur du PNTEH

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Merci à Dieu de nous avoir donné La Volonté, courage et patience pour terminer ce travail

En premier lieu, On tient à adresser toute nos reconnaissance à notre encadreur, Dr. **BOUNOUIRA Yassine**, Maitre de conférence B à l'université de Tissemsilt faculté des sciences et de la technologie pour avoir d'accepté de diriger ce travail avec beaucoup de compétence, collaboration et encouragements et les résultats obtenus tiennent essentiellement à son accompagnement.

notre plus vifs remerciements vont à Mr. **CHOUHIM Kadda Amin** Maitre-assistant A à l'université de Tissemsilte faculté des sciences et la technologie, Il s'est considérablement investie dans la réussite de ce mémoire.

Nous adressons notre vifs remerciements à Mr. **MAIRIF Mohamed** maitre-assistant A à l'université de Tissemsilte faculté des sciences et de la technologie pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance.

nous remercions Mr. **MEZIANE Boualem** directeur du parc national de Theniet el Had pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons nos profonde gratitude et notre vifs remerciements à tout le personnel de la conservation des forêts de parc nationale de THENiet el Had pour ses précieuses aides et conseils en particulier Mr. **BELGAID Boualem**.

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédier ce modeste travail :

*à ma très chère mère, pour tous les sacrifices et tout l'amour
dont elle m'entoure, que Dieu la protège ;*

*A mon père, en espérant que Dieu entoure lui par
compassion, et lui fait une place au paradis ;*

A mes frères : Mohamed, Abd el Hamid, Yasser et Ilyes ;

A mes sœurs : Fatima et Soumia ;

*A mes amies : CHARANE Bouchra, DAHMANE Saliha,
FARHAT Chirine, avec lesquelles j'ai partagé mes meilleurs
années d'étude ;*

A mon binôme : ADJEZ Yassmine ;

A tous la famille SEFRANI.

Nora



Dédie ce mémoire à :

Ma mère source de tendresse et d'amour pour son soutien durant toute ma vie scolaire et qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude : GEURNEL MOUR fatma.

Et à l'esprit de mon père : ADJEZ Belkacem.

Mes frères Mohamed Zine Dinne, Khalil, et mes sœurs, Nardjess, Et Lina qui ont toujours là à m'encourager et me secours.

Mes tantes et mon oncle maternel GEURNEL MOUR Ahmed

Mes grands-pères et mes grands-mères

Tout ma famille ADJEZ et la famille GEURNEL MOUR,

Mon binôme Nora Sefrani; qui a toujours était là à m'encourager et me pousser pour une bonne continuation.

ET à tous mes collègues de l'université de filière « protection des écosystèmes » la promotion 2021.

A mes chères amies: Aïd Merieme,

ET mon proche ; kadi GUEBLI

Et tous qui me connaissent.

Yasmine.



Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Etude bibliographique

I. La chenille processionnaire du pin d'Alep	4
1. Position systématique	4
2. Plante hôte	5
3. Cycle de développement	5
3.1. Phase aérienne	6
3.2. Phase souterraine	7
4. Répartition géographique	8
5. Importance des dégâts	8
5.1. Conséquences écologiques	8
5.2. Risque sanitaire	9
5.3. Conséquences économiques	9
6. La Surveillance	10
6.1. Enquête d'infestation	10
6.2. Enquête de défoliation :	11
7. La lutte contre la chenille processionnaire du pin	12
7.1. Lutte mécanique	12
7.2. Lutte microbiologique	13
7.3. La lutte chimique	13
7.4. Luttes alternatives	14

II. Les diatomées :	17
1. Considérations biologiques et écologiques	17
1.2 Morphologie	18
1.3 Répartition sur terre.....	19
2. Propriétés physico-chimiques de la diatomite.....	19
3. Principales filières d'utilisation des produits issus de la diatomite.....	21
4. Principaux gisements de diatomite en Algérie	21

Chapitre II: Matériels et méthodes

I. La Zone d'étude	25
1. Localisation et description de la zone d'étude	25
1.1. Principaux indicateurs de la wilaya.....	25
2. Situation géographique.....	25
3. Aspect géologique	26
4. Hydrographie.....	27
5. La végétation	27
6. Aspect climatique	28
6.1. La pluviométrie	28
6.1.1. Régimes pluviométrique annuelles	28
6.1.2. Régimes pluviométrique mensuelles.....	29
6.2. Température	30
6.2.1. Température moyenne mensuelle.....	30
6.3. Synthèse climatique.....	30
6.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	30
6.3.2. Quotient pluviothermiques et climagramme d'Emberger	31
II : Partie expérimentale	33
1. L'activité insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	33
1.1. Objectifs de l'étude	33
1.2. Collecte des insectes.....	33

1.3. Tests insecticides (In-vitro).....	33
2. L'activité insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire <i>Thaumetopoea pityocampa</i> (in-vivo).....	34
2.1. La fabrication de piège à chenille processionnaire	34
2.2. Matériels utilisés pour les pièges	35
2.3 L'installation des pièges.....	36
3. Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats.....	36

Chapitre III: Résultats et discussion

I. Résultats.....	39
1. Activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire	39
3. Moyennes marginales estimées de mortalité.....	40
4. Récolte des chenilles après la désinstallation des pièges (In-Vivo).....	41
II. Discussion.....	44
Conclusion	47
Références bibliographique	49
Résumé	55

Listes des figures

Figure 1: Cycle biologique de la processionnaire du pin (Les dossiers du Colley. La chenille processionnaire du pin et du chêne, 2011).	5
Figure 2: Début de construction du nid d'hiver sur pin d'Alep (SAHNOUNE, 2017).....	6
Figure 3: Fin de la procession et début d'enfouissement (JEAN-CLAUDE MARTIN, 2007).....	7
Figure 4: Différentes stades de la chenille processionnaire (1) chrysalide, (2) papillon, (3) larves (BAGHLOUL, 2014).	8
Figure 5: la défoliation d'un Pin d'Alep (SAHNOUNE, 2017).....	9
Figure 6: Un arbre de cèdre de l'Atlas gravement infecté (BAGHLOUL ,2014).....	11
Figure 7: calendrier de lutte contre la chenille processionnaire (MARTIN, 2007).	12
Figure 8 : l'échenillage, A: Incinération des branches infectées, au parc national de Theniet El Had (BAGHLOUL, 2014).....	13
Figure 9: Eco piège pour chenille processionnaire du pin (CARCANAGUE, 2017).....	15
Figure 10: Une grande diversité de pièges à phéromones (MARTIN et BONNET, 2008)	16
Figure 11: structure microscopique de la diatomite (original).....	17
Figure 12: Représentation schématique faisant apparaître les composants siliceux de la paroi cellulaire des diatomées (ZURZOLO et BOWLER, 2001).	18
Figure 13: structure microscopique de la diatomite (BOUNOUIRA et <i>al.</i> , 2019).	19
Figure 14: Raies de diffraction X obtenues sur notre échantillon de diatomite (BOUNOUIRA et <i>al.</i> , 2019).	20
Figure 15: Image satellitaire de la wilaya de Tissemsilt (Google Maps). Erreur ! Signet non défini.	
Figure 16: Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).....	26
Figure 17: la géologie de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).	27
Figure 18: Forêts de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).	28
Figure 19: Evolution des moyennes des précipitations annuelles (2006 – 2020).....	29
Figure 20: Evolution des moyennes mensuelles des précipitations (2006 – 2020).	29
Figure 21: Variation des moyennes mensuelles des températures de la période (2006-2020)	30

Figure 22: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (2006-2020).	31
Figure 23: Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2), la région de Tissemsilt (2006-2020).	32
Figure 24: Bio-essais contre les chenilles (original)	34
Figure 25 : La fabrication et l'installation des éco-piège contre la chenille processionnaire (originale).	35
Figure 26: L'activité insecticide de la diatomite sur les larves des chenilles (In-Vitro) (original).	40
Figure 27: Moyennes marginales estimées de mortalité des chenilles.....	40
Figure 28: Un piège dépourvu des chenilles.	41
Figure 29: récolte des chenilles.....	41
Figure 30: à gauche : les chrysalides ; à droite : les chenilles.....	42
Figure 31: Nombres des chenilles récoltées	42
Figure 32: Taux des chenilles récoltées	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Echelle d'évaluation du taux d'infestation (BAGHLOUL ,2014).	10
Tableau 2: Echelle d'évaluation du taux de défoliation (BAGHLOUL ,2014).	11
Tableau 3: Avantages et inconvénients de l'éco-piège (MARTIN, 2005., Leblond et <i>al</i> ,2010)..	15
Tableau 4: analyses physico-chimiques d'un échantillon de la terre de diatomée (BOUNOUIRA et <i>al</i> , 2019).....	20
Tableau 5: Principales filières d'utilisation des produits issus de la diatomite (Colin et al, 2018).	21
Tableau 6: les principaux gisements et la composition chimique de la diatomite en Algérie	21
Tableau 7: Quotient pluviothermique d'Emberger	32
Tableau 8: test ANOVA pour la mortalité des larves des chenilles traités avec la terre de diatomée (TD).	39
Tableau 9: les concentrations létales pour notre terre de diatomée.....	39

Introduction

Introduction

Introduction

La forêt revêt un intérêt particulièrement considérable, car elle forme un élément essentiel de l'équilibre écologique, physique, climatique et socio-économique des régions rurales en particulière (**ABDELMOUMEN, 2009**) et joue un rôle dans la protection contre l'érosion et la désertification.

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**).

Les forêts ont été confrontées à des changements importants au cours des dernières décennies. Aujourd'hui, les forêts méditerranéennes sont sous très fortes pressions liées au changement climatique avec les risques élevés de dégradation des arbres, à des maladies et des bioagresseurs nuisibles et d'incendies à plus fortes intensités (**CURT, 2017**).

La chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775 est l'un des plus grands défoliateurs des forêts résineux dans le sud de l'Europe et le Nord de l'Afrique, en termes de répartition temporelle et géographique ainsi que l'impact socioéconomique (**ROBINET, 2006 ., HODAR et al, 2012**).

La consommation des aiguilles par les chenilles induit une diminution de la croissance de l'arbre, qui peut le rendre sensible aux attaques d'autres ravageurs comme les scolytes ou le pissode (**MARKALAS, 1998**). Les chenilles de processionnaire sont également connues pour leurs propriétés urticantes qui posent de nombreux problèmes sanitaires pour les humains et les animaux (**DUCOMBS et al, 1981**).

La lutte contre la chenille processionnaire du pin a pour principal objectif de maintenir les populations à des niveaux tolérables, afin de protéger la santé humaine et animale ainsi que les peuplements forestiers, mais n'a pas pour finalité son éradication (**LEBLOND et al, 2010**). En raison des effets néfastes de la lutte chimique et la lutte biologique, à base de *Bacillus thuriengiensis*, qui reçoit actuellement un rejet de la part du public. La lutte alternative par utilisation des bios insecticides tels que les terres des diatomées et la lutte intégrée représentent une bonne solution écologique et respectueuse à l'environnement, et à la sécurité sanitaire et humaine.

Introduction

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 sans nuisance (ROSS, 1981)

L'objectif de notre étude était d'évaluer l'efficacité de la terre de diatomée sur la chenille processionnaire ravageurs du pin, « *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775 », et l'installation pour la première fois d'un nouveau piège en vue d'une lutte intégrée et naturel au niveau du parc national de Theniet El had de Tissemsilt.

Notre travail est structuré de manière classique, il s'articule autour de trois chapitres : Le premier volet de l'étude est consacré à une revue bibliographique sur la diatomite et la processionnaire du pin. Puis, Le second Matériel et Méthodes, présente la régions d'étude (Tissemsilt), le matériel utilisé et les méthodes expérimentales adoptées. Les résultats et les interprétations feront l'objet du troisième volet. Enfin, le manuscrit est achevé par une conclusion générale.

Chapitre I

Etude bibliographique

I. La chenille processionnaire du pin d'Alep

La Chenille processionnaire du pin est un insecte de l'ordre des Lépidoptères. Connues pour leur mode de déplacement en file indienne, les larves se nourrissent des aiguilles de diverses espèces de pin, provoquant un affaiblissement important des arbres et des allergies aux personnes exposées aux soies des chenilles (ROBINET, 2006., HODAT et al, 2012).

1. Position systématique

La processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775, a été décrite par Denis et chiffermüller en 1775. Cet insecte fait partie de l'ordre des Lépidoptères et appartient à la famille des Notodontidae et la sous famille des *Thaumetopoeinae*. En latin, *pityocampa* signifie « chenille du pin » (*camp*a = chenille, *pityo*= pin) et *Thaumetopoea* signifie « qui vénère la verdure » (*thaumeto*= vénérer, *poea*= herbe) (RIVIERE, 2011).

- **Règne** : Animalia.
- **Embranchement** : Arthropoda.
- **Classe** : Insecta.
- **Super-ordre** : Endopterygota.
- **Ordre** : Lepidoptera.
- **Famille** : Notodontidae.
- **Sous-famille** : Thaumetopoeinae.
- **Genre** : *Thaumetopoea*.
- **Espèce**: *Thaumetopoea pityocampa*.

Le genre *Thaumetopoea* désigne les thaumétopées, c'est l'unique genre de la famille de *Notodontidae* (FRAVAL, 2007) qui comprend une diversité de 15 espèces de processionnaires dont neuf sont inféodées aux résineux (BASSO et al, 2016). C'est espèces sont 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 *Thaumetopoea bonjeani*, *Thaumetopoea pinivora*, *Thaumetopoea processionea*, ou en fin d'été pour *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775, *Thaumetopoea wilkinsoni*. Le développement larvaire est donc printanier à estival pour les trois premières espèces, et hivernal pour les deux dernières.

2. Plante hôte

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).

3. Cycle de développement

Thaumetopoea pityocampa D&S, 1775 est une espèce monovoltine, Le cycle de développement est généralement annuel se diviser en deux phase une phase aérienne et une phase souterraine.

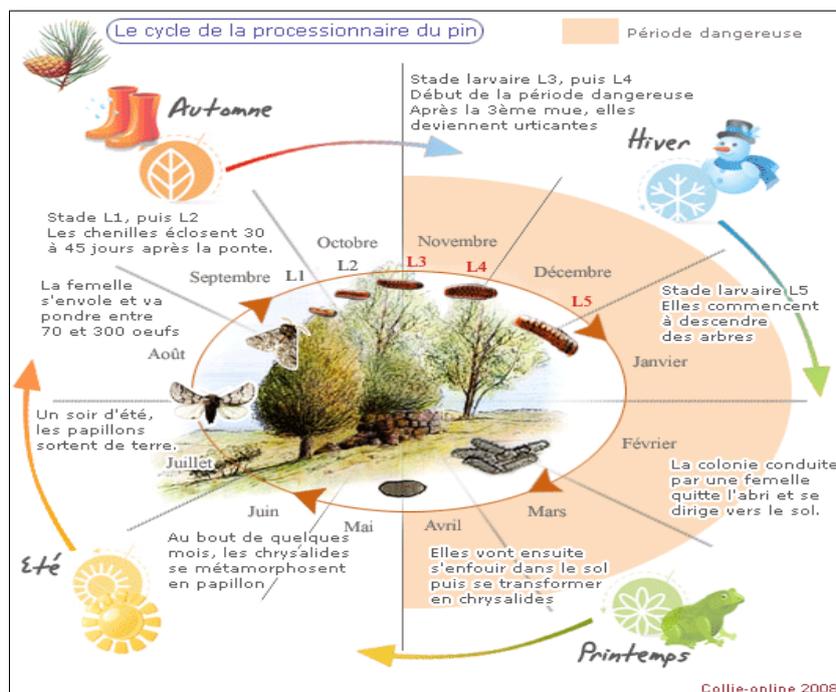


Figure 1: Cycle biologique de la processionnaire du pin (LDC, 2011).

3.1. Phase aérienne

A la fin de l'été, les papillons sortent des chrysalides et émergent de la terre en général au coucher du soleil papillons nocturnes (CARCANAGUE, 2017). Quelques heures après l'accouplement le mâle meurt tandis que la femelle se dépose sur l'arbre hôte pour pondre ses œufs sur l'extrémité d'un rameau appelé manchon de ponte (RIVIERE, 2011). Après la ponte, la femelle s'envole et va mourir quelques heures après. Les œufs sont pondus groupés sous forme d'un manchon de 2 à 5 cm de long, d'aspect beige clair, recouvert d'écailles brunâtres provenant de l'extrémité abdominale de la femelle, et entourant une ou plusieurs aiguilles. Les 70 à 300 œufs vont éclore de 30 à 45 jours après la ponte (RIVIERE, 2011).

Les chenilles éclosent de 30 à 45 jours après l'apparition des adultes Il existe 5 stades larvaires sont identifiables par leur taille, leur couleur et leur quantité de soies, Les jeunes chenilles tissent de légers fils de soies qui forment des pré-nids abandonnés à chaque déplacement. En pleine, la durée moyenne des divers stades L1 à L5 (Figure 4), est la suivante : L1 : 12 jours ; L2 : 14 jours ; L3 : 30 jours ; L4 et L5 : 30 à 60 jours pour chacun (DAJOZ, 1998).

Dès l'arrivée des premiers froids, elles commencent la construction du nid d'hiver qui assure la cohésion du groupe et aussi un accumulateur de chaleur dont la température peut s'élever de 1.5 °C par rapport à l'air ambiant en une heure d'insolation.



Figure 2: Début de construction du nid d'hiver sur pin d'Alep (SAHNOUNE, 2017).

Elles ont lieu à la fin de la vie larvaire de février à mai. La procession est guidée par une chenille le plus souvent une femelle qui se dirige dans la zone la plus éclairée et la plus chaude

du voisinage. Les processions n'ont lieu que lorsque la température du sol est comprise entre 10 et 22 °C (DAJOZ, 1998).



Figure 3: Fin de la procession et début d'enfouissement (JEAN-CLAUDE MARTIN, 2007).

3.2. Phase souterraine

Elle peut durer de quelques jours à plusieurs mois de mars à juillet , les chenilles tissent un cocon individuel de 18 à 25 mm de long et 7 à 8 mm de diamètre 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 (HUCHON ET DEMOLIN, 1970).



Figure 4: Différents stades de la chenille processionnaire (1) chrysalide, (2) papillon, (3) larves (BAGHLOUL, 2014).

4. 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’Egypte (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.

5. Importance des dégâts

La processionnaire du pin provoque des dégâts sur les boisements de pins en forêt, en particulier sur les lisières ou dans les boisements ouverts. La consommation du feuillage, qui peut être intense si les colonies sont importantes, occasionne une défoliation massive et un préjudice important, surtout aux arbres jeunes ou affaiblis (RIVIERE, 2011).

5.1. Conséquences écologiques

La processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775, est le principal insecte défoliateur des pins et du cèdre dans le pourtour méditerranéen (ROBINET et al, 2011). Dès l’éclosion, à l’automne, les chenilles commencent à se nourrir des aiguilles de l’arbre hôte, puis les défoliations s’intensifient au cours de l’hiver (TURPIN, 2006). Les conséquences directes de la défoliation sont l’affaiblissement par diminution du pouvoir de photosynthèse et la perte de croissance des arbres tant en circonférence qu’en hauteur (ARNALDOET al, 2010). Une défoliation même totale ne provoque pas la mortalité des arbres atteints. Les chenilles ont donc

une action néfaste sur la production et l'accroissement des arbres, mais pas directement sur la mortalité des pins (LILIAN, 2016).



Figure 5: la défoliation d'un Pin d'Alep (SAHNOUNE, 2017).

5.2. Risque sanitaire

La processionnaire du pin est très connue pour ses poils urticants qui peuvent entraîner chez l'homme et les animaux de sérieux problèmes d'allergies (Morel, 2008). Elle est considérée comme un agent pollueur de l'environnement par ces propriétés. Les poils sont libérés dans l'air dès que les chenilles se sentent en danger (BOVET, 2006). On peut distinguer quatre types de trouble (WERNO *et al*, 2002) :

- a. **cutané** : (mains, bras, visage, cou) : démangeaisons, voire un œdème qui peut mettre jusqu'à deux semaines à disparaître ;
- b. **oculaire** : si les poils ne sont pas enlevés rapidement, ils peuvent entraîner de graves conséquences : glaucome, cataracte... ;
- c. **3. respiratoire** : une petite gêne peut se faire sentir et même dans certains cas une crise d'asthme.
- d. **4. allergique**

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).

5.3. Conséquences économiques

Les conséquences économiques sont principalement liées aux pertes de croissance en forêt de production, dues aux défoliations massives par les chenilles processionnaires du pin qui

peuvent se répercuter sur plusieurs années (MOREL, 2008) . En outre, La chenille processionnaire peut constituer un vrai problème de santé publique dont, aussi, la prévention, la sensibilisation et le traitement implique des couts importants. Les risques sanitaires de la chenille processionnaire du pin touchent aussi les animaux, notamment les animaux d'élevage dont la ressemblance des symptômes avec des maladies contagieuses du type fièvre aphteuse peut être extrêmement grave pour les éleveurs (RIVIERE, 2011).

6. La 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....) (BAGHLOUL, 2014).

6.1. Enquête d'infestation

Elle était associée à la présence et au nombre de nids d'hiver observés dans 100 arbres. Ces données Seront signalées sur la fiche de la ferme où les taux d'infestation sont déterminés. Prendre Pensez à ne pas confondre le nid d'hiver de l'année en cours avec le nid de l'année en cours ou la nidification de l'année précédente (BAGHLOUL, 2014).

Tableau 1: Echelle d'évaluation du taux d'infestation

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

(BAGHLOUL ,2014).



Figure 6: Un arbre de cèdre de l'Atlas gravement infecté (BAGHLOUL ,2014).

6.2. 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 (**BAGHLOUL, 2014**).

Tableau 2: Echelle d'évaluation du taux de défoliation

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.

(BAGHLOUL ,2014).

7. La lutte contre la chenille processionnaire du pin

La lutte contre la chenille processionnaire est pour l'objectif de protéger la santé humaine et animale ainsi que les peuplements forestiers. Le traitement est dépendant du stade de développement de l'insecte, la localisation géographique et les conditions climatiques.

Il existe actuellement quatre principaux types de mesures de lutte contre ce ravageur : la lutte mécanique, la lutte chimique, la lutte microbiologique et les luttes alternatives, ces dernières étant plus respectueuses de l'environnement. La lutte est d'autant plus efficace qu'elle associe plusieurs techniques (LEBLOND *et al*, 2010).

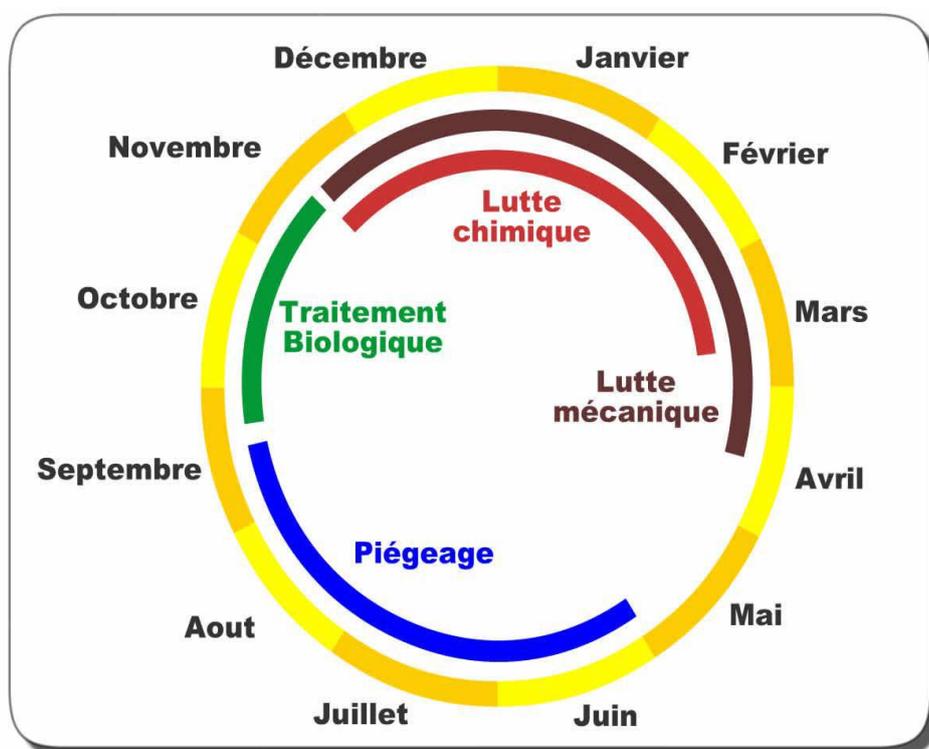


Figure 7: calendrier de lutte contre la chenille processionnaire (MARTIN, 2007).

7.1. Lutte mécanique

Elle consiste à la destruction manuelle des pontes et des nids d'hiver à l'aide d'un échenilloir (figure 8). Elle 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. Cette technique se réalise en été avant l'éclosion des œufs pour les pontes et en hiver pour les nids. Durant cette opération les rameaux infectés sont coupés et brûlés, il faut s'assurer que les

chenilles soient réellement détruites car le tissage avec de la soie des nids est un moyen très efficace de le protéger de l'eau et du feu (**CHAPELIN et VISCARDI, 2012**).

Pour ce type de lutte, le personnel s'équipe d'une protection intégrale : une combinaison recouvrant toutes les parties du corps à laquelle s'ajoutent une paire de lunettes, un masque et des gants (**CARCANAGUE, 2017**).

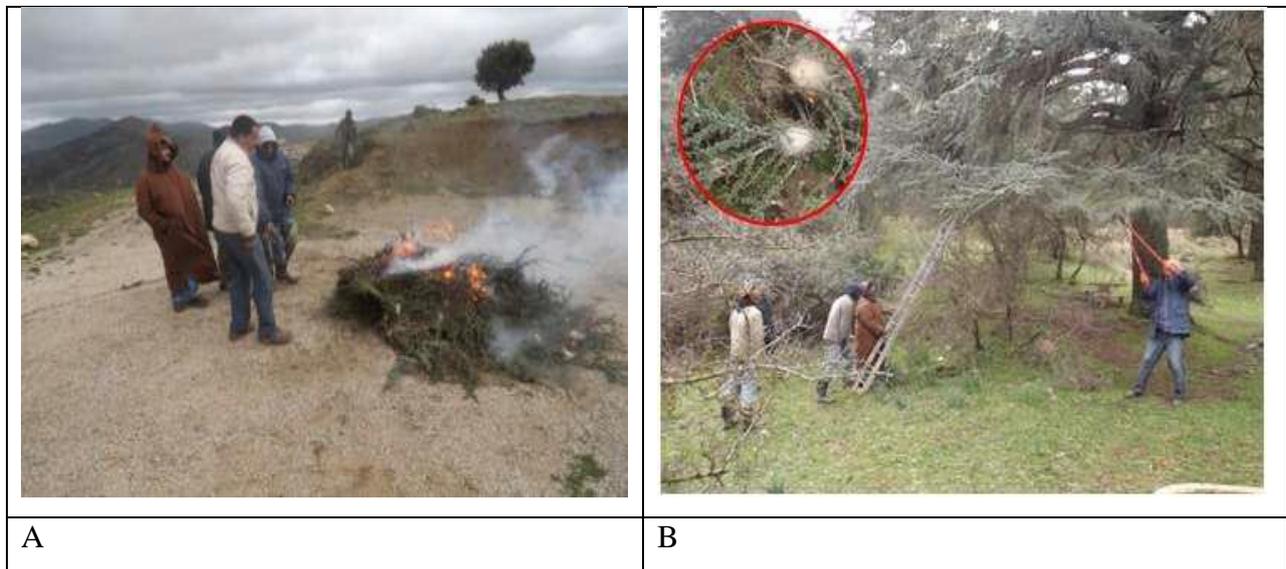


Figure 8 : B : l'échenillage, A: Incinération des branches infectées, au parc national de Theniet El Had (BAGHLOUL, 2014).

7.2. 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 L 5 (**MARTIN et MAZET, 2001**). Ces traitements ont pour but de maintenir des populations d'insectes ravageurs forestiers à un seuil optimal de nuisibilité.

7.3. La lutte chimique

La lutte chimique, utilisée jusqu'au début des années 90, était principalement basée sur l'utilisation d'un insecticide à base de Diflubenzuron, qui s'avérait très efficace (**RIBRIOUX., DOLBEAU, 1975**) cet insecticide utilisé est généralement régulateur de croissance qui perturbe le processus de mue larvaire (**MARTINE, 2005**). Cependant, cette méthode est bannie

aujourd'hui à cause de l'impact écologique du Diflubenzuron qui est un insecticide à large spectre (MARTIN, 2005).

7.4. Luttés alternatives

L'éco piège en est un exemple. Ce dernier est utilisé pour la processionnaire du pin. On utilise un dispositif placé directement sur le tronc de l'arbre «infectée » par la chenille. Alors que les chenilles quittent le nid pour enterrer son cycle devenir un papillon, elles arrivent au niveau de l'éco piège qui pourrait être comparé à un simple sac rempli de terre et fixé au tronc grâce à une collerette qui l'entoure. Les chenilles atteignent la collerette et le contournent jusqu'à ce qu'elles arrivent à un passage comme un Tuyaux, menant à des sacs remplis de terre. Elles tombent un à un dans ce Passage, une fois tout la colonie piégé il reste plus qu'à dézipper le sac en veillant à n'en laisser s'échapper aucune. L'éco piège est composée de trois parties :

- Un collier ajustable et adapté à la circonférence du tronc, il oriente les chenilles dans la seconde partie de la trappe, le tube.
- Le tube permet aux chenilles de courir (comme si elles descendaient le long du tronc) en procession vers la troisième et dernière partie du piège.
- Un sac collecteur plein de terre, fixé au tube et ne permettant pas aux chenilles de sortir.

Ils s'utilisent entre décembre et mai, en fonction du climat de la région. La hauteur du piège doit être suffisamment élevée pour éviter aux enfants et animaux d'y avoir accès, Le meilleur est de laisser cette installation à un professionnel qui va bien régler le collier et qui si nécessaire tailler quelques branches pour maximiser l'action du piège. Cette méthode est très utilisée en zones sensibles telles les zones proches des écoles ou des parcs fréquentés par des enfants. (CARCANAGUE, 2017).



Figure 9: Eco piège pour chenille processionnaire du pin (CARCANAGUE, 2017)

Tableau 3: Avantages et inconvénients de l'éco-piège

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -écologique. -non toxique pour la santé animale et humaine. -limite les risques sanitaires liés à la procession et à la dispersion de poils urticants. -facile d'utilisation, ne s'installe que sur des arbres ayant des nids d'hiver (facilement repérables). -peu coûteux et réutilisable (le piège peut être laissé en place sur l'arbre d'une année sur l'autre, il suffit d'acheter un nouveau sac). -méthode de choix pour les particuliers. -action préventive pour les risques sanitaires. 	<ul style="list-style-type: none"> -l'efficacité dépend de la qualité de la pose du piège : des chenilles peuvent échapper au piège si des espaces sont laissés entre le tronc et la collerette. -équipement de protection nécessaire lors de la manipulation des sacs (gants). -non utilisable à grande échelle. -risque de perforation du sac par des prédateurs.

(MARTIN, 2005., Leblond *et al*,2010)

A une autre étape du cycle de vie des espèces en cause, il est aussi possible de mettre en place des pièges à phéromones. La lutte alternative par phéromone cible la chenille processionnaire du pin à l'âge adulte, et diffère en cela radicalement des techniques de lutte chimique et microbiologique qui visent à détruire les formes larvaires, stade le plus destructeur.

Les phéromones utilisées sont spécifiques d'espèce et donc extrêmement sélectives. Ce piégeage des papillons, basé sur d'une phéromone de synthèse (dans les années), très proche de

la phéromone naturelle, a permis la mise en place de mesures de lutte spécifiques de la chenille processionnaire du pin, en piégeant les mâles par attraction spécifique « mass-trapping » ou en les désorientant par pulvérisation d'importantes doses de phéromones dans l'environnement (confusion sexuelle) (MARTIN *et al*, 2009).



Figure 10: Une grande diversité de pièges à phéromones (MARTIN et BONNET, 2008)

II. Les diatomées :

Les diatomées ou Bacillariophycées sont des algues brunes unicellulaires dont la membrane cellulosique a la propriété de fixer la silice dissous dans l'eau. Elles sont ainsi formées d'une carapace constituée d'une silice hydratée (silice amorphe opaline) nommée « frustule ». Chaque espèce de diatomée se distingue par la géométrie de son frustule. L'accumulation de ces carapaces, dans certains lacs ou fonds marins, forment d'importants dépôts qui, après diagenèse, forment une roche légère et très poreuse : la diatomite (**Colin et al , 2018**) . Il existe plusieurs synonymes pour désigner cette roche, le kieselguhr, bien sûr mais aussi trigoli, farine fossile, blanc d'Espagne terre d'infusoires et la terre diatomée (**WEGMANN et al ,2008**). Leur nom est issu du mot grec « dia » qui veut dire « en divisant » et du mot « temnein » qui signifie « couper ».

La diatomite est donc une roche sédimentaire très légère, très poreuse de couleur varie du gris clair au blanc. Formée essentiellement de restes de diatomées (Figure 11).

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**).

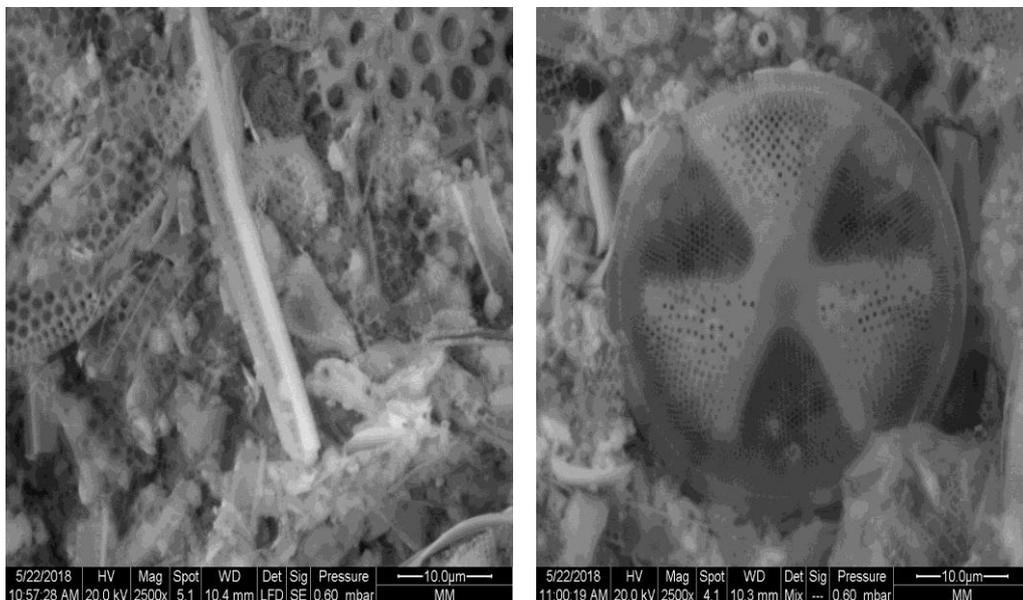


Figure 11: structure microscopique de la diatomite (original)

1. Considérations biologiques et écologiques

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**).

1.2 Morphologie

Une des particularités des diatomées est la présence, tout autour du contenu cellulaire, d'une enveloppe siliceuse appelée frustule (figure12). Ce test a la forme d'une boîte composée de la « base » et de son « couvercle » (hypovalve et épivalve) reliés par des bandes intercalaires appelées ceintures connectives. La géométrie particulière du frustule est caractéristique de chaque espèce de diatomée et permet leur identification. Ce test siliceux est lui-même recouvert d'une fine pellicule organique, le mucilage, qui entre en jeu lors de la mobilité de la cellule et de son adhésion éventuelle à un substrat ou à d'autres cellules. Le frustule et la fine couche organique qui le recouvre constituent la paroi cellulaire de la diatomée (**KROGER et al,1994**).

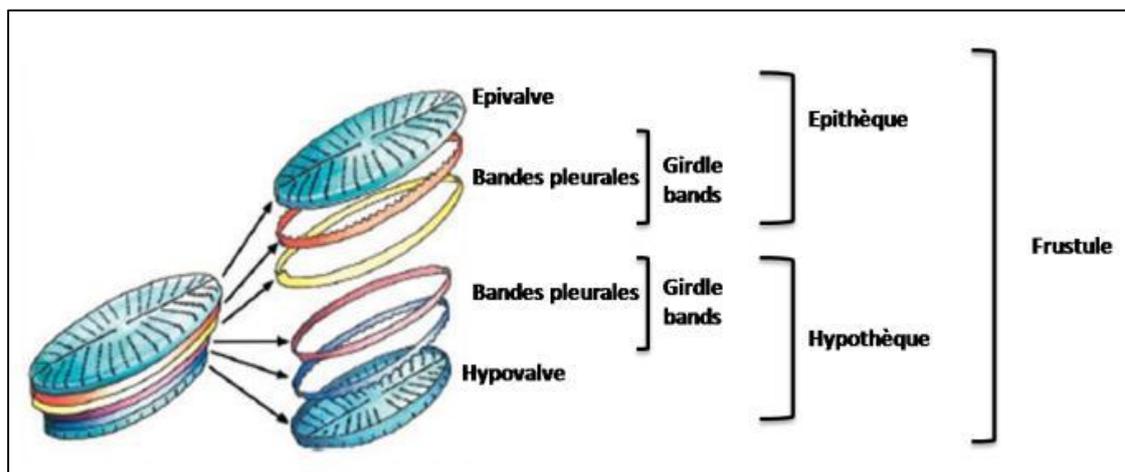


Figure 12: Représentation schématique faisant apparaître les composants siliceux de la paroi cellulaire des diatomées (ZURZOLO et BOWLER, 2001).

Comme tous les organismes eucaryotes, les diatomées possèdent un noyau contenu dans le protoplasme qui présente diverses formes. Les chromatophores entourent le noyau. En fonction des espèces, elles peuvent varier en nombre, taille, forme et position dans la cellule. Les pigments des chloroplastes, les chromatophores, confèrent aux diatomées un aspect brunâtre, ce sont les caroténoïdes (xanthophylle, fucoxanthine...) qui masquent la couleur des chlorophylles et permettent de classer les diatomées parmi les espèces d'algues brun-jaune (**JOHNSTON et al, 2001**).

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 ou moins régulière, en forme de ruche d'abeilles (Figure A).

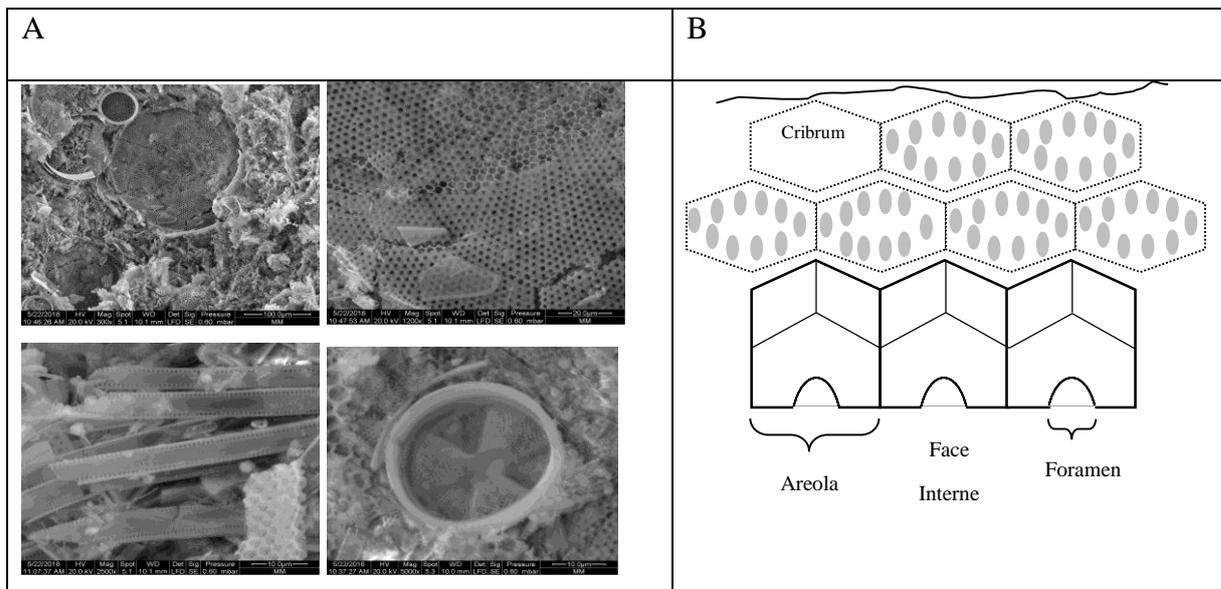


Figure 13: structure microscopique de la diatomite (BOUNOUIRA et al., 2019).

1.3 Répartition sur terre

Les zones de répartition des diatomées, très étendues, comprennent pratiquement tous les domaines aquatiques (eaux douces, saumâtres et marines) (GOSSELIN et al, 1997). Certaines espèces ont même la capacité de se développer dans le sol et en milieu aérien sur les plantes et les roches humides. Leur localisation géographique est aussi très étendue puisqu'elles se retrouvent sous pratiquement toutes les latitudes, avec une prédilection pour les eaux froides. Enfin elles sont présentes dans toutes les gammes de qualité d'eau, depuis les sources non-polluées jusqu'aux milieux les plus dégradés (GELABERT, 2005).

2. Propriétés physico-chimiques de la diatomite

L'analyse minéralogique réalisée par DRX a donné les résultats présentés sur la figure 14.

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 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 % (BOUNOUIRA et al, 2019).

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 %, le Calcite CaCO_3 à 26.9 % et le Quartz SiO_2 à 9.0 % (BOUNOUIRA et al, 2019).

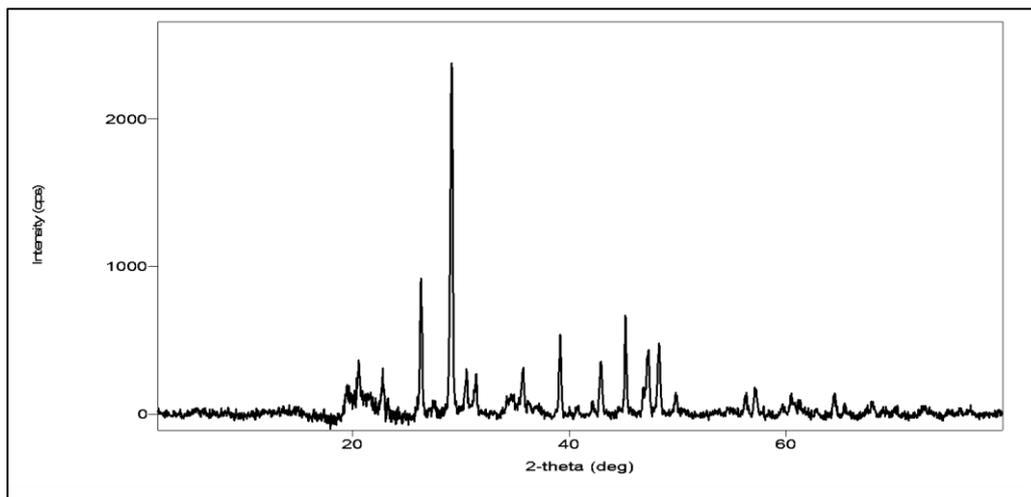


Figure 14: Raies de diffraction X obtenues sur notre échantillon de diatomite (BOUNOUIRA et al, 2019).

Les analyses physico-chimiques de notre échantillon ont donné les résultats suivants (Tab.4) :

Tableau 4: analyses physico-chimiques d'un échantillon de la terre de diatomée

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

(BOUNOUIRA et al, 2019).

La structure générale de la diatomite lui confère les propriétés suivantes :

- **Densité apparente faible** comprise entre 0,08 et 0,5 à l'état sec (0,13 pour les poudres non tamisées et 0,45 pour les blocs) et 1,3 pour les matériaux bruts de carrière contenant 60 % d'eau, la densité réelle étant sensiblement identique à celle de l'opale ;
- **Porosité élevée** (volume des pores – espace interstitiels des frustules = 85-95 %), le contact entre les éléments constitutifs (frustules) se faisant principalement en des points isolés de leur surface, d'où les propriétés isolantes (faible conductivité thermique : 0,07 à 0,2 kcal/m-h-°C) ;
- **Grande surface spécifique** pouvant varier de 3 à 38 m²/g selon le type de produits ;
- **Forte capacité d'absorption** des liquides : jusqu'à 3 à 4,5 fois son propre poids (par exemple : 100 à 300 cm³ d'huile/100 mg) ;
- **Dureté** (échelle de Mohs) : 4,5 à 6,0 en particules et 1,5 en masse, d'où son pouvoir faiblement abrasif (COLIN et al, 2018) ;

- La température de fusion est généralement aux environs de 1590 °C (MERADI, 2009)

3. Principales filières d'utilisation des produits issus de la diatomite

Le Tableau 5 synthétise les différentes filières d'usages possibles des produits diatomiques. les propriétés naturelles de la diatomite, telles que la porosité, la faible densité et l'inertie chimique élevée, se combinent pour faire des produits à base de diatomite un excellent milieu filtrant pour une variété de liquides dans les industries alimentaires, chimiques et pharmaceutiques, avec des utilisations allant de 50 % à 75 % de consommation mondiale.

Tableau 5: Principales filières d'utilisation des produits issus de la diatomite

Principales filière industrielles d'utilisation des produit diatomique		
<u>L'industrie alimentaire :</u> Brasserie Glucoserie Sucrierie Huilerie	-Agent matant et satinant dans les peintures. -Anti-bloquant dans les films PE. -Charges dans les plaque filtrants.	Les absorbantes Les produits réfractaires
<u>Chimie et pharmacie</u>		
<u>Mécanique et métallurgie</u>	-Antimottant pour les aliments pour les bétail.	
<u>Le traitement des eaux</u>	-Charges en papeterie. -supporte de catalyseur.	

(Colin et al, 2018).

4. Principaux gisements de diatomite en Algérie

Tableau 6: présente les principaux gisements et la composition chimique de la diatomite en Algérie

Gisement (wilaya)	Accès desserte	Géologie	Composition, qualité	Utilisations (Production)	Réserves, Conditions de gisement
Noumène (Tlemcen)	W108: 4km Port: Ghazaouet 40km	diatomite avec marnes (Miocène)	Al2O3 6,0% SiO2 57,5% Fe2O3 2,3% CaO 13,34% MgO 2,3% K2O 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
Abdel Malek 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%	Charge, adsorbant, ciment	Couches de 0,5 m Relizane) terminal CaO 13,3% ciment à 2 m d'épaisseur

Chapitre II

Matériels et méthodes

I. La Zone d'étude**1. Localisation et description de la zone d'étude**

Notre étude a été réalisée dans la wilaya de Tissemsilt qui présente une grande partie montagneuse à une vocation agricole, et dominée par l'arboriculture méditerranéenne. La céréaliculture et l'élevage rustique constituent des appoints non négligeables pour les montagnards de l'Ouarsenis.

1.1. Principaux indicateurs de la wilaya

- Superficie de la wilaya : **3151,37** Km².
- Superficie forestière: **417.06** Has (**19** %).
- Population totale : **0997901** habitants dont **60** % de ruraux.
- Population active : **77.976** habitants.
- Nombres des communes rurales : **16/22**.

2. Situation géographique

L'étude est réalisée dans la wilaya de Tissemsilt, qui est située au centre Ouest de l'Algérie du Nord. La région de Tissemsilt qui s'étend sur 3 151.37 Km², se trouve dans les hautes plaines telliennes oranaises. Elle constitue une enclave de contact entre le Tell Méditerranéen et les plaines continentales orano-algeroise (Fig. 16), elle est limitée au Nord par Chlef et Ain Defla et au Sud par Tiaret, à l'Est par Média et à l'Ouest par Relizane.

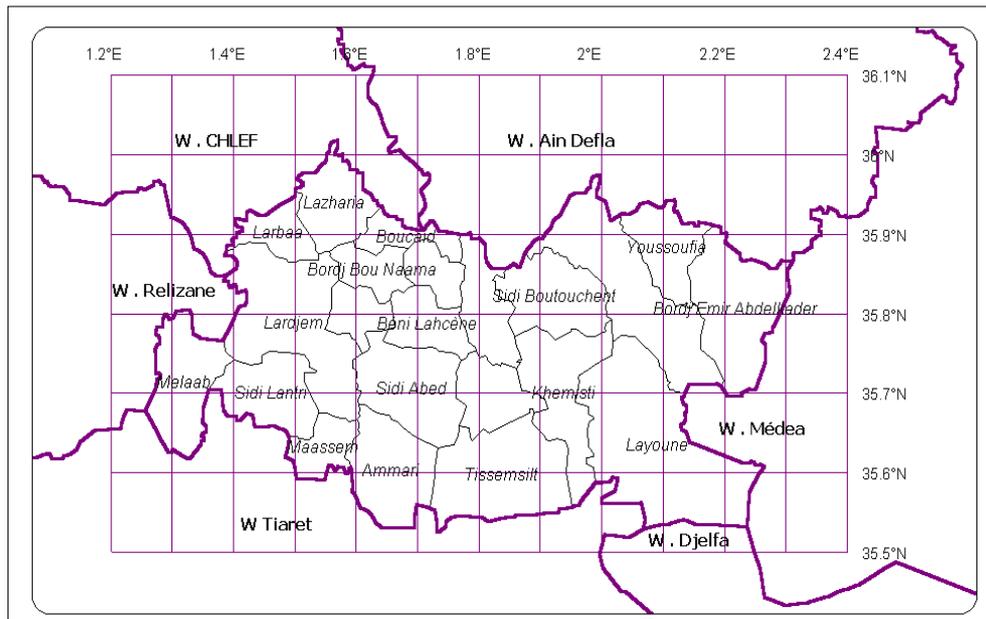


Figure 15: Situation géographique de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).

3. Aspect géologique

La géologie de la région de Tissemsilt s'inscrit dans le cadre de l'évolution de la chaîne tellienne. Le massif de l'Ouarsenis représente une chaîne soulevée, par rapport à la zone du Chélif et les Hauts-Plateaux, par d'importants mouvements épirogéniques. Cet ensemble à structure complexe est formé de 3 sous-ensembles :

Au Nord, la zone interne du socle du djebel Doui constitué de formations de l'ère paléozoïque la zone externe comprenant des unités diversifiées et fortement charriées dont l'âge de sédimentation va du Trias jusqu'à l'Oligocène la bordure sud tellienne représentée par un faciès de remplissage de zones dépressionnaires et subsidences. Il s'agit de formations du Miocène inférieur, du Pliocène et du Quaternaire (DRE,2022) .

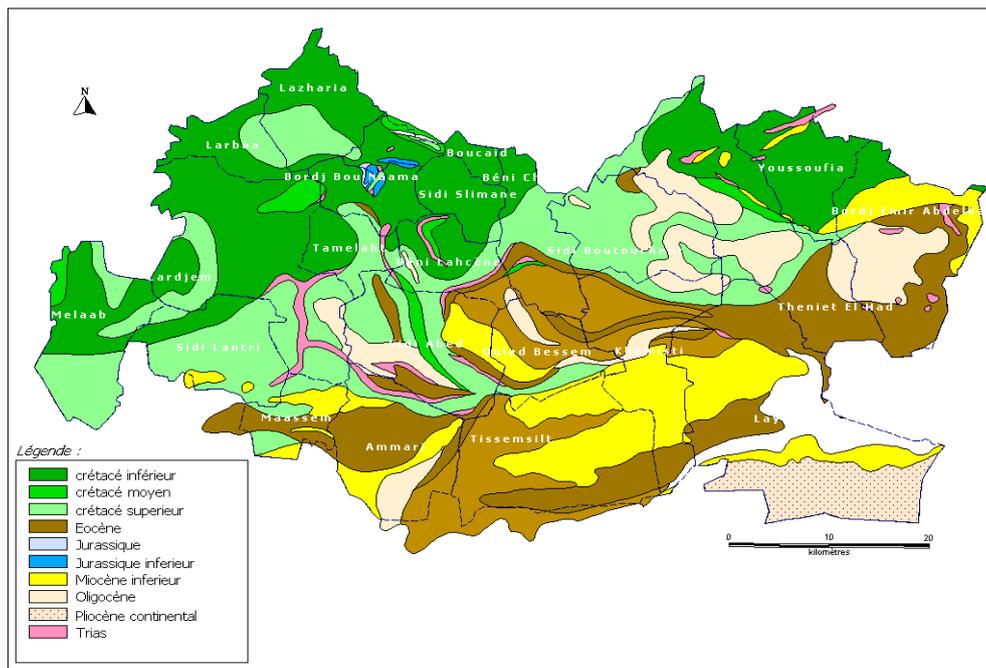


Figure 16: la géologie de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).

4. Hydrographie

Conséquence d'un relief montagneux et très accidenté, un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de Tissemsilt. On y dénombre neuf bassins versants principaux avec cette particularité, qu'aucun d'eux n'est inclus intégralement sur son territoire et chacun s'étend à une des wilayas environnantes. (DREW, 2019).

5. La végétation

L'altitude plus que le sol impose son empreinte en ce domaine. Le manteau forestier demeure sans doute l'élément le plus remarquable du massif de l'Ouarsenis.

Nous rencontrons le chêne-vert sur les terres assez argileuses et le pin d'Alep sur les roches calcaires. Dans les parties basses, où la forêt a été à peu près détruite, c'est le maquis avec lentisques et oliviers. Au-dessus, quand le diss n'envahit pas le terrain, c'est le pin d'Alep qui domine. A partir de 900 mètres, c'est le domaine des chênes (chênes vert – chêne liège et chêne zèen). Au-dessus de 1300 m apparaît le cèdre (djebel MEDDAD en particulier à THENIET EL HAD)(DRE, 2022).

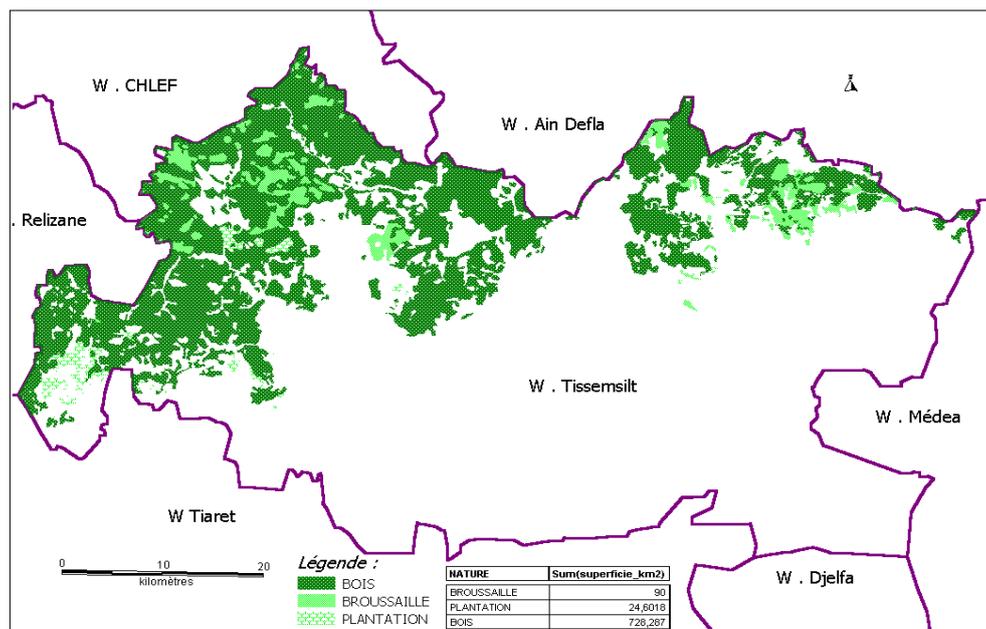


Figure 17: Forêts de la wilaya de Tissemsilt (DRE, 2022).

6. Aspect climatique

Le climat, par ses différents facteurs (température, pluviométrie, vent), joue un rôle déterminant et intervient d'une façon décisive dans la régénération, le développement et la répartition géographique des végétaux (ENDI, 2013).

Pour identifier le climat de la zone d'étude, nous nous sommes référés aux données climatiques fournies par la station météorologiques de la commune de ksar challala de la wilaya de Tiaret (site tutiempo).

6.1. La pluviométrie

La pluviométrie est un facteur écologique fondamentale qui détermine le type de climat, le type de végétation dans une zone, la faune qui l'habitera, ainsi que la densité de la population. Puisque le mode de vie humain est tributaire de l'écosystème et de la disponibilité de l'eau.

6.1.1. Régimes pluviométriques annuels

- Au cours de la période étudiée (2006 – 2020) notre zone d'étude est caractérisée par des moyennes pluviométriques variant entre 662,19mm en 2013 et 278,12mm en 2015.
- Les années les plus pluvieuses sont 2006, 2009, 2013 et 2018.
- Les années les plus sèches sont 2015, 2017 et 2020 (SMK).

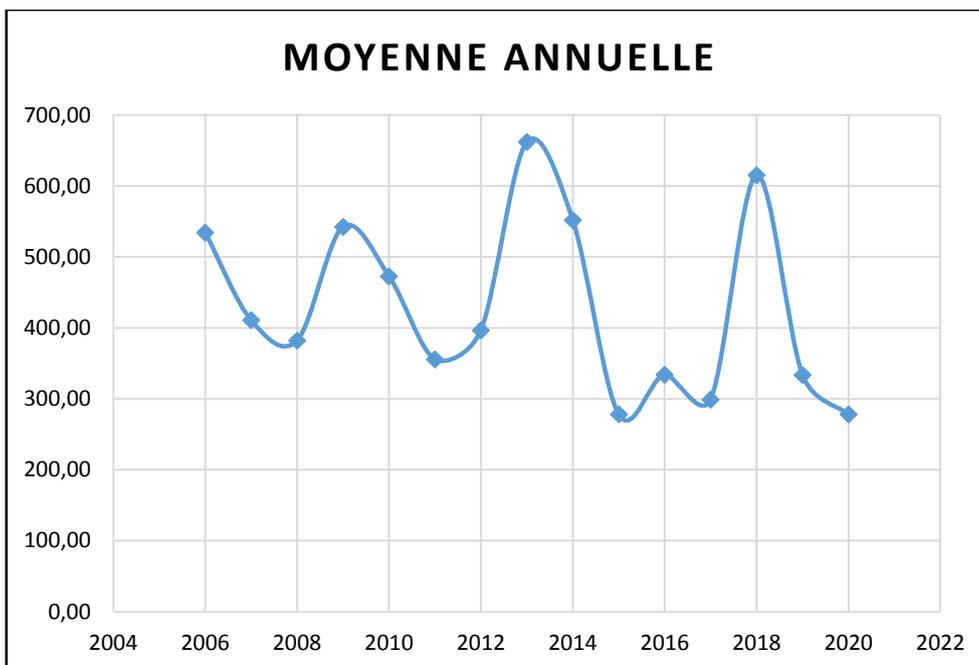


Figure 18: Evolution des moyennes des précipitations annuelles (2006 – 2020) SMK.

6.1.2. Régimes pluviométrique mensuelles

À partir des moyennes mensuelles enregistrées au cours de la période 2006 – 2020 nous remarquons que

- Le mois de novembre est le plus pluvieux
- Le mois de juillet est le plus sec

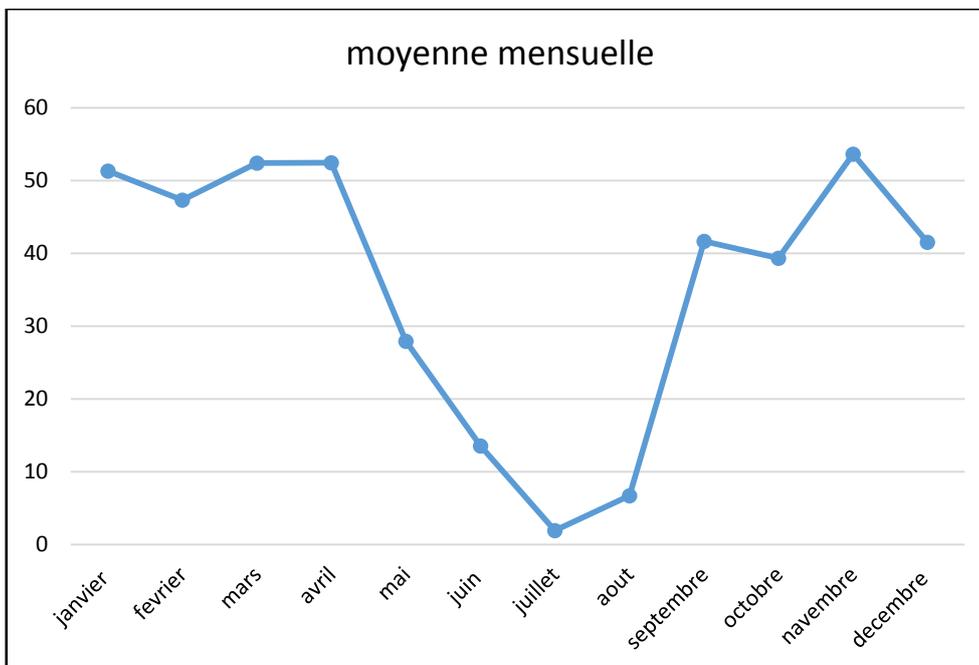


Figure 19: Evolution des moyennes mensuelles des précipitations (2006 – 2020) SMK.

6.2. Température

La température est un des éléments fondamentaux dans l'établissement du bilan hydrologique et dans la détermination du caractère climatique d'une région, Chaque espèce tolère une gamme de température dont les valeurs minimales et maximales définissent ses limites écologiques. Le facteur climatique a été défini par **PEGUY** (1970) comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable.

6.2.1. Température moyenne mensuelle

Durant la période 2006 – 2020 Les moyennes mensuelles des températures confirment les températures les plus basses sont enregistrer au mois de janvier avec une moyenne ne dépasse pas 3,93°C et les températures les plus élevée sont situer au mois de juillet avec une moyenne 27,44°C.

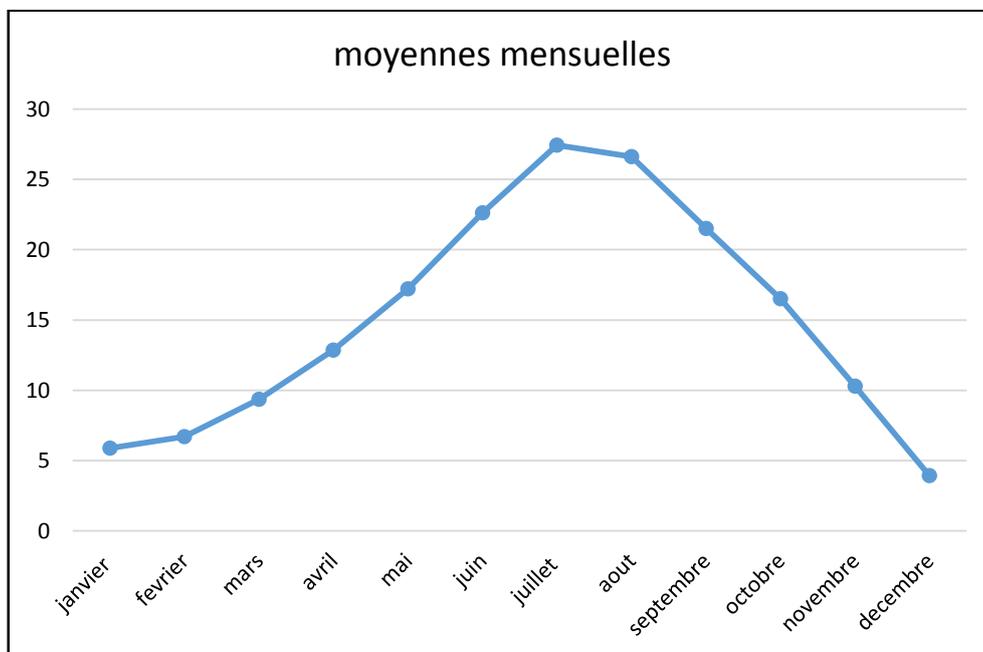


Figure 20: Variation des moyennes mensuelles des températures de la période (2006-2020)

SMK

6.3. Synthèse climatique

6.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats, en concéderont qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimer en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimé en degré Celsius. les périodes d'aridité sont celles

durant lesquelles la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (MEBARKI A, 2005).

Selon le diagramme ombrothermique (figure,22), la période sèche s'étale sur 5 mois de mai jusqu'au début de septembre. et la période humide est de octobre à avril .

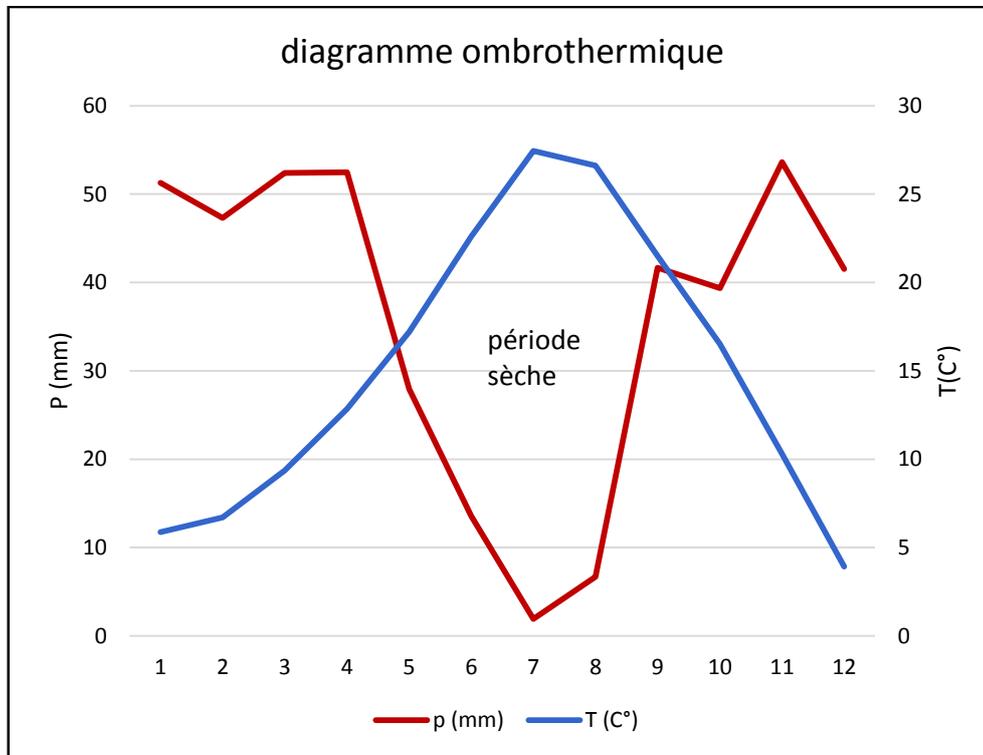


Figure 21: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (2006-2020) SMK.

6.3.2. Quotient pluviométriques et climagramme d’Emberger

Emberger a étudié les types de climats de la région méditerranéenne. Il a proposé le Quotient pluviométriques Q² (indice pluviométrique d’Emberger. Par utilisation de trois facteurs fondamentaux :

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

En 1969, STEWART établir à partir d’une simplification de la formule précédente pour l’Algérie et le Maroc une nouvelle formule du quotient pluviométriques qui se présent comme suit :

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

Tableau 7: Quotient pluviothermique d’Emberger

Période	P	M	m	Q ²
(2006 – 2020)	429,89	35,68	0,68	42.2

Pour la région de Tissemsilt la valeur de Q³ est de 42.2, rapporter sur le climagramme d’Emberger. Cette valeur classer la région de Tissemsilt dans l’ambiance climatique semi-aride à hiver ferait pendant la période (2006 – 2020).

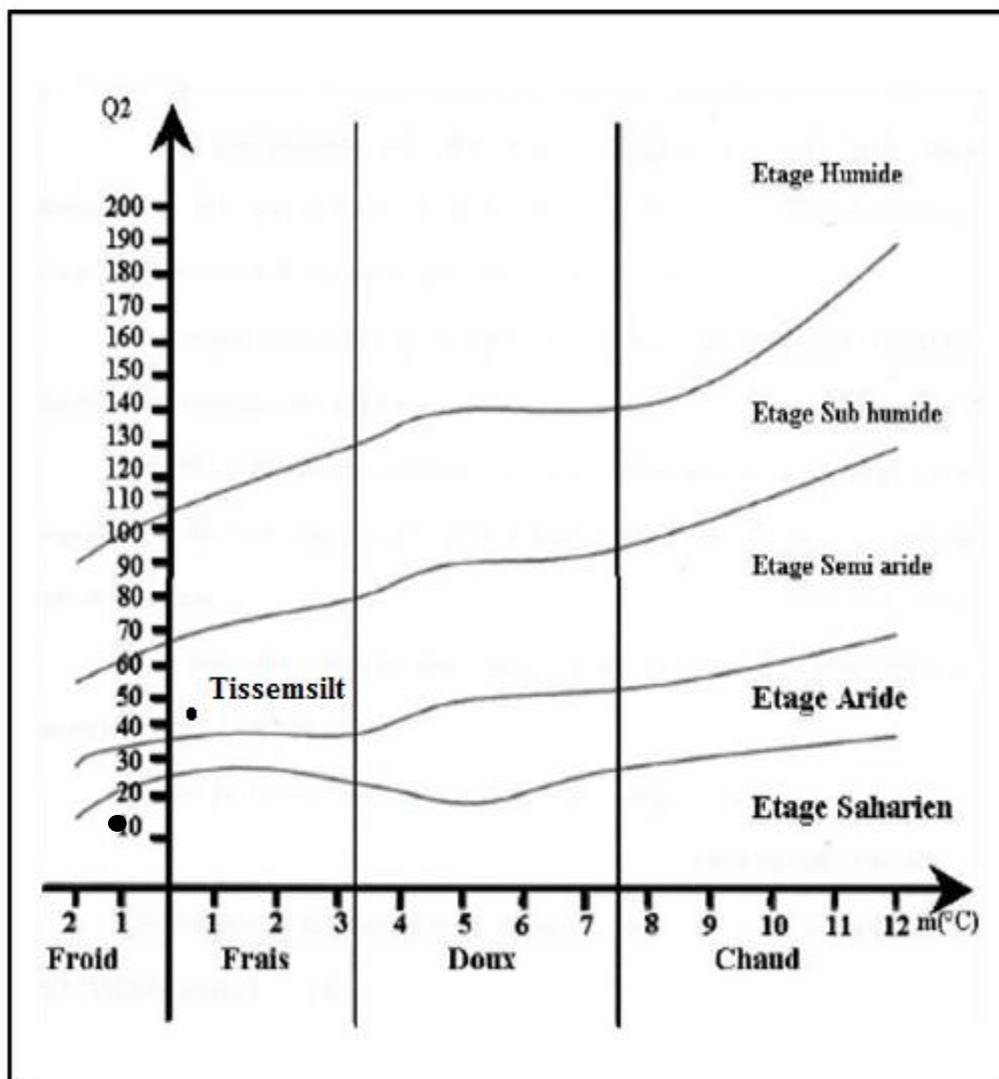


Figure 22: Climagramme pluviothermique d’Emberger (Q2), la région de Tissemsilt (2006-2020) SMK.

II : Partie expérimentale

Dans notre travail, nous nous intéressons à un matériau local appelé la diatomite, qui est plutôt abondant en Algérie, 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 sans nuisance (**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**).

Terre de diatomée se composé généralement de niveaux élevés de dioxyde de silicium (plus de 80%) et les formes d'oxyde d'autres minéraux, selon leur origine. Il est broyé pour obtenir des particules fines sans plus nécessaire traitements, et appliqué directement sur le produit comme une formulation de poussière en mélangeant avec elle (**SAIT et al, 2020**).

1. L'activité insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775**1.1. Objectifs de l'étude**

Le présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité de la terre de diatomée sur la mortalité la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775.

Nous avons réalisé nos essais dans laboratoire pédagogique de faculté des sciences et de la technologie de l'université de Tissemsilt.

Plusieurs raisons ont présidé à ce choix : il s'agit d'un insecte redoutable du pin d'Alep, responsable des ralentissements de la croissance de l'arbre, ainsi il constitue un problème de santé publique.

1.2. Collecte des insectes

Pour notre étude nous avons choisis la chenille processionnaire ravageurs des plantation forestières notamment le pin d'Alep au stade L3. Les larves ont été collectées suivant un échantillonnage aléatoire au niveau de la région de Tissemsilt.

Peu de temps après, ces chenilles ont été transportées dans des boites en plastique contenant des aiguilles de pins, au laboratoire.

1.3. Tests insecticides (In-vitro)

Les insectes ont été placées dans des boîte de pétris de 89cm³ de volume contenant des aiguilles du pin pour assurer la nourriture.

Les insectes ont été exposés à la terre de diatomées à différentes concentrations : 0.0mg/cm³ ; 5mg ; 7mg ; 9mg ; 11mg ; 13mg et 15mg/cm³. L'ensemble des boîtes de pétris contenant les chenilles ont été mises en laboratoire à 24° ± 2°C. Nous avons contrôlé leur taux de mortalité toutes les 24h jusqu'à 120h d'exposition.



Figure 23: Bio-essais contre les chenilles (original)

2. L'activité insecticide de la diatomite sur la chenille processionnaire *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775 (in-vivo)

La chenille processionnaire du pin est un des plus grands ravageurs forestiers sur l'ensemble des pays méditerranéens. Elle provoque un ralentissement de la croissance de l'arbre, une vulnérabilité plus forte aux maladies, elle est le stade larvaire d'un papillon nocturne. La naissance de ce papillon se produit en été, où la femelle pond ses œufs et attend pour éclore. Après l'éclosion, vers la fin de l'été, ces chenilles sont encore très petites (3 mm à peine), et en colonies, elles tissent des nids temporaires aux extrémités des branches d'arbres. En hivers, lorsque les conditions de vie ne sont plus propices à leur épanouissement, elles descendent alors de l'arbre, toujours en procession. Et c'est donc à ce moment que vous pouvez les piéger facilement, car elles ont besoin de s'enterrer dans la terre pour leur chrysalide. Donc on peut dire que le moment propice pour le piégeage est entre décembre et mai.

2.1. La fabrication de piège à chenille processionnaire

En vue d'une lutte intégrée contre la chenille processionnaire, nous avons fabriqué un piège écologique avec des matériaux faciles à trouver et non coûteux avec une méthode plus pratique et facile à fabriquer (Fig. 25).

Nous avons installé deux pièges au mois de avril au niveau du parc national de THENIET EL HAD (Fig. 25E).

2.2. Matériels utilisés pour les pièges

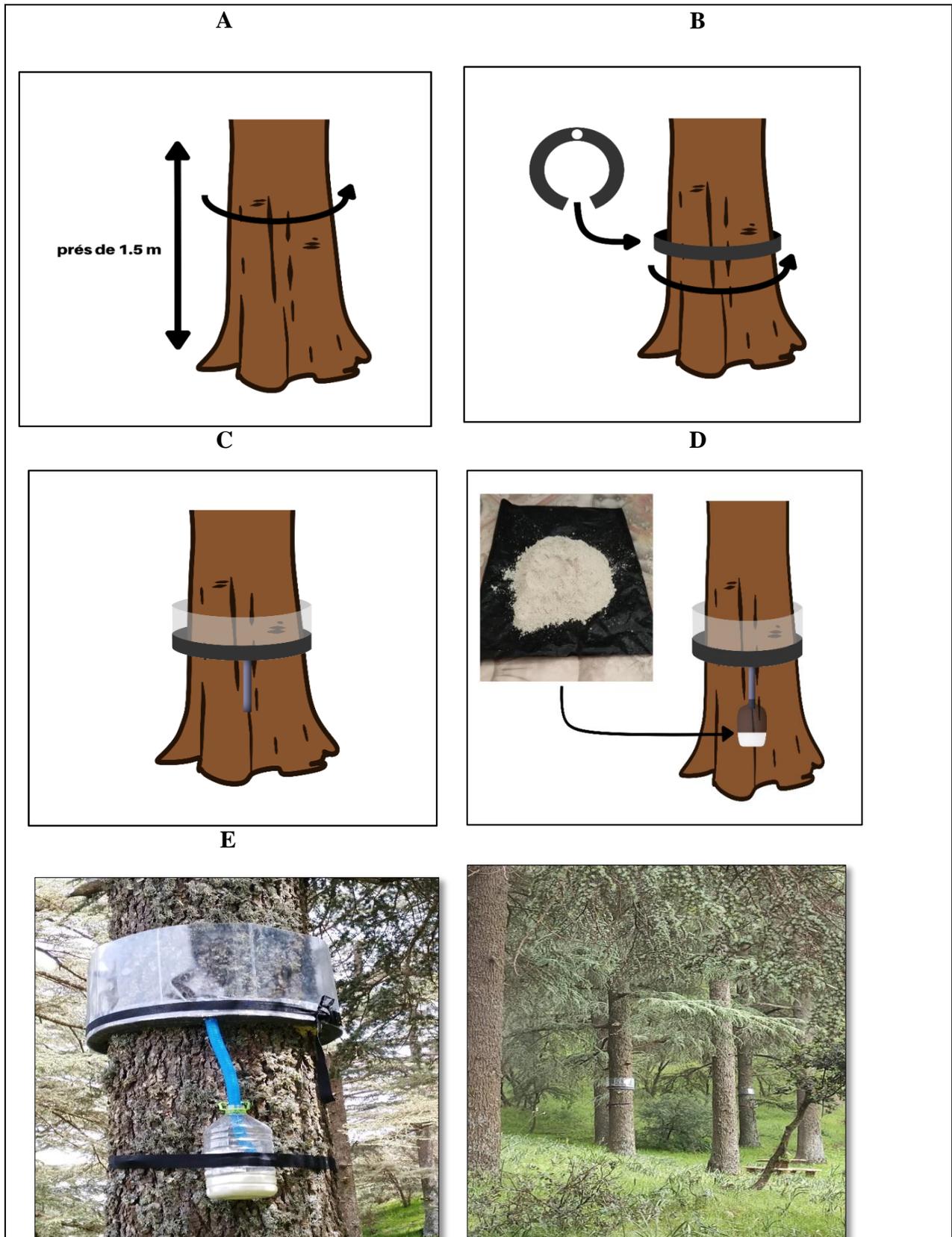


Figure 24 : La fabrication et l'installation des éco-piège contre la chenille processionnaire (originale).

- Une plaque de plexi souple ;
- Eponge;
- Tuyau de plastique ;
- Une bouteille de plastique de 3 litres environ ;
- La sangle à cliquer ;
- Un peu de terre de diatomée.

2.3 L'installation des pièges

En hauteur environ de 1.5m, pour être loin de l'action de l'homme et les animaux, nous avons frotté l'écorce de l'arbre de manière pour avoir une surface lisse ;

- Nous avons mesuré la circonférence de l'arbre pour fabriquer le piège selon la largeur de l'arbre (Fig. 25A) ;
- Nous avons découpé l'éponge et les feuilles de plexi souple selon les mesures de la largeur des arbres (Fig. 25B) ;
- Nous avons fixé la feuille de plexi avec l'éponge à l'aide de la colle, en laissant un trou pour placer le tuyau de plastique d'environ 50cm pour orienter les chenilles vers la bouteille (Fig. 25C) ;
- A la fin du tuyau nous avons inséré une bouteille contient de la terre de diatomée, dans laquelle nous allons piéger les chenilles (Fig. 25D) ;

Les chenilles doivent être drainées vers le sac ou la bouteille, et ne doivent pas avoir un moyen de s'y échapper.

Nous avons installé les deux pièges au niveau du parc national de Theniet El had de Tissemsilt le 25 Avril 2022, mais à cause des perturbations climatiques de cette année nous avons marqué une apparition tardive de la chenille processionnaire, et cela nous a obligées de désinstaller les pièges le 04 Juin 2022 avant la période de la nymphose, et nous avons terminé notre travail immédiatement après avoir compté les chenilles vivantes, les chenilles mortes et les chrysalides.

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), 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**).

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 calcul des 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

Résultats et discussion

I. Résultats

1. Activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire

Le tableau suivant montre que le taux de mortalité de la population des larves de la chenille processionnaire a été hautement significatif en fonction des doses et du temps ($P < 0,01$, $P < 0,005$, respectivement).

Tableau 8: 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/ cm³.

Sources	ANOVA	DDL	SS Carré	moyen F	Pr > F
doses	87,5619	20	4,3781	6,227	1,35E-09
Temps	242,152	4	60,5381	86,1	3,44E-28

2. 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.

Tableau 9: suivant présente les concentrations létales pour notre terre de diatomée

Doses Létales (DL)	Estimation
10	0,002
20	0,009
30	0,024
40	0,056
50	0,120
60	0,260
70	0,593
80	1,558
90	5,945
95	17,962

Le tableau 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 0,120 mg/cm³ et CL₉₀ de 5,945 mg/ cm³.

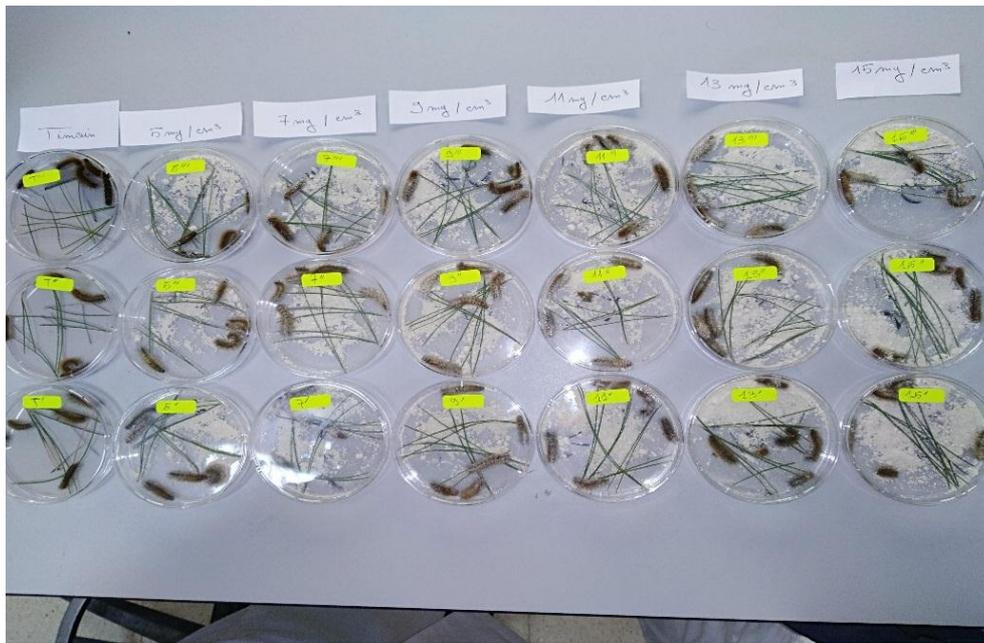


Figure 25: L'activité insecticide de la diatomite sur les larves des chenilles (In-Vitro) (original).

3. Moyennes marginales estimées de mortalité

Pour bien comprendre la relation entre les doses utilisées 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, nous remarquons que la moyenne de mortalité augmente avec l'augmentation des doses utilisées pour atteindre son maximum (04 individus par répétition) avec la dernière dose (15mg/cm³).

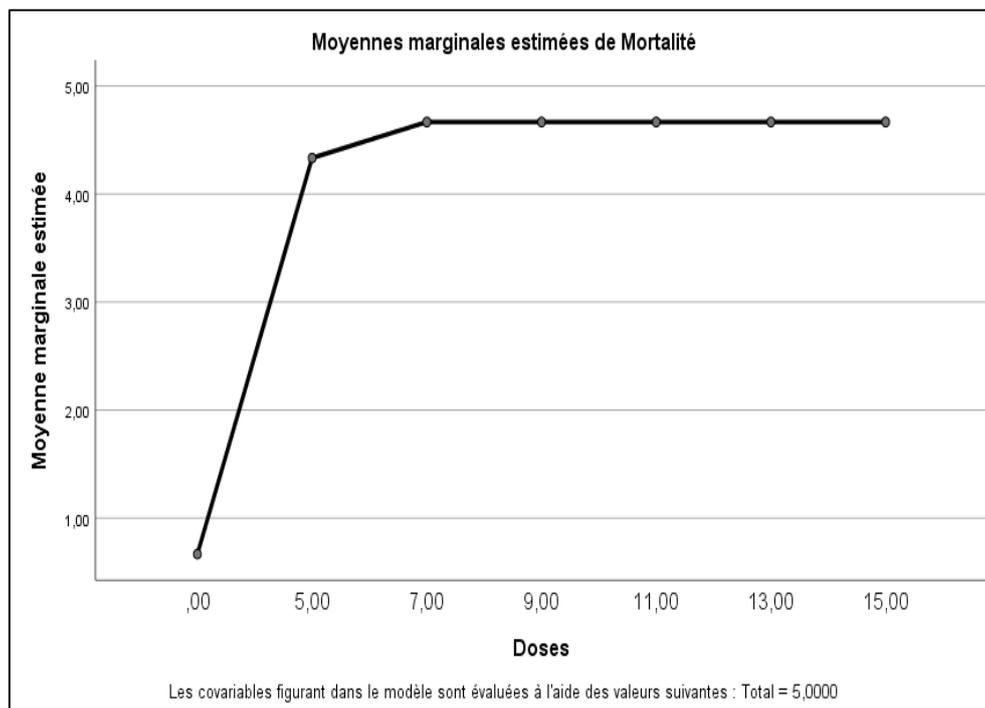


Figure 26: Moyennes marginales estimées de mortalité des chenilles.

4. Récolte des chenilles après la désinstallation des pièges (In-Vivo)

Nous n'avons marqué aucune chenille dans le premier piège (Fig. 28), tandis que nous avons marqué 70 chenilles dans le deuxième piège, dont nous avons marqué 35 chenilles mortes, 30 chenilles vivantes et 5 chrysalides (Fig. 29 et Fig. 30).



Figure 27: Un piège dépourvu des chenilles.

Nous avons mentionné précédemment que nous avons installé les deux pièges au niveau du parc national de Theniet El had de Tissemsilt le 25 Avril 2022, mais à cause des perturbations climatiques de cette année nous avons marqué une apparition tardive de la chenille processionnaire, et cela nous a obligées de désinstaller les pièges le 04 Juin 2022 avant la période de la nymphose, et nous avons terminé notre travail immédiatement après avoir compté les chenilles vivantes, les chenilles mortes et les chrysalides.



Figure 28: récolte des chenilles.



Figure 29: à gauche : les chrysalides ; à droite : les chenilles

Nous avons expliqué précédemment que les perturbations climatiques de cette année ont empêché l'apparition des chenilles avant le mois de Juin, et cela ce que nous explique le manque de l'apparition des chenilles dans le premier sujet malgré les nids au niveau des arbres.

Après le calcul des pourcentages nous avons remarqué un taux très important des chenilles mortes de 50% (35 individus) directement après la désinstallation du piège, comme nous avons remarqué un taux de 42,86% (30 individus) des chenilles vivantes et 7,14% (5 individus) des chrysalides (Fig. 31 et Fig. 32).

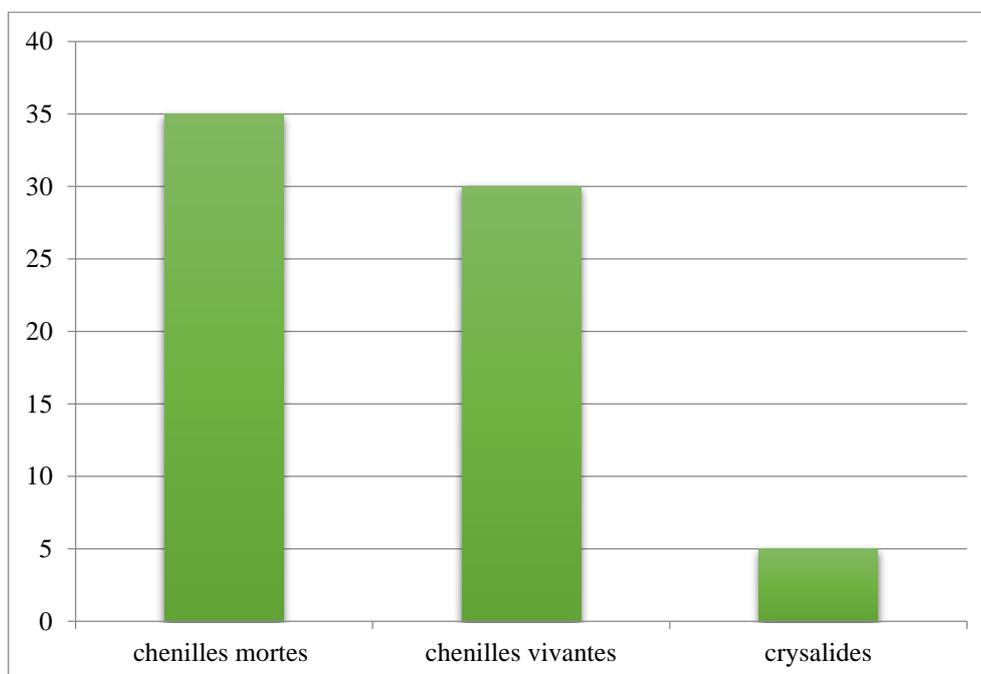


Figure 30: Nombres des chenilles récoltées

Nous étions obligés de terminer notre travail immédiatement après avoir compté les chenilles vivantes, les chenilles mortes et les chrysalides, et c'est parce que nous avons limité avec le temps.

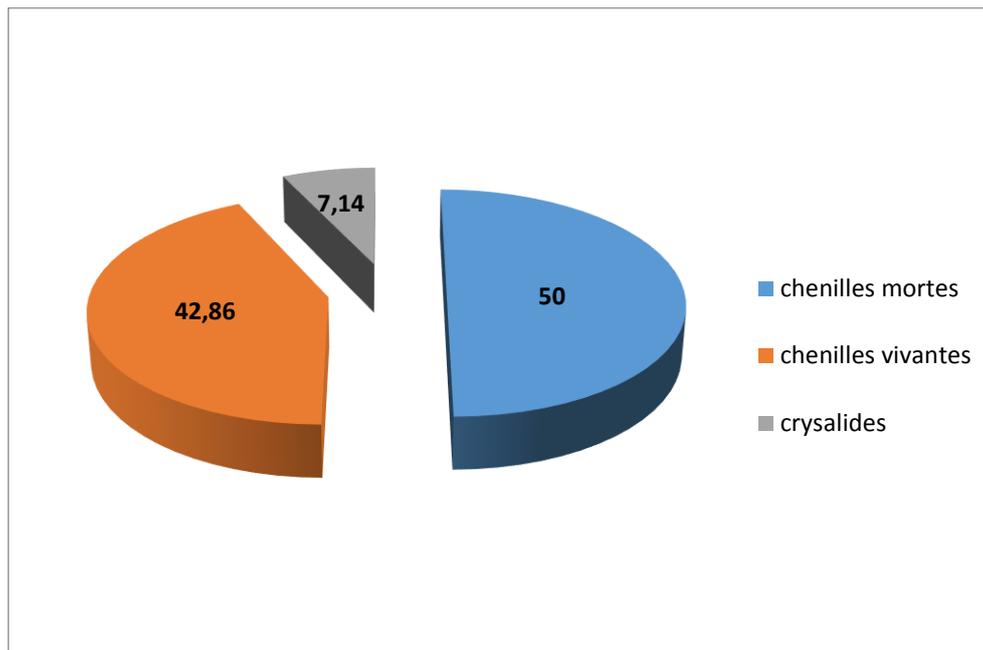


Figure 31: Taux des chenilles récoltées

II. Discussion

Dans cette étude, nous avons testé l'activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775) dans le laboratoire, ainsi que nous avons installé des pièges de diatomite au niveau du parc national de Thniet El Had de Tissemsilt.

Le résultat obtenu montre que, la terre de diatomée 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 0,120 mg/cm³ et CL90 de 5,945 mg/cm³.

Après la désinstallation des pièges nous avons marqué un taux des chenilles mortes de 50% (35 individus), 42,86% (30 individus) des chenilles vivantes et 7,14% (5 individus) des chrysalides.

L'humanité a lutté pendant des siècles pour minimiser les dommages causés par les insectes ravageurs, par plusieurs moyens et méthodes : la lutte biologique par utilisation des prédateurs, des parasitoïdes et des agents pathogènes, la lutte physique (mécanique) par soumettant l'insecte à l'action de moyens artificielles de capture ou d'évitement du contact avec l'hôte (**CUISANCE et al, 1994**).

Malgré la nocivité et le non durabilité, la lutte chimique reste la plus utilisée et la plus appréciée par l'utilisation des insecticides conventionnelle pour l'élimination des ravageurs, le micro-organisme et d'autres agents de maladie chez les végétaux, en raison de l'efficacité rapide de ces substances. Dans le contexte de la lutte alternative nous avons testé l'activité insecticide de la diatomite contre la chenille processionnaire.

D'après les résultats, nous constatons que le taux de mortalité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition ces résultats concordent avec l'étude de (**Lot, 2020**).

De nombreux insecticides à base de la diatomite ont été appliqués pour lutter contre les ravageurs dans diverses zones, mais le plus souvent les ravageurs dans les maisons et les jardins, et dans la protection des produits agricoles stockés. L'application aux plantes en croissance (plantes fruitières, vignes et légumes) est occasionnelle (**KORUNIC, 1997**).

L'étude de **KORUNIC, 1997** a montré que l'efficacité de l'activité insecticide de la diatomite dépend de plusieurs facteurs clés : distribution uniforme de la taille des particules, un pourcentage plus élevé de particules dont le diamètre est inférieur à 12 µm, une plus grande surface active et une plus grande adsorption d'huile, Valeur de pH inférieure à 8,5, densité de la diatomite et teneur en SiO₂ amorphe élevée.

Nombreux travaux ont été évalués avec succès l'efficacité de terre de diatomée par rapport aux différentes espèces d'insectes, *Agriotes lineatus* (BOUNOUIRA et al, 2019) ; *Sitophilus oryzae* (Sait et al, 2020) ; *Callosobruchus maculatus*, *Oryzaephilus surinamensis* (HAMID-REZA et MARZIEH, 2021) ; *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775 (Lot, 2020) ; *Rhyzopertha dominica* (Fields et Korunic, 2000) ; *Callosobruchus maculatus* (Islam et al, 2010). En 1943, l'USDA, dans une étude contrôlée, a constaté que terre diatomée a eu une mortalité de 86% contre les charançons des pois. D'autres témoignages indiquent qu'il est efficace dans le contrôle des pucerons, brun acariens, acariens araignées rouges, pyrales des rameaux, teignes orientales des fruits et dorlotés mois dans les vergers (ALLEN, 1972 ; DECROSTA, 1979).

Selon Korunic (1994), il existe une variabilité de la sensibilité des différents insectes à la terre de diatomée.

Pour comprendre le mode d'action de TD des chercheurs ont abordé des différentes théories : endommagement de tube digestive de l'insecte (JACKSON et WEBLEY, 1994; LOSIC et KORUNIC, 2018) ; endommagement de la couche protectrice de cire des insectes sur la cuticule (EBELING 1971) ; l'élargissement superficiel du tégument suite à la déshydratation (ZACHER et KUNICKE, 1931) ; le blocage des spiracles et des trachées (WEBB, 1945). Parce que son mode d'action est entièrement mécanique, les insectes ne peuvent pas développer une résistance à la terre de diatomée (ABRAMS, 1954).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Cette étude est un premier pas vers la fabrication d'un nouveau piège en vue d'une lutte intégrée contre la chenille processionnaire *Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775. D'après les résultats de notre étude, nous avons conclu que la terre de diatomée avait une activité insecticide très importante sur la chenille processionnaire.

Notre bio essai donnée des résultats hautement significatifs, avec un CL50 de 0,120 mg/cm³ et CL90 de 5,945 mg/ cm³.

Les taux de mortalité moyenne augment avec l'augmentation des dose et du temps pour atteindre son maximum à la dose de 15 mg/ cm³ après 120h d'exposition.

D'après l'application de la terre de diatomée in situ qui nous a donné une taux très important de chenilles mortes (50%), et un taux de 42,86% des chenilles vivantes et 7,14% des chrysalides, Nous envisageons que il est possible d'obliger la chenille de continue leur développement dans des condition défavorable, et entraîner ainsi une mortalité pouvant atteindre 100 %.

Ces résultats nous permettent de proposer ce produit naturel comme alternative aux insecticides pour lutter contre les insectes, et de proposer ces pièges comme une moyenne de lutte intégrée qui mérite d'être reprise et développée pour mieux préserver notre santé et l'environnement.

Références bibliographique

Références bibliographique

Références bibliographique

1. **Abdeelmoumen Y., 2009**, écologie et l'environnement en Algérie, qui faire pour sauver la foret algérienne. Revue de web écologique de Nouara : 3p.
2. **Abrams K., 1954**, diatomaceous earth pneumoconiosis. *Am. J. Public Health* .44:592-599.
3. **Allen F., 1972**, a natural earth that controls insects. *Organic Gardening and Farming*. 19: 50-56.
4. **Arnaldo P.S., Chacim S., Lopes D., 2010**, Effects of defoliation by the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* on biomass growth of young stands of *Pinus pinaster* in northern Portugal. *Forest. Biogeosciences and Forestry*, 3:159-162. données actuelles sur les venins et les moyens de lutte. Thèse.Méd.Vét., Nantes, N(97) : 182p.
5. **Basso A., Negrisolo E., Zilli A., Battisti A., Cerretti P., 2016**, A total evidence phylogeny for the processionary moths of the genus *Thaumetopoea* (Lepidoptera: Notodontidae: Thaumetopoeinae). *Cladistics*. 1-17. 10.1111/cla.12181.
6. **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.
7. **Beker M., Picard J.F., Timbal J., 1982**, Larousse des arbres et arbustes de l'Europe occidentale Librairie Larousse, Paris: 330 p.
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. biosilica. *Science*, 295, 2430-2433.
9. **Bouguenna S., 2011**, Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinushalepensis* de la région de Djerma(Nord-est du parc national de Belezma, Batna).
10. **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*., Vol 28, No. 12A/2019 : 9956-9962.
11. **Bovet R., 2008**, La chenille processionnaire : un problème de santé publique. *Le journal des médecins libéraux*, N°29: 12-15.
12. **Carcanague., 2017**, Les chenilles processionnaires du pin et du chêne : risques liés à leurs envenimations et à leur expansion sur le territoire français, conseils et traitements associés, thèse de doctorat, Université de Limoges, Faculté de Pharmacie.
13. **Colin S., Charles N., Lefebvre G., 2018**. Mémento Diatomite. Rapport final. Rapport BRGM/RP, 68326, FR, p11.

Références bibliographique

14. Cuisance D., Barré N., Deken R., 1994, Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 13 (4): 1305-1356.
15. Curt T., 2017, Conséquences du réchauffement climatique sur le risque incendie de forêts. Irstea- note pour la Commission du Développement Durable et l'Aménagement du Territoire Audition à l'Assemblée nationale, le 27 octobre 2017 : 4p.
16. Dagnelie, P., 1975. Théorie et méthodes statistiques: Application agronomique, vol II.
17. Dajoz R., 1998, les insectes et la forêt. Ed. Lavoisier Tech& Doc. Paris : 594p.
18. Decrosta A., 1979, mother nature's bug killer, org. Gard. 26: 38-44.
19. Demolin G., Millet A., 1981, Essais insecticides contre la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.). Action comparative de différentes spécialités commerciales de Bactospeine, Dipel, Thuricide et Dimilin. *Ann. Sci. Forest* :389p.
20. DGF., 2004, Programme d'Action National sur la lutte contre la Désertification : 104p.
21. DRE., 2008, Schéma directeur de la wilaya de Tissemsilt. Mission 1. état des lieux.
22. Ebeling W., 1971, Sorptive dust for pest control. *Annual Review of Entomology*. 16:123-158.
23. 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. *J. Stored Prod. Res.* 36(1): 1-13.
24. Gachi M., 1989, Eco-biologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powel. (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae*) en Algérie. Séminaire International de Biologie Constantine: 13p.
25. GELABERT A., 2005, Caractérisation physico-chimique des interactions métaux-diatomées mémoire de doctorat de l'Université Paul-Sabatier , p12.
26. Gosselin M., Levasseur M., Wheeler P. A., Horner R. A., and Booth B. C., 1997, New measurements of phytoplankton and ice algal production in the Arctic Ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 44(8): 1623-1625.
27. Hamid-reza p., Marzieh., 2021, Diatomaceous earth low-lethal dose effects on the fitness of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, against two coleopteran stored product pests, *Journal of Stored Products Research*.
28. Hódát J.A., Zamora R., Cayuela L., 2012, Climatic change and the incidence of a forest pest in Mediterranean ecosystems: can the North Atlantic Oscillation be used as a predictor *Clim Change*. 113 (3-4): 699-711.
29. Islam M. S., Rahman M. M., 2016, Diatomaceous earth-induced alterations in the reproductive attributes in the housefly *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), *Elixir*

Références bibliographique

- Appl. Zoology 96 (2016): 41241-41244.
- 30. Jackson K., Webley D., 1994**, Effects of Dryacide on the physical properties of grains, pulses and oilseeds. In: Highley E., Wright E.J., Banks H.J., Champ B.R. (Eds.).
- 31. Johnston A. M., Raven J. A., Beardall J., Leegood R. C., 2001**, Carbon fixation: Photosynthesis in a marine diatom. *Nature* 412(6842): 40-41.
- 32. Kooistra W., 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), p39.
- 33. Korunic Z., 1994**, Dijatomajska zemlja prirodni insekticid Diatomaceous Earth as Natural Insecticide. In Proceedings of ZUPP `94, ed. Z. Korunic: 136-148.
- 34. Korunic Z., 1997**, diatomaceous earths, a group of natural insecticides, j. stored prod. res. vol. 34, no. 2/3: 87-97.
- 35. Korunic Z., 1998**, Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J Stored Prod Res.* 34(2-3): 87-97.
- 36. Kroger N., Bergsdorf C., Sumper M., 1994**, A new calcium binding glycoprotein family constitutes a major diatom cell wall component. *EMBO journal* 13(19): 4676-4683.
- 37. Laing M D., Gatarayiha M C., Adandonon A., 2006**, Silicon use for pest control in agriculture: à review. *Proc S Afr Sug Technol Ass* 80, p107.
- 38. Leblond A., Martin J.C., Provendier D., Gutleben C., Robinet C., Napoleone C., 2010**, Inventaire et évaluation des méthodes de lutte contre la processionnaire du pin. Enquête nationale – guide technique. [en-ligne] Angers (Fr) : Plante et Cité : 25p. [<http://www.prodinra.inra.fr>].
- 39. Leblond A., Martin J.C., Provendier D., Gutleben C., Robinet C., Napoleone C., 2010**, Inventaire et évaluation des méthodes de lutte contre la processionnaire du pin. Enquête nationale, guide technique.
- 40. Lellouche J., Lazar P., 1974**, Méthodes statistiques en expérimentation biologique Flammarion and Cie, Eds.
- 41. Lellouche J., Lazar P., 1974**, Méthodes statistiques en expérimentation biologique Flammarion and Cie, Eds.
- 42. Lilian M., 2016**, La chenille processionnaire du Pin, une présence cyclique. *Thaumetopoea pityocampa (Deniset Schiff ermüller, 1775)*. Office National des Forêts, correspondant du Département Santé des Forêts pour le 04.
- 43. Losic D., Korunic Z., 2018**, Diatomaceous earth, a natural insecticide for stored grain protection: recent progress and perspectives. In: Losic, D. (Ed.), *Diatom Nanotechnology: Progress and Emerging Applications*. RSC Publishing, Cambridge, UK: 219 - 247.

Références bibliographique

44. **Lot A., 2020**, L'activité insecticide de la terre des diatomées sur la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) du pin dans la région de Tissemsilt, mémoire de master deux université de Tissemsilt.
45. **Ma JF ., Takahashi E., 2002**, *Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
46. **Markalas S., 1998**, Biomass production of *Pinus pinaster* after defoliation by the pine processionary moth (*Thaumetopoeapityocampa*Schiff.), in Population dynamics, impacts, and integrated management of forest defoliating insects (ed. Mc Manus, M.L. and Liebhold, A.M.).
47. **MARTIN J.C., 2005**, La processionnaire du pin : *Thaumetopoeapityocampa*. Biologie et protection des forêts. Synthèse des recherches bibliographiques et desconnaissances.
48. **Martin J.C., Bonnet C., 2008**, Les moyens de lutte disponibles et à venir en milieu forestier et urbain. In : *Colloque Insectes et changement climatique*. [en-ligne] Micropolis, Aveyron (France), 15 novembre 2008.
49. **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).
50. **Martin J.C., Mazet R., 2001**, lutte hivernale contre la processionnaire du pin. 32p.
51. **MARTIN J.C.,2007**, « la chenille processionnaire du pin »,futura -sciences.[en lingne].http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zoologie_chenille_processionnairepin-700.
52. **Martine J.C.**, la processionnaire du pin : *thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffer muller). Biologie et protection des forêts .INRA avignon: 61p.
53. **MEBARKI A., 2005**, Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'Etaten hydrogéologie de l'environnement. Université de Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. De lagéographie et de l'aménagement du territoire. Département de l'aménagement du territoire, Algérie 321p.
54. **Meradi H, 2009.**, Synthèse et Caractérisation d'une Poudre Thermo protectrice à 1600°C., Mémoire de magister Université Badji Mokhtar, Annaba, p18.
55. **Meyer JH ., Keeping MG., 2005**, Impact of silicon in alleviating biotic stress in sugarcane in South Africa.*Sugarcane International* 23: 14-18.
56. **Morel E., 2008**, La chenille processionnaire du pin et ses parasites oophages. vers un moyen de lutte biologique In. Collaborations scientifiques, un stage. Les parasites oophages de la

Références bibliographique

- processionnaire. Master Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité, Montpellier : 66p.
Presses agronomiques, Gembloux, Belgium.
57. **Quézel p., 1992**, Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt Méditer* 13: 158-170.
58. **Ribrioux Y., Dolbeau., 1975**, essai de lutte contre la processionnaire du pin à l'aide de Diflubenzuron. *phytiatrie-phytopharmacie* 24 :193-204.
59. **Riviere J., 2011**, les chenilles processionnaires du pin, évaluation des enjeux de santé animale, thèse doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire D'ALFORT (France) : 15-30.
60. **Robinet C., 2006**. Processionnaire du pin et réchauffement climatique : une approche par modélisation mathématique. *La lettre du DSF*. 33: 4-5.
61. **Robinet C., Imbert C. E., Rousselet J., Sauvard D., Garcia J., Goussard F., Roques A., 2011**, Human-mediated long-distance jumps of the pine processionary moth in Europe. *Biological Invasions*. 14:1557-1569.
62. **Ross T.E., 1981**, Diatomaceous earth as a possible alternative to chemical insecticides. *Agriculture and Environment* 6: 43-51.
63. **Ross T.E., 1981**, Diatomaceous earth as a possible alternative to chemical insecticides , *Agriculture and Environment*. 6: 43-51.
64. **Sahnoune F., Chibane M., 2017**, La distribution des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin d'Alep *Thaumetopoea pityocampa* dans la région de Sour El Ghozlane. Mémoire de master: pp17.
65. **Sait E., Turgut A., Umut T., Mustafa A.,2020**, The efficacy of different surface applications of wetttable powder. Formulation of Detech diatomaceous earth against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (*Coleoptera: Curculionidae*), *Journal of Stored Products Research*.
66. **Sumper M. (2002)**. A phase separation model for the nanopatterning of diatom
67. **TURPIN M., 2006**, Les chenilles urticantes : effets pathogènes chez l'homme et chez l'animal et données actuelles sur les venins et les moyens de lutte. Thèse.Méd.Vét., Nantes, N°097 : 182p.
68. **Webb J.E., 1945**, The penetration of Derris through the spiracles and cuticle of *Melophagusovinus*,L. *Bulletin of Entomological Research*. 36: 15-22.
69. **Wegmann M., Micchen B., Graul T., 2008**. Nanostructured surface modification of microporous ceramics for efficient virus filtration *J.Eur,Ceram ,Soc(18)* : 1603-1612.
70. **Werno J., Lesthelle S., Doerman F., Vincendeau P., 2002**, Envenimations par les lépidoptères. *Rev. Fr. Lab. (342)* : 35-39.

Références bibliographique

- 71. Zacher F., Kunike G., 1931**, Beitrage zurKenntnisdeVorratsschadlinge. Untersuchungenuber die insektizide Wirkung von Oxyden und Karbonaten. Arbeitsberichte der BiologischenReichsanstalt 18. 201-231.
- 72. Zurzolo C., Bowler C., 2001**, exploring bioinorganic pattern formation in diatoms. A story of polarized trafficking. *Plant Physiology*, 127(December): 1339–1345
- 73. DREW T** , (Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de TISSEMSILT ; 2019)
- 74. Huchon H., Démolin G., 1970**, La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle- Dispersion actuelle. *Rev. For. Fr.*, N° spécial “La lutte biologique en forêt”, pp : 220-234.
- 75. Chapelin Viscardi J.D ., 2012**, La Protection Biologique Intégrée à Orléans . La lutte contre la Processionnaire du Pin .Ed Laboratoire d'Eco.Entomologie .Orléans.
- 76. SMK**, station météorologique Kasr Challala .

Résumé

Résumé

La chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775) est l'un des principaux ravageurs des écosystèmes forestiers en Algérie. Cette étude est une contribution à la connaissance de l'activité biologique de la diatomite et un premier pas vers la fabrication d'un nouveau piège en vue d'une lutte intégrée contre la chenille processionnaire *Thaumetopoea pityocampa*. Les résultats montrent que la terre de diatomée a une activité insecticide très importante avec une CL50 de 0,120 mg/cm³ et CL90 de 5,945 mg/cm³. L'application de la terre de diatomée in situ a donné un taux de 50% des chenilles mortes, 42,86% des chenilles vivantes et 7,14% des chrysalides. Ces résultats indiquent que terre de diatomée testés peuvent être une solution de lutte intégrée contre ce ravageur.

Mots clé : terre de diatomée, chenille processionnaire, lutte, insecticide.

Abstract

The processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775) is one of the main pests of forest ecosystems in Algeria. This study is a contribution to the knowledge of the biological activity of diatomite and a first step towards the manufacture of a new trap for an integrated control of the processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa*. The results show that diatomaceous earth has a very important insecticidal activity with an LC50 of 0.120 mg/cm³ and LC90 of 5.945 mg/cm³. The application of diatomaceous earth in situ resulted in 50% of dead caterpillars, 42.86% of live caterpillars and 7.14% of pupae. These results indicate that diatomaceous earth tested can be an integrated pest management solution against this pest.

Key words : diatomaceous earth, processionary caterpillar, control, insecticide.

ملخص

الدودة الجرارة ، هي واحدة من الآفات الرئيسية للنظم البيئية للغابات في الجزائر. هذه الدراسة هي مساهمة في معرفة النشاط البيولوجي للدياتومايت وخطوة أولى نحو تصنيع مصيدة جديدة لمحاربة متكاملة ضد الدودة الجرارة. أظهرت النتائج أن التراب الدياتومي له نشاط مبيد حشري مهم للغاية مع التركيز المميت النصفى 0.120 50 مجم / سم³ و LC90 من 5.945 مجم / سم³. أدى تطبيق التراب الدياتومي في الموقع إلى معدل 50% من اليرقات الميتة ، و 42.86% من اليرقات الحية و 7.14% من العذارى. تشير هذه النتائج إلى أن التراب الدياتومي المختبر قد يكون حلاً متكاملًا لإدارة الآفات.

الكلمات المفتاحية : التراب الدياتومي ، الدودة الجرارة ، محاربة، مبيد حشري