

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production végétale

Thème :

Importance des parasitoïdes embryonnaires et dynamique des populations de la processionnaire du pin (*Thaumetaupoea pityocampa*) dans quelque peuplement de cèdre du parc national de Theniet El-Had wilaya de Tissemsilt

Présentés par :

Bouzemmarene Mourad

Guennoune Moussa

Soutenu le : 10 octobre 2020, devant le jury :

Présidente : Mme **Mohamed Bouziane R.**..... **UDBKM**

Promoteur: Mr **BouzarEssaidi K.**..... **UDBKM**

Examinatrice : Mme **ChebabeH.**..... **UDBKM**

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à remercier **Allah** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la santé, la force et la patience d'accomplir ce travail pour mener à terme ma formation de Master.*

*Nous remercions **nos parents** qui nous ont soutenus, encouragés et motivés tout au long de nos études.*

*Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promoteur, Monsieur. **BouzarEssaidi Khaled**, qui nous a guidés avec ses précieux conseils et suggestions, et la confiance qu'il nous a témoignés tout au long des travaux.*

*Nous tenons évidemment remercier vivement les membres du jury : **Madame Mohamed Bouziane Rafika et Madame Chebbab Hadjira** pour avoir accepté de présider, examiner et juger notre travail.*

*Nos remerciements vont également à Monsieur. **Cherier Hamid** et à tous les travailleurs du Parc National de Theniet El Had wilaya de Tissemsilt qui nous ont aidés avec ses précieux conseils et tout le soutien qu'ils nous ont apporté tout au long des travaux.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à tout le personnel que nous avons contacté lors de notre projet à **l'Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana**, à qui nous avons trouvé un accueil chaleureux, aide et assistance dont nous avons besoin.*

Enfin, nos remerciements à tous ceux et celles qui nous ont aidés et encouragés de près ou de loin dans la réalisation de ce travail, par leurs patiences, leurs compétences et leurs interventions adéquates.

dédicace

Je dédie ce projet :

A mes chers parents,

A mon cher binôme, Moussa,

A mon cher promoteur Mr BouzarEssaidi.K,

A toute ma famille.

A mes ami(e)s ; Amine, Radhwane, Mourad, Djilali, tous mes collègues de promo PV et à tous mes amies

Et toute personne qui aime la science

Bouzemmarene Mourad.

dédicace

Je dédie ce projet :

A mes chers parents,

A mon cher binôme, Mourad.

A mon cher promoteur Mr BouzarEssaidi.K,

A toute ma famille.

A mes ami(e)s ; Younes, Latif, Djilali, et à tous mes collègues de promo PV et toute mes amies.

Et toute personne qui aime la science

Guennoune Moussa.

Résumé :

L'étude est menée sur la dynamique des populations de la processionnaire du pin et de leurs parasitoïdes embryonnaires dans la forêt de cèdre du Parc National de Theniet-Had wilaya de Tissemsilt sur cinq (5) stations d'étude sélectionnées.

La processionnaire du pin fait face à de nombreuses attaques à toutes les écophases de son cycle de développement par des ennemis naturels, notamment des prédateurs, des agents pathogènes et des parasitoïdes. Parmi les parasitoïdes, les hyménoptères oophages de *Thaumetopoea pityocampa*. Également d'examiner le taux de parasitisme embryonnaires de la chenille processionnaire du pin.

L'étude a été réalisée sur 150 pontes de *Thaumetopoea pityocampa* en provenance de cédraies de parc national de Theniet El-Had et a révélé une diversité de 3 espèces de parasitoïdes oophages appartenant à l'ordre des Hyménoptères et au groupe des chalcidiens: Les espèces *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampa* sont actives sur les différents échantillons analysés. En revanche, l'espèce *Trichogramma embryophagum* est relativement très rare.

Suite à l'analyse descriptive des longueurs des pontes de la processionnaire du Pin, il n'y a pas de différence significative par rapport aux stations, il s'avère qu'elles ont presque les mêmes longueurs de pontes.

Le cycle de développement de cet insecte ravageur est le suivant : L'émergence des adultes se situe entre juillet et début août et les chenilles issues de la ponte se développent pendant la période de septembre à février, selon cinq stades larvaires. Le cycle larvaire se termine par les processions de nymphose et la transformation des chenilles en chrysalide souterraine.

La chenille processionnaire du pin constitue une menace directe après la consommation des aiguilles, ce qui entraîne une croissance réduite de l'arbre, ce qui peut le rendre vulnérable aux attaques d'autres ravageurs xylophages.

Mots clés : Processionnaire du Pin ; cycle de développement ; Ponte, Parasitoïdes, cèdre.

Abstract:

The study is being carried out on the dynamics of the populations of the pine Processionary and their embryonic parasitoids in the cedar forest of the National Park of Theniet-Had wilaya of Tissemsilt on five (5) selected study stations.

The pine Processionary faces numerous attacks at all ecophases of its development cycle by natural enemies, including predators, pathogens and parasitoids. Among the parasitoids, the oophagous hymenoptera of *Thaumetopoea pityocampa*. Also to examine the rate of embryonic parasitism of the pine processionary caterpillar.

The study was carried out on 150 egg-laying *Thaumetopoea pityocampa* from cedar forests in Theniet El-Had National Park and revealed a diversity of 3 species of oophagous parasitoids belonging to the order of Hymenoptera and to the group of Chalcidians: *Baryscapus servadeii* and *Ooencyrtus pityocampa* are active on the different samples analyzed. In contrast, the species *Trichogramma embryophagum* is relatively very rare.

Following a descriptive analysis of the egg mass lengths of the Pine Processionary, there is no significant difference from the stations, it turns out that they have almost the same egg mass lengths.

The development cycle of this insect pest is as follows: The emergence of adults is between July and early August and the caterpillars resulting from the egg mass develop during the period from September to February, according to five larval stages. The larval cycle ends with the pupation processions and the transformation of the caterpillars into an underground chrysalis.

The pine processionary caterpillar poses a direct threat after consumption of the needles, resulting in reduced growth of the tree, which can make it vulnerable to attack from other xylophagous pests.

Keywords: Pine processionary; development cycle; Ponte, Parasitoids, cedar.

ملخص:

أجريت الدراسة حول ديناميكيات وتوصيف أفراد صنفودة الجرارة الصنوبر والطفيليات الجنينية في غابة الأرز في الحديقة الوطنية لثنية الحد ولاية تيسمسيلت في أكثر من خمس (5) محطات للدراسة.

دورة دودة الجرارة الصنوبر بدءا من ظهور البالغين بين نهاية آب / أغسطس ونهاية أيلول / سبتمبر. تتطور اليرقات خلال الفترة بداية أكتوبر حتى مارس، وتنتهي الدورة بمواكب الحورية وتحول اليرقات إلى chrysalide تحت الأرض. كما يهدف إلى دراسة تأثير احتلال هذه الآفة الحشرية في الغابة من أعداد العش التي تتم في مختلف المواقع المختارة في منطقة الدراسة. يعتبر دودة الجرارة الصنوبر تهديد مباشر على أشجار الأرز التي تؤدي إلى انخفاض في نمو الأشجار، والتي يمكن أن تجعلها عرضة لهجمات أخرى من قبل اصناف xylophages أخرى.

جربت الدراسة أيضا 150 من البويضات من غابات الأرز، والتي كشفت عن تنوع 2 أنواع من الطفيليات oophages التي تنتمي إلى رتبة Hymenoptera ومجموعة Chalcidiens موجودة في المرحلة الجنينية منبيض في مختلف العينات التي تم تحليلها *Thaumetopoea pityocampa* في غابة الأرز: تنشط الأنواع *Baryscapus servadeii* و *Ooencyrtus pityocampa* الكلمات مفتاحية: دورة التطوير، التبويض، دودة الجرارة الصنوبر. ، غابات الأرز؛ الطفيليات

LISTE DES ABRIVIATIONS

NH: nord-haut.

NB: nord-bas.

SB: sud-bas.

SH: sud-haut.

% : pourcentage.

PNTEH : Parc National de Theniet El Had.

Br : *Baryscapus servadeii*.

Oo : *Ooencyrtus pityocampae*.

T ; température

C°: Degré Celsius.

P: précipitation

mm: millimètre

moy: moyenne

m:mètre

Fig: figure

sig: signification

LISTE DES FIGURES

- Figure 01** ; peuplement de *cedrus atlantica* du parc national de Theniet El Had (originale 2019).
- Figure 02** : les aiguilles de *cedrus atlantica* (original 2019)
- Figure 03** ; port de *cedrus atlantica* (originale 2020).
- Figure 04** : jeune cône du cèdre (original2019).
- Figure 05** : la répartition de *cedrus atlantica* dans le monde (M'HIRIT,1982)
- Figure 06** : la répartition de *cedrus atlantica* en Algérie(Roche ,2006)
- Figure 07** : la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur les aiguilles de cèdres
- Figure 08** : répartition de La processionnaire du pin dans le monde (Gachi, 1996)
- Figure 09** : la différence entre la femelle et le mal de la processionnaire du pin, (Demolin, 1996)
- Figure 10** : Accouplement des papillons de la processionnaire du pin(MARTIN J.C. 2005)
- Figure 11** : Manchons de pontes de chenilles processionnaires du pin ; *Thaumetopoea pityocampa* du Parc national de Theniet El Had (original 2019)
- Figure 12** : Les différents stades larvaires (Démolin, 2007)
- Figure13**: Les différents stades larvaires de la processionnaire de pin *Thaumetopoea pityocampa* du parc national de Theniet El Had (Originals2019/2020)
- Figure 14** : structure de nid d'hiver parc national de Theniet El Had (original 2020)
- Figure 15** : Processions des chenilles cherchant à s'enfouir, parc national de Theniet El Had (original 2020)
- Figure 16** : Chrysalides mâle (à gauche) et femelle (à droite) extraites de leur cocon (Martin JC, 2007)
- Figure 17** : cycle biologique moyen de la processionnaire du pin en France. (Jean-Claude **Martin**, 2007)
- Figure 18** : les principale ennemies de la processionnaire du pin
- Figure 19** : opération de lutte mécanique dans le parc national de Theniet El Had contre la processionnaire du pin
- Figure 20** : combinaison des méthodes de lutte contre la processionnaire de pin (MARTIN.JC, 2016)
- Figure 21** : carte touristique du parc national de Theniet El Had
- Figure 22** : une parcelle expérimentale dans le parc national de Theniet El Had

Figure 23 : une belle vue depuis la forêt du cèdre du PNTEH

Figure 24 : localisation géographique du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH)

Figure 25 ; localisation géographique de l'Ouarsenis dans l'atlas tellien(Google earth)

Figure 26 : localisation géographique de PNTEH dans l'Ouarsenis (Google earth)

Figure 27 : le parc national de Theniet El Had d'après Google earth

Figure 28 : carte de zonage de parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2015)

Figure 29 : rond-point du cèdre du PNTEH (original2020)

Figure 30 : carte des réseaux routier de parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH)

Figure 31 : carte des cantons du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH)

Figure 32 : carte d'altitude du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2011)

Figure 33 : carte de pente du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2011)

Figure 34 : carte de sol du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2002)

Figure 35 : vue de ciel de cédraie du PNTEH, cantons rond-point

Figure 36 : carte de végétation du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH)

Figure 37 : les Températures mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had

Figure 38 : les Températures moyennes mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had

Figure 39 : Précipitations Moyennes mensuelles pour l'année 2019

Figure 40 : le régime saisonnier de précipitation

Figure 41 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen relatif à Theniet El Had

Figure 42 : Climagramme d'Emberger pour la région de Theniet El Had.

Figure 43 : l'une des sorties réalisées au PNTEH

Figure 44 : les cinq stations d'études d'après Google earth

Figure 45 : manchons des pontes récoltées dans le PNTEH (original2019).

Figure 46 : **A** ; contrôlé pour mesurer les émergences des parasitoïdes (originale2019) **B** : contrôlé pour mesurer l'éclosion (originale2019)

Figure 47 : Observation des parasitoïdes en laboratoire (originale 2019)

Figure 48 : L'éclosion du matériel biologique (original2019)

Figure 49 : Lots d'œufs de *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (A), observation des œufs sous une loupe binoculaire (B) (originale, 2019)

Figure 50 : *Baryscapus servadeii* (Domenichini)

Figure 51 : *Ooencyrtus pityocampa* (Mercet)

Figure 52 : *Trichogramma embryophagum* BOUCHOU. L, 2015

Figure 53 : *Anastatus bifasciatus* (Fonscolombe) (Beritema).

Figure 54: Observation des trous de sortie des parasitoïdes et des larves des chenilles selon leurs diamètres

Figure 55 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*.

Figure 56 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*.

Figure 57 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

Figure 58: Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

Figure 59: Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

Figure 60 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Figure 61 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Figure 62 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Figure 63: Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Figure 64: Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Figure 65 : taux d'émergence des parasitoïdes par station après la récolte des pontes.

Figure 66 : taux d'émergence des parasitoïdes par station avant la récolte des pontes.

Figure 67 : taux d'émergence des parasitoïdes par moins dans chaque station.

Figure 68 : le taux des catégories des œufs dans chaque station

Figure 69 : pourcentage des catégories des œufs dans chaque station.

Figure 70: la Phénologie de la processionnaire du pin entre les stations étudiées du côté nord.

Figure 71 : la Phénologie de la processionnaire du pin dans la station centre.

Figure 72 : la Phénologie de la processionnaire du pin entre les stations étudiées du côté sud.

Figure 73 : cycle biologique de la processionnaire du pin propre de PNTEH

Figure 74 : Variabilité du taux d'infestation par station.

L I S T E D E S T A B L E A U X

Tableau 01 : caractères botaniques et biologique des quatre espèces de cèdre, (TOTH ,2005)

Tableau 02 : superficie des forets de cedrus atlantica dans le Maghreb. (M'hirit, 1994a in **Taleb** 2011 ; Quezel et Medail 2003).

Tableau 03. Les différentes phases d'un cycle de gradation de *Thaumetopoea pityocampa* : (Riviere, 2011)

Tableau 04 : Durée moyenne des différents stades larvaires

Tableau 05 : Les ennemis naturels de la processionnaire du pin (BONNET C., MARTIN J C. 2008)

Tableau 06. Caractéristiques des stations prospectées

Tableau 07 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had.

Tableau 08 : Précipitations Moyennes mensuelles pour l'année 2019

Tableau09 : Répartition de l'humidité relative dans le parc

Tableau 10 : Test des échantillons appariés entre *Ooencyrtus pityocampae* et *Baryscapus servadeii* dans chaque station

Tableau 11 : Test des échantillons appariés pour *Baryscapus servadeii*

Tableau 12 : Test des échantillons appariés pour l'*Ooencyrtus pityocampae*

Tableau 13 : catégories d'œufs de *T. pityocampa*

Tableau 14 : Les dates de calages de *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae*

Tableau 15 : longueurs des pontes de la processionnaire du pin (cm).

Tableau 16 : Test T des échantillons appariés de la longueur des pontes

Tableau 17 : Comparaison des longueurs de pontes dans les cinq stations étudiés

Tableau 18 : Analyse de variance des longueurs par rapport les stations

Tableau 19 : nombre des nids suivis par station

Tableau 20 : les dates de début et fin de développement de chaque stade larvaire.

SOMMAIRE :

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE1 : ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS	
1.1 Introduction	4
1.2. Systématiques	5
1.3. Généralités sur le cèdre d'Atlas :.....	6
1.4. Description de l'espèce	6
1.4.1. Feuille	6
1.4.2. Ecorce.....	6
1.4.3. Les racine	7
1.4.4. Port	7
1.4.5. Fruit.....	7
1.4.6. Graine	8
1.4.7. Les organes reproducteurs	8
1.4.8. La reproduction	8
1.5. Répartition du cèdre d'atlas.....	9
1.5.1. Dans le monde	9
1.5.2. En Algérie :	9
1.6. Ecologie de l'espèce :.....	11
1.6.1. Les conditions climatiques ;	11
1.6.1.1. L'altitude ;.....	11
1.6.1.2. La pluviométrie	11
1.6.1.3. La température.....	11
1.6.1.4. Etages bioclimatiques :.....	12
1.6.2. Conditions édaphiques et milieu végétal	12
1.7. Problèmes phytosanitaires :.....	13
1.7.1. Les facteurs entomologiques	13
7.1. Les facteurs fongiques :.....	13
CHAPITRE 2 : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN : <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	
2.1. Position Systématique :	14
2.2. Aire de répartition de <i>Thaumetopoea pityocampa</i>	15
2.2.1 Répartition mondial :	15
2.2.2. Répartition en Algérie :.....	16

2.3. Cycle biologique de la processionnaire du Pin (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>) :	16
2.3.1 Caractéristiques des écophases :	16
A/ Phase aérienne :	16
2.3.1.1. Le stade adulte : Les émergences.....	17
2.3.1.2 Les pontes.....	18
2.3.1.3. Les stades larvaires :.....	19
2.3.1.4. Structure du nid d'hiver :.....	20
2.3.1.5. La procession de nymphose :.....	22
B/ Phase souterraine :	22
2.2.1.6. La nymphose :.....	22
2.2.1.7 la diapause ;.....	23
2.3 Influence des facteurs écologiques sur le développement de la processionnaire du pin...24	
2.3.1. Ensoleillement et photopériode :	24
2.3.2. Température	24
2.3.3. Altitude et latitude :.....	25
2.5. Influence des facteurs biotiques sur la chenille processionnaire :.....	25
2.5.1. Les plante hôtes	25
2.5.2. Les ennemies de la chenille processionnaire : parasites et les prédateurs ;.....	26
2.7. Dégâts et nuisances causés par la processionnaire de pin :.....	28
2.7.1. Dommages sylvicoles	28
2.7.2 Impact sur la santé humaine et les animaux :.....	29
2.8. Techniques de lutte contre la chenille processionnaire du pin :.....	29
2.8.2. Lutte chimique	29
2.8.3. La lutte sylvicole	29
2.8.1. Lutte mécanique.....	29
2.8.4.Lutte biologique	30
2.8.5. Lutte par l'utilisation des phéromones sexuelles :.....	31

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

3.1. Présentation de zone d'études :.....	32
3.1.1. Présentation générale du parc national de Theniet El Had :.....	32
3.1.2. Missions fondamentales du PNTEH :	33
3.1.2.1. Protection de la nature :.....	33
3.1.2.2. Etude et recherche :	33
3.1.2.3. Tourisme :.....	33
3.1.3. Localisation de PNTEH :.....	34

3.2. Description du parc de PNTEH :	36
3.2.1. Description de l'aire protégée :	36
3.2.1.1. Les sites pittoresques :	36
• Le rond-point des cèdres :	36
• Kef Siga (1714m) :	37
• Le Pré Maigra :	37
• Djedj El Maa :	38
3.2.2. Superficie et limites :	38
3.2.3. Voies d'accès :	38
3.3. Géologie et relief de PNTEH :	39
3.3.1. Relief :	39
3.3.2. Altitude :	39
3.3.3. Pente :	40
3.3.4. Substrat géologique :	41
3.3.5. Pédologie :	41
3.3.6. L'érosion :	42
3.3.7. Hydrologie :	42
3.3.7.1 Les oueds :	42
3.3.7.2. Les sources :	42
3.4. La Flore :Diversité floristique de PNTEH :	43
3.4.1. La Cédraie :	44
3.4.2. La yeuse :	44
3.4.3. La Subéraie :	45
3.4.4. La Zenaie :	45
3.4.5. La pinède :	45
3.4.6. Autres :	46
3.4.6.1. Les champignons :	46
3.4.6.2. Les lichens :	46
3.4.6.3. Les mousses :	46
3.5. La faune de PNTEH :	46
3.5.1. Les mammifères :	46
3.5.2. Les oiseaux :	46
3.5.3. Les insectes :	46
3.5.4. Les reptiles et amphibiens :	47
3.6. Les caractéristiques climatiques de zone d'étude :	47
3.6.1. La température ;:	47

3.6.2. La précipitation :	49
3.6.3. Le sirocco :	50
3.6.4. L'humidité relative :	50
3.6.5. La neige :	50
3.6.6. Synthèse climatique de la région d'étude :	51
3.6.6.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen :	51
3.6.6.2. Climagramme d'Emberger.....	51
3.7. Méthodologie d'étude choisie	53
3.7.1. Collecte et préparation des pontes :	55
3.7.1.1. Dans le terrain.....	55
3.7.1.2. Dans le laboratoire :	55
3.7.2. Mensuration des pontes :	56
3.7.4. Examen du matériel biologique :	56
3.7.5. Dénombrement des catégories des œufs :	57
3.7.5.1. <i>Baryscapus servadeii</i>	58
3.7.5.2. <i>Ooencyrtus pityocampae</i>	58
3.7.5.3. <i>Trichogramma embryophagum</i>	59
3.7.5.4. <i>Anastatus bifasciatus</i>	59

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Diversité des parasitoïdes embryonnaires répertoriés :	61
4.1.1. <i>Baryscapus servadeii</i>	61
4.1.2. <i>Ooencyrtus pityocampae</i>	61
4.2. Chronologie des émergences des espèces actives dans les stations d'étude :	61
4.2.1. Emergence de <i>Baryscapus servadeii</i>	61
4.2.1.1. Cas de station Centre	61
4.2.1.2. Cas de station nord-haut.....	62

4.2.1.3. Cas de station nord-bas.....	63
4.2.1.4. Cas de station sud-haut.....	63
4.2.1.5. Cas de station sud-bas.....	64
4.2.2. Emergence d' <i>Ooencyrtus pityocampae</i>	64
4.2.2.1. Cas de station Centre.....	64
4.2.2.2. Cas de station nord-haut.....	65
4.2.2.3. Cas de station nord-bas.....	65
4.2.2.4. Cas de station sud-haut.....	66
4.2.2.5. Cas de station sud-bas.....	66
4.2.3. D'autre forme de chronologie d'émergence des parasitoïdes :.....	67
4.3 Analyse statistiques:.....	68
4.3.1. Analyse des parasitoïdes émergées :	68
4.3.2. Chronologie des catégories d'œufs de <i>T. pityocampa</i>	70
4.3.3. Chronologie des dates de calage en relation avec les effectifs des parasitoïdes :.....	72
4.3.4. Analyse de la longueur des pontes.....	73
4.4. Cycle biologique et activité de la processionnaire du pin	75
4.4.1. Evolution chronologique de la processionnaire du Pin :.....	75
4.4.1.1. Cas de côté nord :(stations ; nord-bas et nord-haut).....	76
4.4.1.2. Cas de côté centre :(station centre).....	76
4.4.1.3. Cas de côté sud : (stations ; sud-bas et sud-haut).....	77
4.4.2. Taux d'infestation :	79
5. DISCUSSION :.....	80
5.1. Activité des parasitoïdes :	80
5.2. Longueur des pontes.....	81
5.3. Cycle biologique et l'évolution de la <i>Thaumetopoea pityocampa</i> :.....	82
5.4. Taux d'infestation.....	83
CONCLUSION	85

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

INTRODUCTION

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION :

La forêt de cèdre représente l'essence noble par excellence des pays constituant son aire naturelle : le Maroc et l'Algérie. L'écosystème forestier joue un rôle essentiel dans la protection de la nature contre les phénomènes d'érosion et de désertification, elle forme un élément fondamental de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de la région du parc national de Theniet El-Had en particulier et du pays en général.

Le cèdre, espèce essentiellement montagnarde, occupe des surfaces d'importance inégale et forme spontanément trois blocs géographiques distincts : Afrique du Nord, Asie mineure et Himalaya. Le premier bloc représenté par *Cedrus atlantica manetti*, comprend l'Atlas marocain et l'Atlas Algérien. Le deuxième bloc se divise en deux parties occupées chacune par une espèce particulière : *Cedrus libani* Barrel au Liban, quelques centaines d'hectares en Syrie et la plus grande partie se situe en Turquie, entre 1500 m et 2000 m d'altitude ; *Cedrus brevifolia* Henry, dans l'île de Chypre sur une aire très restreinte. Le troisième bloc, avec *Cedrus deodara* Loudon, est représenté dans les grands massifs de l'Inde et de l'Afghanistan sur le Nord-Ouest de l'Himalaya entre 1350 m et 3500 m d'altitude.

Le cèdre de l'Atlas s'organise, en Afrique du Nord, en sept blocs dont quatre dans les montagnes marocaines et trois dans les montagnes algériennes : Cédraie de l'Ouarsenis ; Cédraie du Djurdjura et des Babors et Cédraie des Aurés (**M'HIRIT O. 1999**).

Les forêts de cèdre en Algérie sont touchées par beaucoup des dangers et parmi ces dangers menaçant les forêts Algériennes, la chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff qu'est le principal insecte défoliateur touchant les peuplements de cèdre dans tout le bassin méditerranéen. (**ROBINET et al.2011**). Ses pullulations sont temporaires avec des défoliations non négligeables dans les forêts naturelles, mais les plus sévères sont observées dans les reboisements (**ZAMOUM M, 1998**).

La processionnaire du pin à développement hivernal, *Thaumetopoea pityocampa* connue depuis l'Antiquité pour son mode de déplacement en file indienne, la chenille processionnaire du pin provoque des dégâts forestiers considérables, pouvant aller jusqu'à la modification du paysage et engendrer d'importantes pertes économiques. Outre ces conséquences écologiques, elle est également responsable d'atteintes médicales chez les Hommes et les animaux par l'intermédiaire de ses poils urticants.

Le cycle de développement de la processionnaire du Pin est variable selon le type de climat et de l'altitude considérée. Elle est réalisée en deux phases : phase aérienne, qui caractérise le prend-

INTRODUCTION GENERALE

off et le développement larvaire et la phase souterraine qui présente la transformation des chenilles en chrysalide sous terre (**CHAKALI .2011**).

Le cycle biologique de cet insecte ravageur se présente de la manière suivante : les papillons émergent durant l'été et les chenilles issus des pontes se développent durant la période allant du début de l'automne jusqu'au début du printemps, selon cinq stades larvaires. Le cycle larvaire se termine par les processions de nymphose et la transformation des chenilles en chrysalide sous terre. Les chrysalides dans le sol sont en mesure de rester en diapause une ou plusieurs années (**DEMOLIN G., 1986 et ZAMOUM M., 2005**).

L'aire de répartition de cet insecte s'étend sur une grande partie du territoire de l'Algérie, et atteint actuellement sa limite Nord du pays ainsi qu'au barrage vert au sud (**CHAKALI G.1985**). Cette limite est en expansion aussi bien en latitude qu'en altitude du fait du réchauffement climatique observé depuis le début des années 70 en Europe du Nord qui, en augmentant les températures hivernales, permet un meilleur taux de survie des chenilles (**DEMOLIN et al. 1996**). Les chenilles se nourrissent des aiguilles des pins et de cèdre, impliquant une défoliation de l'arbre souvent totale. Son développement larvaire d'hiver rend particulièrement sensible et dépendant des températures au cours de cette période de l'année.

La protection des forêts contre les parasites, demeure l'une des missions prioritaires de l'administration des forêts. (**BOUZAR ESSAIDI K. 2013**). En effet, les attaques parasitaires, bien que cycliques, ont de tout le temps constitué une menace sérieuse pour les peuplements forestiers, causant parfois des dégâts importants en l'absence de traitement approprié (direction générale des forêts, 2014).

Parmi la lutte contre cet insecte ravageur est la lutte biologique qui s'effectue en milieu naturel par les parasitoïdes embryonnaire en stade de ponte. Parmi les nombreux antagonistes de la processionnaire du pin, les parasitoïdes embryonnaires sont les principaux régulateurs des populations de *Thaumetopoea pityocampa*. Les parasitoïdes qui partage les œufs de la processionnaire du pin sont essentiellement des Hyménoptères appartenant aux chalcidiens (**BOUCHOU L.2015**), telle que ; *Baryscapus servadeii*, *Ooencyrtus pityocampae* et *Trichogramma embryophagum*.

La lutte biologique par l'utilisation de parasitoïdes embryonnaires notamment l'espèce *Ooencyrtus pityocampae* est une alternative très prometteuse pour assurer une protection efficace des forêts de cèdre et présente un grand intérêt pour les écosystèmes, leur dissémination facile, leur spécificité d'action ainsi que leur persistance dans l'environnement.

INTRODUCTION GENERALE

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à étudier le cycle de développement de la processionnaire du pin et le taux de parasitisme dans cinq stations sélectionnées dans la forêt de cèdre du Parc National de Theniet El Had de la wilaya Tissemsilt.

CHAPITRE I:
ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE
L'ATLAS

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HOTE : CEDRE DE L'ATLAS

1.1. Introduction :

Le cèdre appartient à l'embranchement des Gymnospermes famille des Pinacées. Le genre *Cedrus* présent sur le bassin méditerranéen et dans l'Himalaya, comprend quatre espèces (**GREUTER et al. 1984**), toutes se trouve en régions montagneuses. Le cèdre de l'Himalaya (*C. deodara* (**Roxb.**)) pousse sur le versant occidental de l'Himalaya, en Afghanistan et en Inde. Les trois autres espèces sont méditerranéennes, **Le cèdre du Liban** (*C. libani* A.Richard) se cantonne dans les montagnes de la Turquie, de la Syrie et du Liban. Le cèdre de Chypre (*C. brevifolia* **Meikle**) est un arbre endémique de l'île de Chypre. Enfin, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* **Manetti**), espèce endémique de l'Afrique du Nord, qui occupe environ 159 000 ha (**BOUDY, 1958**), est présent au Maroc et en Algérie.

Cedrus atlantica, Arz el Atlas en Arabe ou Bignoun en berbère, est l'une des espèces économiquement et écologiquement les plus importantes de la montagne méditerranéenne.

Le plaidoyer de **Michel Tarrier** et de **Jean Delacre** (2006) en faveur des cédraies cerne bien les causes de cette importance : Par la biomasse qu'elle engendre pour sa fonction protectrice du sol et parce qu'elle est la formation essentielle s'inscrivant dans le rôle salutaire et légitime de « ceinture verte » de l'Atlas, contre la désertification menaçante,

Pour être un incommensurable réservoir génétique, pour l'outil fidèle que son ambiance forestière représente pour les collectivités locales et les populations rurales (vocation sylvo-pastorale, bois de chauffe, bois d'œuvre, plantes médicinales, loisirs) et pourquoi pas pour la dimension poétique, esthétique et culturelle qu'elle induit, la cédraie joue un rôle considérable à l'échelle nationale et méditerranéenne.

Le cèdre est considéré comme l'essence noble par excellence de l'Orient et de l'Afrique du Nord, du fait de ses qualités remarquables : son port majestueux, sa longévité, son odeur aromatique très vive, sa résistance à la compression, sa bonne production de bois aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif, son attrait paysager, son imputrescibilité et sa longévité de plusieurs siècles et en pharmacie pour ses propriétés bactéricides (**BENHLIMA, 2006**).

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HÔTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1.2. Systématiques :

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) (**fig. 01**), est une espèce endémique de l'Afrique du Nord, est présent au Maroc et en Algérie.

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Gymnospermes

Classe : Vectrices

Ordre : Coniferales

Famille : Pinacées

Sous famille : Abiétées

Genre : Cedrus

Espèce : *Cedrus atlantica* Manetti

Nom arabe ; Arz ou Medade. En berbère ; Begnoune ou Idguel.

Cedrus atlantica est *nom* d'origine gréco-latin dont la signification suivante ;

Cedrus veut dire en grec **Kedros** ; arbre

Atlantica veut dire en latin **Atlanticus** ; région atlantiques ; atlas marocaine.



Figure 01 : peuplement de *cedrus atlantica* du parc national de Theniet El Had (originale 2019)

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HÔTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1.3. Généralités sur le cèdre d'Atlas :

Le cèdre de l'Atlas, est protégé par la loi (décret n°93/285 du 23 novembre 1993 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées en Algérie). Il est en perpétuelle régression.

A travers les siècles, le cèdre joue un rôle très important dans le développement de la culture et de commerce. Les phéniciens l'utilisèrent pour la construction de leur flotte et les éphésiens pour ériger leurs temple d'Artémis, (ALFRED MAURY ; 1857).

Le cèdre fait l'objet de plusieurs introduction soit comme un arbre d'ornement soit comme une espèce de reboisement, il introduit en France 1862, en Italie 1864, en Portugal 1935, en Bulgarie 1876, et récemment en Bretagne. il introduit même hors de méditerranée comme les Etats-Unis. (TOTH, 2005).

Sa longévité paraît fabuleuse dépasse certainement 600 à 700 ans, on lui attribue 1000 ans et plus (CHEBOUKI, 1994), il peut donner des graines fertiles jusqu' un âge avancé (BOUDY, 1952).

1.4. Description de l'espèce :

1.4.1. Feuille : ce sont des aiguilles persistantes 3-4 ans, de 1 à 3 cm de longueur et de 1 à 1,3 mm de largeur, (voir tableau 01). Leur couleur allant du vert clair foncé ou glauque jusqu'au bleu. Elles sont rassemblé sur rameaux longs : isolées et soudées à l'écorce ou sur rameaux courts sous forme des rosettes (BOUDY, 1952 ; TOTH. 1990). (fig.02)



Figure 02 : les aiguilles de *cedrus atlantica* (original 2019).

1.4.2. Ecorce : lisse et brune quand il est jeune, puis petites écailles grises foncés, enfin crevasses sinueuses quand il est âgé, (DUPERAT ET POLESE, 2007).

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HÔTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1.4.3. Les racine : le cèdre a un système racinaire pivotant ce qui explique le bon comportement du cèdre sur les sols calcaire superficielle fissuré et même dans les périodes de sécheresse, (M'HIRIT et BENZYANE, 2006 ; JACAMON, 1987).

1.4.4. Port : c'est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50m, et en moyenne 40m dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit serrés (BOUDY, 1952 ; TOTH, 1990). Le port de l'arbre est pyramidal avec un fût droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand il est jeune ou d'âge moyen, il prend une forme tabulaire en vieillissant (BOUDY, 1952).(fig.03).Selon HOEFER(1850), le cèdre peut atteindre un circonférence de 12 mètre.



Figure 03 : port de *cedrus atlantica* (originale 2020).

1.4.5. Fruit : la maturité des cônes est dure ; 2ans après la floraison (BOUDY, 1952) ; (TOTH ,2005), de couleur brune violacée lorsque elle mure et vert claire lorsque elle jeune. (fig.04)



Figure 04 : jeune cône du cèdre (original2019)

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HÔTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1.4.6. Graine : Elles ont une forme irrégulière triangulaire, grosse, 10-15 mm, marron roux à marron se termine par une large aile, très résineuse enveloppée dans une pellicule résineuse protectrice. (PHILLIPPE et al, 2006). Selon BAUDY(1950) elles perdent vite leur pouvoir germinatif. Les cônes de cèdre porte deux types de graine ; des grains fertiles se localisent au milieu du cône et les autres sont stériles se localisent à la base et au sommet du cône.

1.4.7. Les organes reproducteurs : Le cèdre est une espèce monoïque. Floraison en automne les fleurs mâles sont des chatons cylindriques dressés, jaunes verdâtres ; les fleurs femelles : Chatons ovoïdes (cônes) dressés, vert bleuâtre (JACAMON, 1987). Elles ont 5-8 cm de dimension. Atteignent au plus 10cm (QUEZEL et SANTA, 1962).

1.4.8. La reproduction : Le cycle de reproduction peut se résumer comme de suite :

En première année c'est l'apparition des cônes ; floraison et pollinisation.

En deuxième année la fécondation des ovules par les gamètes mâles sera effectuée, et croissance des cônes.

En troisième année maturation des cônes et leurs désarticulations sous l'effet alternatif de chaleur, humidité et gel. (TILL ; 1985 in SALGUES 2000).

Tableau 01 : caractères botaniques et biologiques des quatre espèces de cèdre, (TOTH ,2005)

Espèce	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Cedrus libani</i>	<i>Cedrus brevifolia</i>	<i>Cedrus deodara</i>
Taille des aiguilles (cm)	1 à 3	1 à 3.5	0.5 à 1.5	2 à 6
Longueur des cônes	5 à 8	8 à 12	5 à 10	7 à 13
Longueur des graines (cm)	0.8 à 1.3	1 à 1.4	0.8 à 1.4	1 à 1.5
Epoque de pollinisation	mi-septembre	mi-septembre	Début septembre	Début novembre
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HÔTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1.5. Répartition du cèdre d'atlas :

1.5.1. Dans le monde :

La présence de *Cedrus atlantica* en Afrique du nord n'est pas récente. Cependant sa répartition ne fut pas toujours celle que nous connaissons actuellement (ABDESSEMED S, 2008). Aux pays du Maghreb il a été identifié par le pollen dans le Hoggar (PONS et QUEZEL ,1958), au Sud et au Nord-Ouest de la Tunisie, dans le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas Oriental (Maroc), montrant ainsi la vaste distribution des lointains ancêtres des cèdres (NADJAH, 1988).

Le cèdre de l'Atlas est localisé sur les montagnes du Maghreb ; le Maroc détient à lui seul la plus grande surface, (voir tableau 02) répartie sur deux blocs d'inégale importance, le premier dans le moyen Atlas et le grand Atlas oriental (116 000 ha), le second dans le Rif occidental et central avec une superficie d'environ 16 000 ha (M'HIRIT, 1982) (Fig. 05).

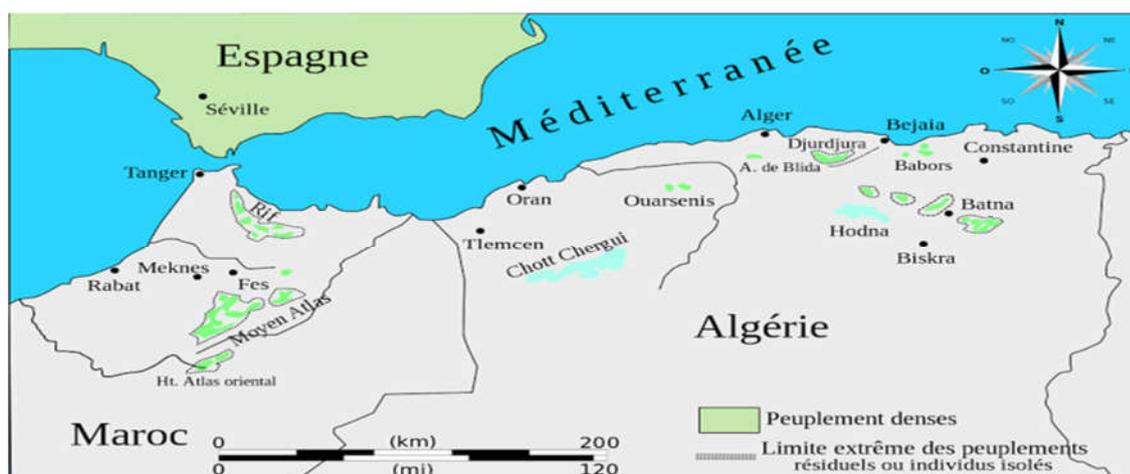


Figure 05 : la répartition de *cedrus atlantica* dans le monde (M'HIRIT, 1982)

1.5.2. En Algérie :

Le cèdre occupe une surface d'environ 30 000 ha répartie sur deux ensembles naturels, d'écologie sensiblement différente : le premier est localisé sur les montagnes littorales (atlas tellienne) bien arrosées (Babors, massif de Djurdjura, l'Atlas Blidéen, Ouarsenis), ce sont les cédraies humides. Le second ensemble est le plus important du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas saharien, ce sont les cédraies sèches. Il est représenté à l'Est par les cédraies des Aurès et de Belezma qui couvrent 17 000 ha environ, réparties entre les massifs de Chélias'gag, Aidel, Ouled yacoub et du Belezma, à l'Ouest les massifs de Maadid, Boutaleb et Guthiane (Hodna). Ces dernières sont réparties en cantons isolés couvrant environ 8 000 ha (NEDJAH, 1988) (Fig., 06).

CHAPITRE I : ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS

1. Massif de l'Aurès,
2. Monts de Belezma,
3. Monts du Hodna,
4. Djbel Babor,
5. Massif du Djurdjura,
6. Monts de Blida,
7. Massif de l'Ouarsenis.

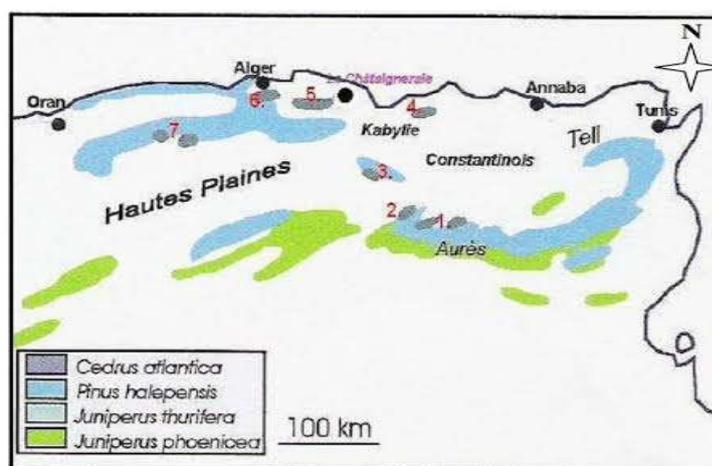


Figure 06 : la répartition de *cedrus atlantica* en Algérie (Roche ,2006)

Tableau 02 : superficie des forets de *cedrus atlantica* dans le Maghreb. (M'HIRIT, 1994a in TALEB 2011 ; QUEZEL et MEDAIL 2003).

Algérie		Maroc	
zone	superficie	zone	superficie
1) massif de Djurdjura	2000 ha	1) Rif	10000 ha
2) Djebel Babors	500 ha	2) Moyen atlas central	60000 ha
3) Mont de Hodna	8000 ha	3) Moyen atlas oriental	10000 ha
4) Monte de Blida	1000 ha	4) Haut atlas oriental	10000 ha
5) Ouarsenie ; Theniet El-Had	1000 ha		
6) Monte de Belezma	5000 ha		
7) Massif de l'Aurès	5000 ha		
Total	22 500 ha		90 000ha

CHAPITRE I: ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS

Selon **BAUDY** (1950) la superficie s'élevait à **145 000 ha**, **116 000 ha** dans le Maroc et **29 000** dans l'Algérie.

1.6. Ecologie de l'espèce :

1.6.1. Les conditions climatiques :

Le climat conditionne l'existence de l'arbre, les principaux facteurs du climat sont l'air, la température, l'eau atmosphérique, les vents, la lumière et les divers phénomènes météorologiques qui en découlent, tels que gelées, givre, verglas, grêle, neige, brouillards, insolation, etc.

1.6.1.1. L'altitude :

Au point de vue de l'altitude, **AUSSENAC et GUEHL** (1990) soulignent que le cèdre dans son aire d'origine pousse à des altitudes variant de 1400 à 2200, ses limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre en fonction des conditions climatiques du relief.

En Algérie : Le cèdre occupe partout les sommets des montagnes (**DERRIDJ**, 1990), il s'installe sur les versants nord, d'une façon générale, à 1400m bien qu'il peut descendre encore plus bas à la faveur de conditions microclimatiques particulière (**EMBERGER**, 1938 ; **ABDESSEMED**, 1982). Sur les versants sud, il existe un décalage de 200m en moyenne pour le Chélia mais peut atteindre 400 à 500m comme au Belezma. Les limites inférieures se situent donc sur les versants méridionaux vers 1600m. La limite supérieure est de 2200m pour les deux versants bien que des individus isolés arrivent jusqu'à 2300m (**ABDESSEMED**, 1982).

1.6.1.2. La pluviométrie

Le cèdre reçoit dans ses pays d'origine des lames de pluies annuelles comprises entre 450 et 1500mm (**PUTOD**, 1979). En Algérie les cédraies reçoivent une tranche Pluviométrique variant de 500mm à 1400mm environ (**TOTH**, 1980 ; **HALIMI**, 1980). Selon **BENABID** (1994), cette dernière est largement dépassée, elle atteint 2000mm au Maroc. Dans les cédraies sèches (Aurès, Belezma, Hodna) le **HOUEROU** (1975) donne 600mm de précipitations comme limites inférieures. Cependant, la répartition des pluies est irrégulière, la saison la plus sèche est l'Eté ; en effet, **QUEZEL** (1976) a souligné que les forêts de cèdre du pourtour méditerranéen subissent une sécheresse estivale de 1 à 3 mois.

1.6.1.3. La température :

Le cèdre croit sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 4 C° (**BOUDY**, 1950 ; **DERRIDJ**, 1990). En ce qui concerne les températures moyennes des minima du mois le plus froid, les cédraies peuvent tolérer des valeurs comprises entre « -1 » et « -8 » C (**QUEZEL**, 1980). Par ailleurs le **HOUEROU** (1975) donne les valeurs suivantes

CHAPITRE I: ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS

pour les cédraies de l'Aurès, Belezma et Hodna « -2 C » caractérise la limite inférieure et « -5 C » pour la limite supérieure. Le cèdre résiste à « -25 C » en atmosphère sèche (GAUSSEN, 1967), il vit dans ses pays d'origine avec des extrêmes absolus de « -25 C » et « +35 C » (PUTOD, 1979).

1.6.1.4. Etages bioclimatiques :

Selon la classification d'EMBERGER, le cèdre de l'Atlas se trouve dans diverses étages bioclimatiques : les étages semi-aride à hiver froid et humide, sub-humide à hiver froid, humide à hiver froid et humide et humide à hiver frais (AUSSENAC, 1984). Mais il trouve son optimum écologique dans le bioclimat méditerranéen humide à hiver froid. Quand le bioclimat devient humide et plus doux, le cèdre est fortement concurrencé par d'autres espèces.

En Algérie MEDOUR (1994) souligne que les cédraies septentrionales (Atlas Blidéen, Djurdjura et le massif de Babors) sont soumises à un bioclimat humide, variante fraîche voire per humide. Tandis que la majorité des cédraies méridionales (Aurèse, Belezma, Hodna) sont soumises aux bioclimats subhumide froid et très froid (ABDESSEMED, 1984 ; M'HIRIT, 1982). Notons que ABDESSEMED (1982) a signalé la présence de cette espèce dans les Aurès sous le bioclimat semi-aride supérieur. La figure (16) montre son aire de répartition sur le climagramme d'EMBERGER.

1.6.2. Conditions édaphiques et milieu végétal :

Les cédraies méditerranéennes sont d'une façon générale localisée sur substrats calcaires (QUEZEL, 1980). En Afrique du Nord, le cèdre de l'Atlas se rencontre aussi bien sur les calcaires plus au moins compacts du lias ou marneux du jurassique moyen, que sur les schistes calcaires ou gréseux ou les grès. Les neuf dixième (9/10) des cédraies Algériennes se localisent sur les formations siliceuses et en bien moindre proportion sur les calcaires du crétacé (BOUDY, 1950). D'une façon générale il semble que c'est l'aspect physique du substrat qui joue le rôle le plus important dans le comportement écologique, plutôt que l'aspect chimique (YI, 1976 in BEGHAMI, 2003). Le cèdre n'a pas d'exigences particulières pour le sol, mais ne vient pas dans les sols tourbeux ou humides (GAUSSEN, 1967). Il redoute les sols mal drainés, asphyxiants, hydromorphes et la texture argileuse lui est défavorable (TOTH, 1971).

Plusieurs champignons, lichens et mousses apprécient aussi l'ambiance humide des cédraies. Certaines sont exclusives du cèdre. Ces champignons peuvent être fort utiles à l'arbre. Certains ectomycorhiziens protègent ses racines par différentes voies (barrière mécanique, production de substances antibiotiques,...) (TOTH, 2005). Donc le cèdre participe à des

CHAPITRE I: ETUDE DE LA PLANTE HOTE ; CEDRE DE L'ATLAS

groupements très variés dans des conditions écologiques très diverses allant du semi-aride à l'humide et sur différent substrat (ABDESSEMED, 1981).

1.7. Problèmes phytosanitaires :

1.7.1. Les facteurs entomologiques :

Il existe beaucoup d'espèce ennemies pour le cèdre de l'atlas commettent des dégâts important sur les cédraies et parmi ses ennemies on trouve les insectes et certaine animaux.

Il existe des insectes phytophages mangeure des aiguilles comme la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), (BAUDY, 1950). (Fig. 07).



Figure 07 : la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur les aiguilles de cèdres (Original 2019).

Aussi la processionnaire du cèdre (*Thaumetopoea bonjiani*) qui a été découvert la première fois en Algérie dans les cédraies de Belezma. (GACHI et al, 1986). Ainsi que la tordeuse du cèdre (*Epinotia cedria*). Des insectes mangeures des graines ; le chalcidien seminivore (*Mogastigmise pinsopinis*) parasite de graine. (TOTH, 1978).

D'une autre part on peut citer le sanglier et les animaux de bétail surtout les bovins qui causent des dommages sur les jeunes pousses et la régénération naturelle de la forêt de cèdre.

7.1. Les facteurs fongiques :

Parmi les maladies cryptogamiques les plus connu dans le cèdre on trouve :

Polyporus officinalis cause des altérations plus au moins grave sur le cèdre, (BAUDY, 1952). Il y'a aussi *Armillaria milla* attaque les racines et le tronc, (MALKI, 1992).

CHAPITRE II :
LA PROCESSIONNAIRE DU PIN ; *Thaumetopoea*
pityocampa
PRINCIPAL DEFOLIATEUR DES PINS

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN : *Thaumetopoea pityocampa*

2.1. Position Systématique :

Classification

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

Nom binominal : *Thaumetopoea pityocampa*. **(Denis & schiffermüller, 1775).**

Le genre *Thaumetopoea* contient neuf espèces, qui peuvent localement exister 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 *Thaumetopoea bonjeani*, *Thaumetopoea pinivora*, *Thaumetopoea processionea*, ou en fin d'été pour *Thaumetopoea pityocampa*, *Thaumetopoea wilkinsoni*). Le développement larvaire est donc printanier à estival pour les trois premières espèces, et hivernal pour les deux dernières.

La chenille processionnaire du pin à développement larvaire hivernal, *Thaumetopoea pityocampa*. 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* **(Denis et Schifermuller, 1775)**. En latin, *pityocampa* signifie « chenille du pin », (*campa* = chenille, *pityo* = pin) et *Thaumetopoea* signifie « qui vénère la verdure » (*Thaumeto* = vénérer, *poea* = herbe) **(RIVIERE, 2011)**.

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

2.2. Aire de répartition de *Thaumetopoea pityocampa*

La répartition géographique de la chenille processionnaire du pin dépend de plusieurs facteurs écologiques, dont certains étudiés précédemment : l'ensoleillement, la photopériode, la température, l'altitude et la latitude. C'est pourquoi certaines zones géographiques sont plus favorables que d'autres au développement des chenilles processionnaires du pin. Les facteurs climatiques (gel, chaleur...), la présence de prédateurs et parasites, ainsi que la quantité et la qualité des ressources alimentaires (qui conditionnent notamment la fécondité des Femelles) participent ainsi aux importantes variations de niveaux de populations, appelées « gradations » (voir tableaux 03). L'évolution réelle de l'aire de répartition entre 1969 et 1996 a été étudiée qui montrent une progression de l'insecte vers le Nord de la France. Cette progression est due au réchauffement climatique global observé depuis le début des années 70 en Europe du Nord (DEMOLIN et al, 1996), mais le changement climatique peut permettre à l'heure actuelle la création d'insectes dans les zones situées loin de l'aire de répartition naturelle de l'insecte (ROBINET. et al, 2012).

Tableau 03. Les différentes phases d'un cycle de gradation de *Thaumetopoea pityocampa* : (RIVIERE, 2011)

Phase de « progradation »	Augmentation des niveaux de populations de chenilles Processionnaires	Période de 1 à 3 ans au cours de laquelle les dégâts occasionnés par les chenilles sont importants et étendus géographiquement
Phase de « culmination »	Pullulation des chenilles à un niveau élevé	
Phase de « rétrogradation »	Diminution des niveaux de populations de chenilles processionnaires	Période de 5 à 8 ans au cours de laquelle les dégâts sont relativement limités
Phase de « latence »	Absence de chenilles ou limitée présence à un faible niveau	

2.2.1 Répartition mondiale:

La processionnaire du pin, (*Thaumetopoea pityocampa*) est présente dans l'ensemble du bassin méditerranéen à part l'Égypte, s'observe dans les forêts résineuses de pin et de cèdre. Son aire s'étend de l'Europe centrale et méridionale jusqu'en Afrique du nord (Fig.08). Liban, Maroc, Elles se sont retrouvées également en France, Grèce, Italie, Algérie, Albanie, Croatie, Tunisie, Turquie, Espagne, en Suisse et en Yougoslavie (TURPIN, 2006)

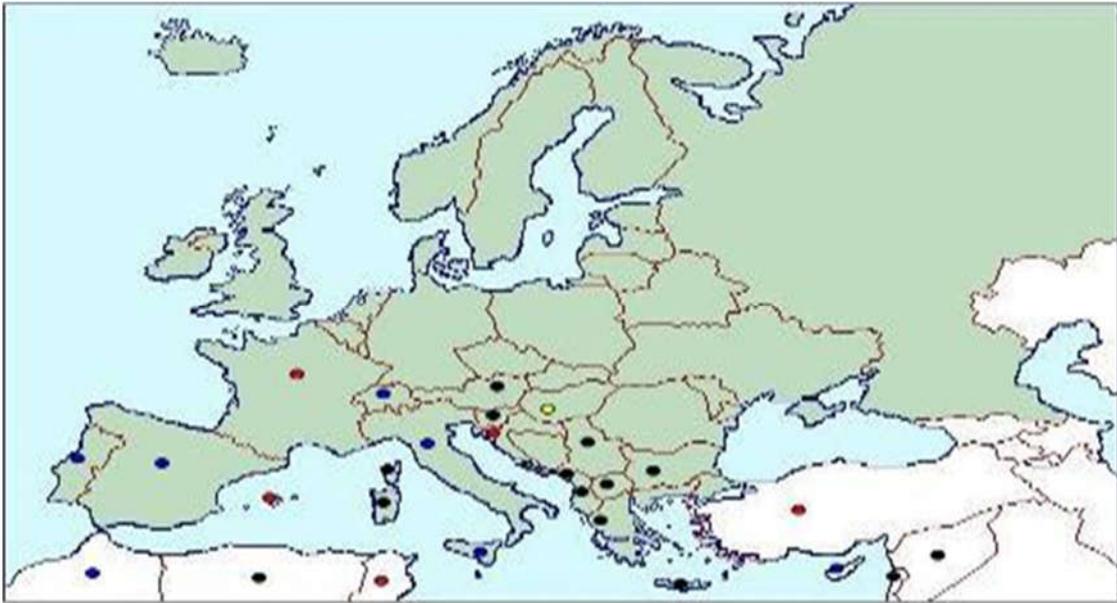


Figure08 : répartition de La processionnaire du pin dans le monde (GACHI, 1996)

2.2.2. Répartition en Algérie :

En Algérie, le barrage vert est sa limite sud. Ses pullulations sont temporaires avec des défoliations non négligeables dans les forêts naturelles, mais les plus sévères sont observées dans les reboisements (ZAMOUMM, 1998).

2.3. Cycle biologique de la processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa*) :

le cycle biologique de cet insecte ravageur se présente de la manière suivante : les papillons émergent durant l'été et les chenilles issues des pontes se développent durant la période allant du début de l'automne jusqu'au début du printemps, selon cinq stades larvaires. Le cycle larvaire se termine par les processions de nymphose et la transformation des chenilles en chrysalide sous terre. Les chrysalides dans le sol sont en mesure de rester en diapause une ou plusieurs années (ZAMOUM M. et DEMOLIN G. 2005).

2.3.1 Caractéristiques des écophases :

A/ Phase aérienne :

Ce cycle est habituellement annuel, mais il peut se prolonger jusqu'à cinq ans. Selon les conditions environnementales notamment la température et l'ensoleillement, donc l'altitude et la latitude, peuvent en effet fortement influencer le déclenchement des différents stades. (J-C MARTIN, 2005).

La phase aérienne dure cinq à huit mois et comprend plusieurs étapes, de l'émergence des papillons jusqu'à la nymphose.

2.3.1.1. Le stade adulte : Les émergences

Les dates d'émergence qui caractérisent le début du cycle varient en fonction de l'altitude, la latitude et des conditions climatiques. La sortie des adultes a lieu au cours des mois de juillet et d'août, au coucher du soleil. L'heure exacte varie en fonction de la pression atmosphérique journalière. Les mâles émergent avant les femelles. Les imagos sortent du cocon grâce à la présence de crêtes clarifiées (canthus) situées sur leurs têtes qui permettent de trouser l'enveloppe de la chrysalide (DÉMOLIN G., 1969b).

Les deux sexes se ressemblent morphologiquement. L'envergure alaire des femelles est de 36 à 49 mm, celle des mâles est de 31 à 39mm. Les antennes sont filiformes chez la femelle et pectinée chez le mâle. Les deux sexes ont un thorax poilu. L'abdomen des mâles est velu et pointu. Les ailes antérieures sont gris cendré terne et les ailes postérieures sont blanches, à franges grises, avec une tache noire caractéristique au niveau de la région anale. Les mâles se distinguent des femelles par leur taille petite. Les papillons sont nocturnes et éphémère (un deux jours) (Fig. 09).

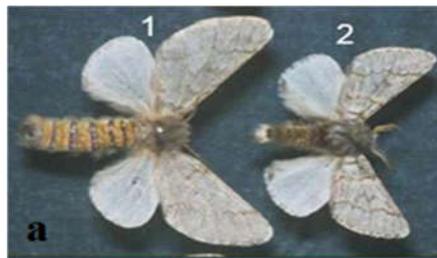


Figure 09 : la différence entre la femelle et le mâle de la processionnaire du pin, (DEMOLIN, 1996).

Les adultes ont une durée de vie limitée de 24 à 48 heures. A leur sortie les adultes sont actifs et peuvent parcourir plusieurs kilomètres. Le mâle peut voler jusqu'à 50 kilomètres et la femelle ne dépasse pas une distance de 3 à 4 kilomètres. Les papillons vont vers un lieu surélevé pour déployer leurs ailes pendant quelques minutes. A la tombée de la nuit, l'activité des papillons commence. Les femelles se placent dans une position d'appel en émettant une phéromone spécifique, appelé la pityolure (GUERRERO A., et al, 1981). Les papillons mâles attirés par la phéromone sexuelle s'envolent à la recherche des femelles. (fig. 10).Après l'accouplement qui dure environ une heure, les deux papillons se séparent. Les mâles meurent un à deux jours plus tard. Les femelles fécondées s'envolent et choisissent un arbre pour pondre pendant une durée de trois ou quatre heures (DÉMOLIN G., 1969b).



Figure 10 : Accouplement des papillons de la processionnaire du pin (MARTIN J.C. 2005).

2.3.1.2 Les pontes

Selon DEMOLIN 1969, Après l'accouplement (fig.10), la femelle rassemble deux ou plusieurs aiguilles de pin à l'extrémité d'un rameau pour déposer ses œufs mais dans le cèdre elle dépose ses œufs sur directement sur les petit rameaux en une seule fois sous forme d'un manchon typiquement cylindriques de 1 à 6 centimètres de longueur (fig.11). Au cours de sa ponte, la femelle recouvre ses œufs par des écailles protectrices de couleur beige-clair qui proviennent de l'extrémité de l'abdomen de la femelle. Les œufs pondus par femelle varient de 70 à 300 œufs par femelle et effectuent une embryogenèse de 30 à 45 jours (DEMOLIN, 1969a) Les manchons de pontes sont de couleur gris argenté à brun jaunâtre, brillants. L'œuf a une forme sphérique, et de couleur blanche.



Figure 11 : Manchons de pontes de chenilles processionnaires du pin ; *Thaumetopoea pityocampa* du Parc national de Theniet El Had (original 2019).

2.3.1.3. Les stades larvaires :

Après des 30 à 45 jours après l'émergence des adultes, les chenilles L1 éclosent. La période d'éclosion va de fin juillet à la fin de septembre. Durant leur période larvaire, les chenilles issues d'une même ponte vont rester groupées. Au stade L1, les chenilles mesurent deux à trois millimètres et sont de couleur jaune. Leurs soies ornementales dorsales sont noires, tandis que leurs soies latérales sont blanches et plus longues. Leur capsule céphalique, noire, est déjà volumineuse et leur permet dès ce stade de s'attaquer à une nourriture solide et résistante. Les chenilles deviennent rousses à deuxième stade larvaire (stade L2). Le nombre de soies latérales augmente significativement. Ce phénomène s'amplifie encore au troisième stade larvaire (L3) et s'accompagne de l'apparition de poils urticants, localisés à la face dorsale de certains segments abdominaux. L'appareil urticant continue à se développer au cours des deux stades suivants. Au stade L5, (**fig.12, fig.13**). Les chenilles mesurent quatre à cinq centimètres. (**MARTIN, 2005**) A chaque changement de stade larvaire, les chenilles entrent dans une période de mue où elles cessent de s'alimenter.

La construction de « nid » commence dès la sortie des chenilles L1. Celles-ci tissent un entrelacement de soie très fin tout autour de la ponte aussi appelé « pré-nid » (**DAJOZ, 1998**). Elles commencent à se déplacer la nuit pour s'alimenter pouvant aussi changer de lieu de regroupement. Elles partent se nourrir en procession. Des fils de soies écrêtés depuis leur sortie du nid leur permettent de retrouver facilement.



Figure12 : Les différents stades larvaires (**DEMOLIN, 2007**)

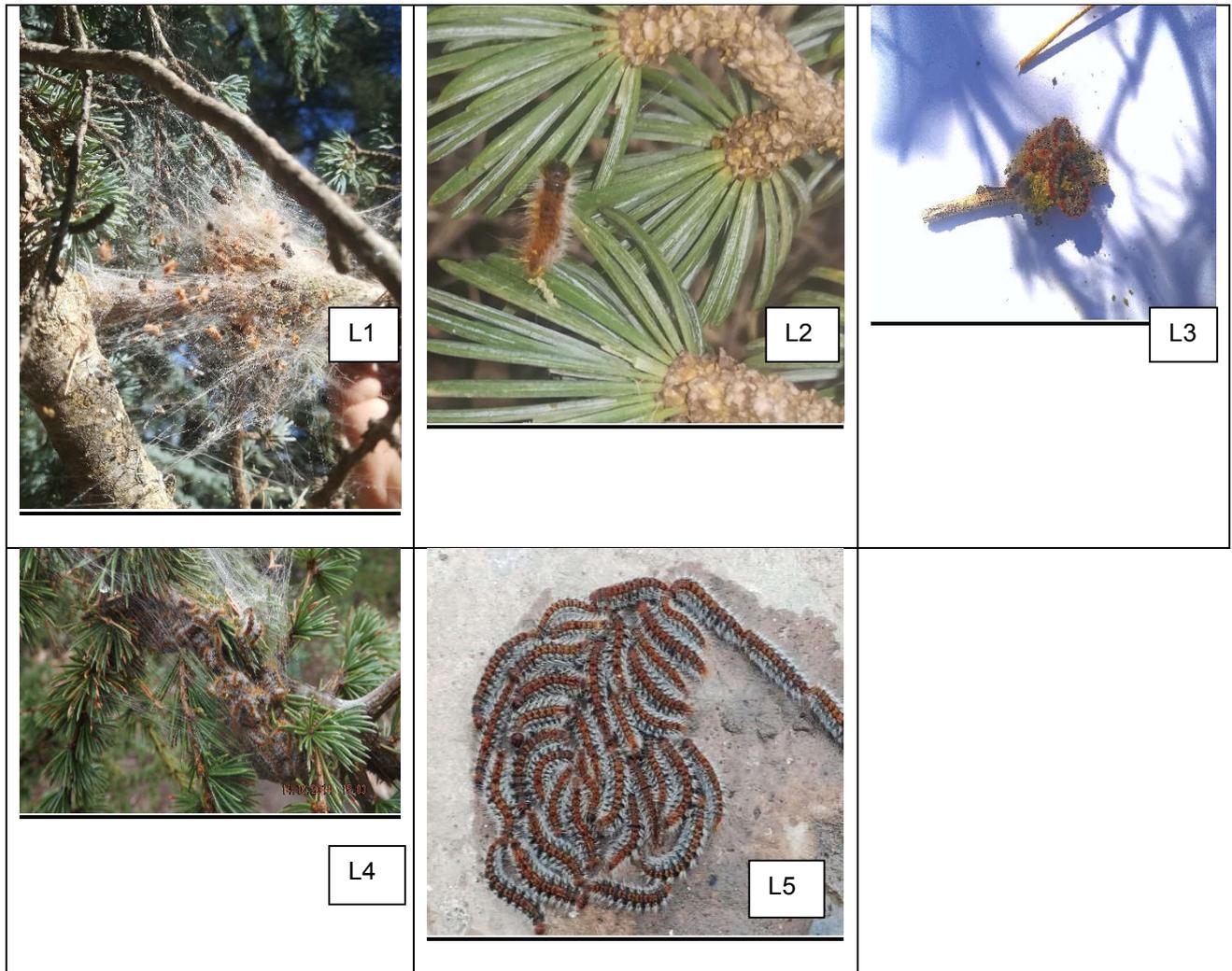


Figure 13 : Les différents stades larvaires de la processionnaire de pin *Thaumetopoea pityocampa* du parc national de Theniet El Had (Originals2019/2020).

2.3.1.4. Structure du nid d'hiver :

A la fin de l'automne et Dès l'arrivée des premiers froids, les chenilles, tissent sur les extrémités des branches exposées au soleil, une bourse de soie volumineuse appelée le nid d'hiver (GACHI M., 1996), qui sert d'accumulateur de la chaleur pour les derniers stades, ce lieu reste l'endroit définitif à la colonie. L'élaboration du nid d'hiver est très hiérarchisée (DEMOLIN, 1967) comprenant deux enveloppes superposées, une interne d'épaisseur importante et une externe plus lâche, qui a un rôle de superstructure. Aucun orifice de sortie n'est prévu, les chenilles doivent faire leur passage à travers les mailles du tissage. Le nid d'hiver (fig.14) est un radiateur thermique captant les rayons du proche infrarouge émis par le soleil. On peut noter une élévation de température de 1,5°C par heure d'insolation (DEMOLIN, 1969).

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

Les conditions dans le nid permettent aux chenilles le passage au quatrième puis au cinquième stade larvaire (HUCHON et DEMOLIN, 1970). Les chenilles quittent le nid durant la nuit, pour s'alimenter à partir des aiguilles de pins.

A chaque stade larvaire, les chenilles entrent dans une période de mue où elles cessent de s'alimenter. Au printemps, le cinquième stade forme des processions de nymphose, souvent guidées par une femelle. Toutes les chenilles d'une même ponte, descendent et s'enterrent pour se nymphoser dans un cocon en une chrysalide disposante (SEBTI S. 2011).



Figure 14 : structure de nid d'hiver parc national de Theniet El Had (original 2020).

Tableau 04 : Durée moyenne des différents stades larvaires

Mouvements des colonies	Stades larvaires	Durée des stades (en jours)		
Pré-nids	L1	12		
Déplacement régulier des colonies	L2	14		
	L3	30		
Nid d'hiver, emplacement définitive.	L4	Hiver doux		
		30	60	90
		L5	30	60

(MARTIN J.C. 2005)

2.3.1.5. La procession de nymphe :

La procession de nymphe, s'effectue à la fin du cinquième stade larvaire (L5) le plus souvent dès la mi-février jusqu'au mois d'avril, suivant la rigueur de l'hiver et de l'étage bioclimatique (**KERRIS T.**, 1983). Les processions de nymphe sont la manifestation la plus spectaculaire du caractère social des chenilles. Les processions n'ont lieu que lorsque la température du sol est comprise entre 10° et + 22° C ; aux températures inférieures les chenilles restent groupées à la surface du sol et aux températures supérieures elles s'enterrent si la nature du sol le permet. Par conséquent si le sol est froid les enfouissements auront lieu surtout au milieu des clairières ; mais s'il fait chaud ils pourront se faire en sous-bois et même au pied des arbres (**GACHI M.**, 1996). L'enfouissement, n'est pas toujours définitif (**DAJOZ R.** 1998). Si les conditions d'espace et de température ne sont pas réunies, les chenilles peuvent ressortir pour chercher une zone plus propice. Les chenilles en procession conduite par une femelle, quitte l'arbre pour aller s'enfouir dans le sol à quelques centimètres sous terre (5 à 20 cm) dans un endroit bien ensoleillé. Les processions peuvent se déplacer jusqu'à 40m (**DÉMOLIN G.**, 1971), et peut durer jusqu'à six jours (**fig.15**).

B/ Phase souterraine :

La phase souterraine est d'une durée très variable. Certaines nymphes et parfois même la totalité des nymphes peuvent ne pas se transformer en adultes l'année de la nymphe, la nymphe s'étendant alors jusqu'à l'année suivante (**ROBREDO F.**, 1963). Elles restent dans cet état pendant plusieurs mois ou parfois plusieurs années selon les régions (**ZAMOUM M., et al**, 2005). Au bout de quelques mois, chaque chrysalide se métamorphose en papillon. En été, les papillons sortent de la terre et marquent le début d'un autre cycle.

2.2.1.6. La nymphe :

Une quinzaine de jours après l'enfouissement (**fig.15**), les chenilles tissent des cocons individuels, dans lesquels elles se transforment en chrysalides (**fig.16**), c'est la nymphe. Quelques jours plus tard a lieu la diapause obligatoire, (**RIVIERE J**, 2011).



Figure 15 : Processions des chenilles cherchant à s'enfouir, Parc national de Theniet El Had (original 2020).

2.2.1.7 la diapause :

Caractérisé par arrêt de développement et une diminution notable du métabolisme. Lors de cette période, les chrysalides peuvent résister à de fortes températures (jusqu'à 35-40°C) sans altération (RIVIERE J, 2011). (fig.09).



Figure 16 : Chrysalides mâle (à gauche) et femelle (à droite) extraites de leur cocon (Martin JC, 2007).



Figure 17 : cycle biologique moyen de la processionnaire du pin en France. (JEAN-CLAUDE MARTIN, 2007).

2.3 Influence des facteurs écologiques sur le développement de la processionnaire du pin :

nombreux facteurs peuvent influencer le cycle de développement de *Thaumetopoea pityocampa* :

2.3.1. Ensoleillement et photopériode :

La chenille processionnaire du pin n'est présente que dans les régions où la durée moyenne d'insolation annuelle est supérieure à 1800 heures. C'est pourquoi elle est généralement absente au nord de la France et sur les versants nord des montagnes (HUCHON et DEMOLIN, 1970).

La photopériode joue également un rôle prépondérant dans le cycle de *Thaumetopoea pityocampa*, les chenilles processionnaires s'alimentent la nuit, lorsque les températures sont basses, et se regroupent dans la journée pour digérer (DEMOLIN, 1969).

2.3.2. Température :

Des colonies de la chenille processionnaire du pin peuvent survivre et de résister à des températures basses (10°C) ainsi que de tolérer des températures élevées (<25°C), mais au cours de la phase aérienne ils ne peuvent pas supporter une température très élevée (plus de 25°C) pendant une longue période sans effet physiologique (faiblesse) (DEMOLIN 1969). L'optimum vital correspondrait à une température mensuelle moyenne entre 18 et 20 C° ; effet de masse, tente, et larvaires mouvements étant sensibles à la boussole (ou rétablir) les variations autour de cette moyenne (DEMOLIN 1969). En hiver doux, des tentes seront bien architecturé et les risques d'Epizooties seront moins fréquents. La population est plus stable (absence de fluctuations prolongées). Les ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sont capables de maintenir de grandes populations. Les tentes d'hiver sont en général, situé à

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

l'extrémité des branches dans la partie supérieure de la couronne (**DEMOLIN et RIVE' 1968**). Dans le Sud, où la température est élevée, le soleil ne joue aucun rôle pour la chenille processionnaire du pin et les tentes d'hiver sont moins architecturées. Le développement des larves doit être au post-été, permettant à la population d'éviter des températures supérieures à 25 ° C (**DEMOLIN 1969**).

2.3.3. Altitude et latitude :

La durée du développement larvaire varie selon trois principaux facteurs : la température (et l'amplitude thermique), la radiation globale et la photopériode. A ce sujet, **DEMOLIN (1969)** propose un abaque représentant la date de déclenchement et la durée des différentes phases du cycle en fonction de la latitude ou de l'altitude. Cet abaque montre ainsi que plus l'altitude augmente, ou plus la latitude est nordique, plus la température moyenne diminue. La durée du développement larvaire augmente alors, au détriment de la diapause nymphale.

La ponte d'une femelle conduisant à la formation d'une colonie à part entière, il est donc compréhensible que la femelle pondre plus d'œufs en haute altitude ou latitude, afin de favoriser la survie de la colonie. La variation de la fécondité peut ainsi être due à la spécificité de l'hôte à la latitude et à la moyenne des températures hivernales (**PIMENTEL et al.2010**).

2.5. Influence des facteurs biotiques sur la chenille processionnaire :

2.5.1. Les plante hôtes :

La processionnaire du pin est un insecte phytophage, s'attaque et se nourrit des aiguilles à toutes les espèces de pins de la région méditerranéenne, ainsi qu'aux cèdres Elle montre néanmoins des préférences, particulièrement lorsque la femelle est en présence de plusieurs essences. Son comportement alimentaire a permis l'établissement de ses préférences pour certaines essences dont l'ordre est le suivant (**DÉMOLIN G., 1969c**) :

- Pin noir d'Autriche,
- Pin laricio de Corse,
- Pin laricio,
- Pin maritime,
- Pin sylvestre,
- Pin d'Alep,
- Cèdre de l'Atlas,
- Cèdre du Liban.

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

2.5.2. Les ennemis de la chenille processionnaire : parasites et les prédateurs :

Les ennemis naturels de la chenille processionnaire du pin sont nombreux et présents à tous les stades du cycle de développement : Certains s'attaquent aux œufs, d'autres aux larves, aux chrysalides ou aux adultes. Il peut s'agir de prédateurs, de parasites, ou encore de virus ou bactéries. (Voir Tableau 05). (Figure 18).

Les études réalisées sur les taux de parasitisme ou de prédation dans toute l'aire de répartition de la processionnaire du pin montrent que dans certaines régions notamment en France, le taux de pontes attaquées peut atteindre 100 %, alors que celui d'œufs détruits atteint 28 % (BILIOTTI E. 1958). (SCHMIDT et al., 1999) ont constaté sur la péninsule ibérique un taux de parasitisme des pontes variant de 11,3 à 31,7 %, alors que (WAY et al. 1999) ont observé dans le même temps une régulation naturelle des populations de processionnaires du pin par une fourmi *Linepithema humile*.

Tableau 05 : Les ennemis naturels de la processionnaire du pin (BONNET C., MARTIN J C. 2008)

Stades et prédateurs	Œuf	Chenille	Chrysalide	Papillon
Parasites	<i>Baryscapus servadeii</i>	<i>Phryxe caudata</i>	<i>Villa brunnea</i>	Guêpes
	<i>Tetrastichus servadeii</i> (Hymenoptera : Eulophidae)	(Diptera : Larvaevridae)	(Diptères : Bombylidae)	
	<i>Oencyrtus pityocampae</i> (Hymenoptera : Encyrtidae)	<i>Compsilura concinnata</i> (Diptera : Tachinidae)	<i>Inchneumon rudis</i> (Hyménoptère : Ichneumonidae)	
	<i>Trichogramma sp</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	<i>Ctenophora pavidata</i> (Diptera : Tachinidae)	<i>Conomorium eremitae</i> (Hyménoptère : Pteromolidae)	
	<i>Anastatus bifasciatus</i> (Hymenoptera : Eupelmidae)	<i>Erigorgus femorator</i> (Hymenoptera : Ichneumonidae)	<i>Villa quinquefasciata</i> (Diptères : Bombylidae).	
		<i>Meteorius versicolor</i> (Hymenoptera : Braconidae)	<i>Calosoma</i>	

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

		<i>Xantandrus comtus</i> (Diptera : Syrphidae)	<i>sycophanta</i> , (Coleoptira : Carabidae)	
Prédateurs	<i>Ephippiger ephippiger</i> (Orthoptera Tettigoniidae)	<i>Calosoma sycophanta</i> (Coleoptira : Carabidae) Mésange bleue (<i>Parus caeruleus</i>)	<i>Calosoma sycophanta</i> , (Coleoptira : Carabidae) Huppe (<i>Upupa epops</i>)	Fourmis Chauves- souris insectivo res
Bactéries			<i>Borrelina sp</i> <i>Clostridium sp</i>	
Virus			<i>Smithiavirus pityocampae</i>	
Champignons			<i>Beauveria bassiana</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Scopulariopsis sp</i>	

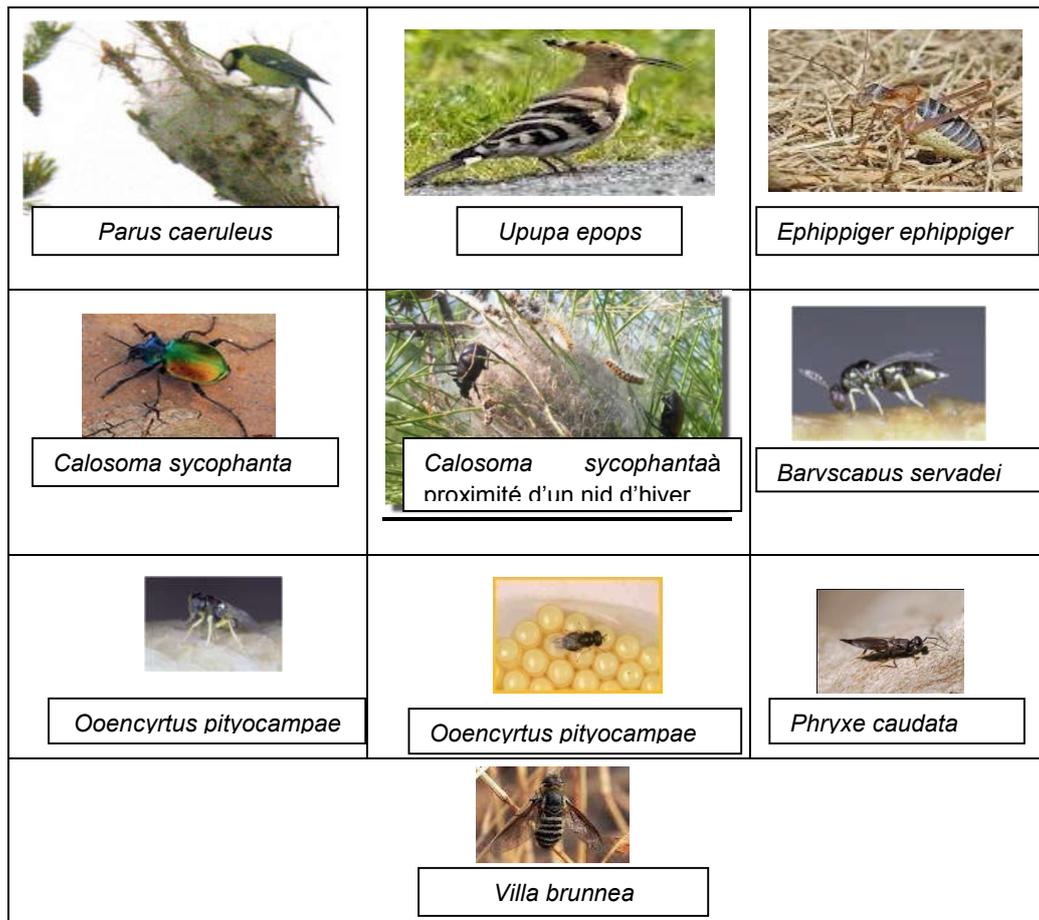


Figure 18 : les principale ennemies de la processionnaire du pin

2.7. Dégâts et nuisances causés par la processionnaire de pin :

2.7.1. Dommages sylvicoles :

En Algérie, les défoliations de la processionnaire du pin concernent toutes les pinèdes et les cédraies, il se trouve que cet insecte provoque des dégâts souvent significatifs dans les forêts naturelles et très conséquents dans les plantations reboisées en zones semi-arides (ZAMOUM, 1998).

La chenille processionnaire du pin provoque des dégâts forestiers considérables, pouvant aller jusqu'à la modification du paysage et engendrer d'importantes pertes économiques. Et est en effet l'un des principaux défoliateurs des peuplements résineux de la zone méditerranéenne (HUCHON et DEMOLIN, 1970), 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 M. 2006).

Une colonie utilise 1,5 à 2 Kg (en poids sec) d'aiguilles et il suffit de 4 ou 5 colonies pour mettre entièrement à nu un arbre de pin de 20 ans (FRAVAL A., 2007).

2.7.2 Impact sur la santé humaine et les animaux :

Chez l'homme, le contact direct avec les chenilles ou bien indirectement avec les poils urticants disséminés par le vent est responsable de démangeaisons plus ou moins graves suivant la sensibilité des individus. Quatre voies d'exposition sont définies : le contact cutané, le contact oculaire, l'inhalation et l'ingestion. Quel que soit le mode de la contamination, les poils urticants pénètrent alors soit dans l'épiderme soit dans les muqueuses pour s'y fixer et libérer la substance urticante. (MARTIN J.C.2005).

Les chenilles processionnaires du pin peuvent être pathogènes pour l'homme et les animaux. En effet, elles disposent de poils urticants pouvant provoquer des lésions non seulement par contact direct, mais aussi indirectement, par dissémination aérienne (RIVIERE J, 2011).

2.8. Techniques de lutte contre la chenille processionnaire du pin :

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. La lutte contre ce déflateur prend plusieurs formes principales : biologique, mécanique, chimique et sylvicole...etc. Ceci est en fonction des surfaces infestées et des stades de développement ciblés.

2.8.2. Lutte chimique :

L'insecticide utilisé dans ce cas est généralement à base de Diflubenzuron, régulateur de croissance qui perturbe le processus de mue larvaire (MARTIN J.C. 2005). Cependant, cette méthode est aujourd'hui entrée en fort recul du fait du fort impact écologique du diflubenzuron qui est un insecticide à large spectre.

2.8.3. La lutte sylvicole :

L'opération des actions sylvicoles comporte à planter des espèces d'arbres non sensibles à la processionnaire du Pin. La diversité des essences forestières réduit généralement la colonisation par la processionnaire du pin et favorise le cortège parasitaire. C'est une méthode de lutte naturelle et efficace (MARTIN J.C. 2005).

2.8.1. Lutte mécanique :

Elle consiste à détruire manuellement les pontes et les nids d'hiver à l'aide échenilloir et les brûler à la fin. 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. (fig.19)

CHAPITRE II : LA PROCESSIONNAIRE DU PIN; *Thaumetopoea pityocampa*

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 coûteuse sur de grandes surfaces.



Figure 19 : opération de lutte mécanique dans le parc national de Theniet El Had contre la processionnaire du pin.

2.8.4. Lutte biologique :

Il existe beaucoup de lutte biologique par l'utilisation des ennemis naturels de la processionnaire du pin et parmi ses ennemis les micro-organismes que ce soit bactérienne, viral ou cryptogamiques. Les traitements insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* kurstaki (BtK) sont les plus employés. L'application du produit se fait généralement par traitement aérien au cours des premiers stades larvaires (MARTIN J.C et BONNET C, 2008). Il s'agit d'une bactérie Gram positif capable de produire des toxines insecticides. L'activité de *Bacillus thuringiensis* est surtout basée sur la production de toxines durant la phase de sporulation du développement de la bactérie. L'ingestion des toxines présentes à la surface du feuillage conduit à la mort des chenilles. Actuellement, seuls les trois premiers stades larvaires sont généralement visés par ce type de traitement. Il semble que le *Bacillus thuringiensis* est aussi efficace contre les chenilles du quatrième et le début du cinquième stade (MARTIN J C., MAZET R., 2001). Elle doit être effectuée avant les processions : entre le mois de Décembre et février. Ce traitement est respectueux de l'environnement puisqu'il ne persiste que très peu après application et il a une spécificité d'action. Autre lutte microbiologique virale ; à la suite de l'isolement d'un virus responsable de la mortalité de chenilles processionnaires du pin, des études ont été conduites dans les années 1950 afin d'évaluer l'utilisation potentielle de ce virus cytoplasmique, le *Smithiavirus pityocampa*, comme moyen de lutte contre *T. pityocampa*, (GRISON ET AL. 1959). Il induit l'hypertrophie des cellules de l'épithélium de l'intestin moyen et leur destruction, ce qui conduit à la mort de la chenille infestée, généralement au cours d'une mue.

2.8.5. Lutte par l'utilisation des phéromones sexuelles :

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

1. lutte par les phéromones sexuelles.
2. lutte microbiologique.
4. lutte mécanique.
5. lutte par piégeage.



Figure 20 : combinaison des méthodes de lutte contre la processionnaire de pin (MARTIN.JC, 2016)

CHAPITRE III :
MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE III :MATERIELS ET METHODES

3.1. Présentation de la zone d'étude :

3.1.1. Présentation générale du parc national de Theniet El Had :

Le parc national de Theniet El Had, créé par le décret n°83-459 du 23 juillet 1983, a remplacé le parc initialement délimité sur 1 500 ha par l'arrêté n°3766 du 3 août 1929. Englobe l'unique cédraie occidentale d'Algérie avec des particularités bien individualisées dans l'Algérie septentrionale. Sa particularité essentielle est sa richesse en peuplements de cèdres séculaires. D'autres caractéristiques tout aussi particulières et qui font la singularité de ce splendide écrin sont : la présence à l'intérieur de la forêt de beaucoup de clairières pittoresques situées au sein de beaux peuplements de cèdre, des formes rocheuses de grès ciselé par les aléas climatiques façonnant à leur manière des sites spectaculaires, la présence de plusieurs sources d'eau auxquelles on attribue localement des vertus thérapeutiques.



Figure 21 : carte touristique du parc national de Theniet El Had.

Le parc national de Theniet El Had n'est pas uniquement riche par sa flore verdoyante (cèdre, chêne zen, chêne vert,... etc.), sa richesse est aussi cette faune assez variée représentée par le renard, le chacal, le sanglier, l'aigle royal, la chouette hulotte, le loriot d'Europe et plusieurs autres espèces d'oiseaux, reptiles, et insectes.

Le mélange des espèces végétales présente aussi deux particularités notables, à savoir :

- le mélange du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et le chêne zen (*Quercus faginea*)
- Le côtoisement du cèdre de l'Atlas et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*)
- Les peuplements à chêne liège (*Quercus suber*) s'y individualisent en occupant des étages altitudinaux supérieurs (plus de 1500 m), fait très rare dans le pourtour méditerranéen.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.1.2. Missions fondamentales du PNTEH : Les missions du parc national telles que consignées dans le statut type des parcs nationaux, regroupées en trois axes suivants :

3.1.2.1. 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

3.1.2.2. 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.



Figure 22 : une parcelle expérimentale dans le parc national de Theniet El Had

3.1.2.3. Tourisme :

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

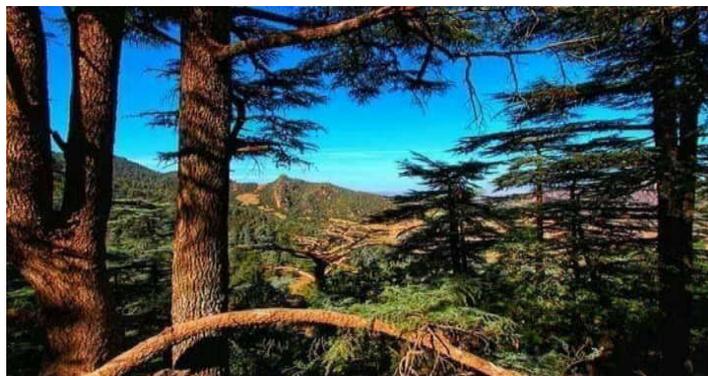


Figure 23 : forêt du cèdre du PNTEH.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.1.3. Localisation du parc national de Theniet El Had :

Le Parc national de Theniet El Had est un massif forestier s'étend sur 3424 ha dont 1000 ha forêt de cèdres 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 Wilaya de Tissemsilt. Il est partie prenante de l'Ouarsenis. Ensemble, ils constituent la chaîne sud de l'atlas tellien. L'Ouarsenis est le principal chaînon du Tell occidental situé entre :

Les Monts de Béni chougane à l'Ouest, Les Monts de Titteri à l'Est, La vallée du Chellif au Nord et le haut plateau de plaine de 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.

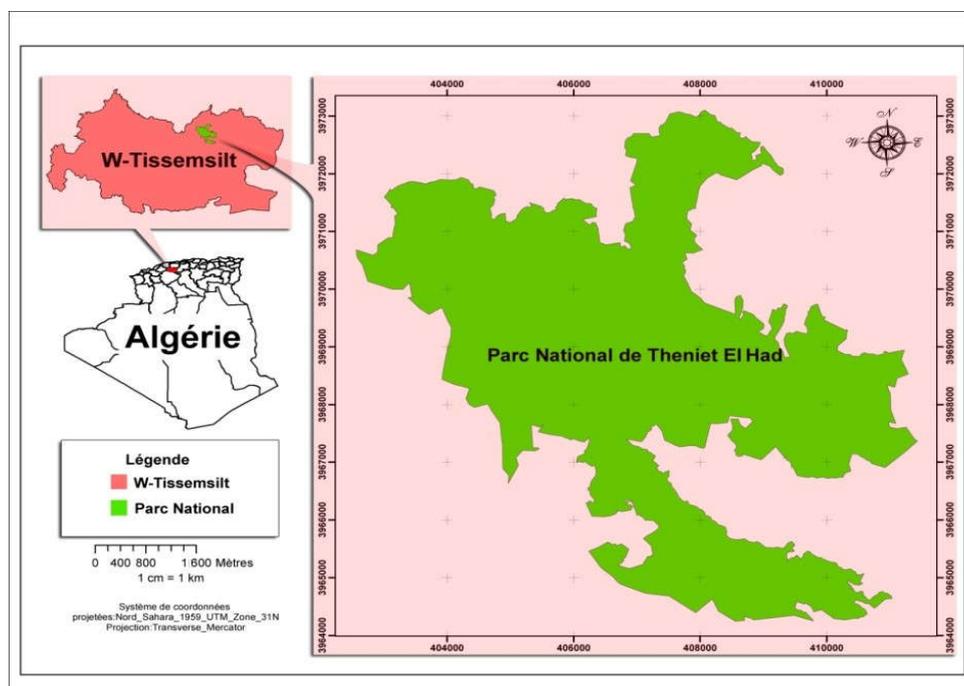


Figure 24 : localisation géographique du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH).



Figure 25 ; localisation géographique de l'Ouarsenis dans l'atlas tellien(Google earth)



Figure 26 : localisation géographique de PNTEH dans l’Ouarsenis (Google earth)



Figure 27 : le parc national de Theniet El Had d’après Google earth.

3.2. Description du parc de PNTEH :

3.2.1. Description de l'aire protégée :

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 » s'élève à 1787 m, de nombreux escarpements rocheux spectaculaires qui peuvent atteindre 100 m de haut. Le sol du parc repose sur des grès médjaniens appartenant à l'étage méranien (Eocène supérieur). Le peuplement forestier représente les trois quarts de la superficie totale du parc, le reste est à l'état de maquis.

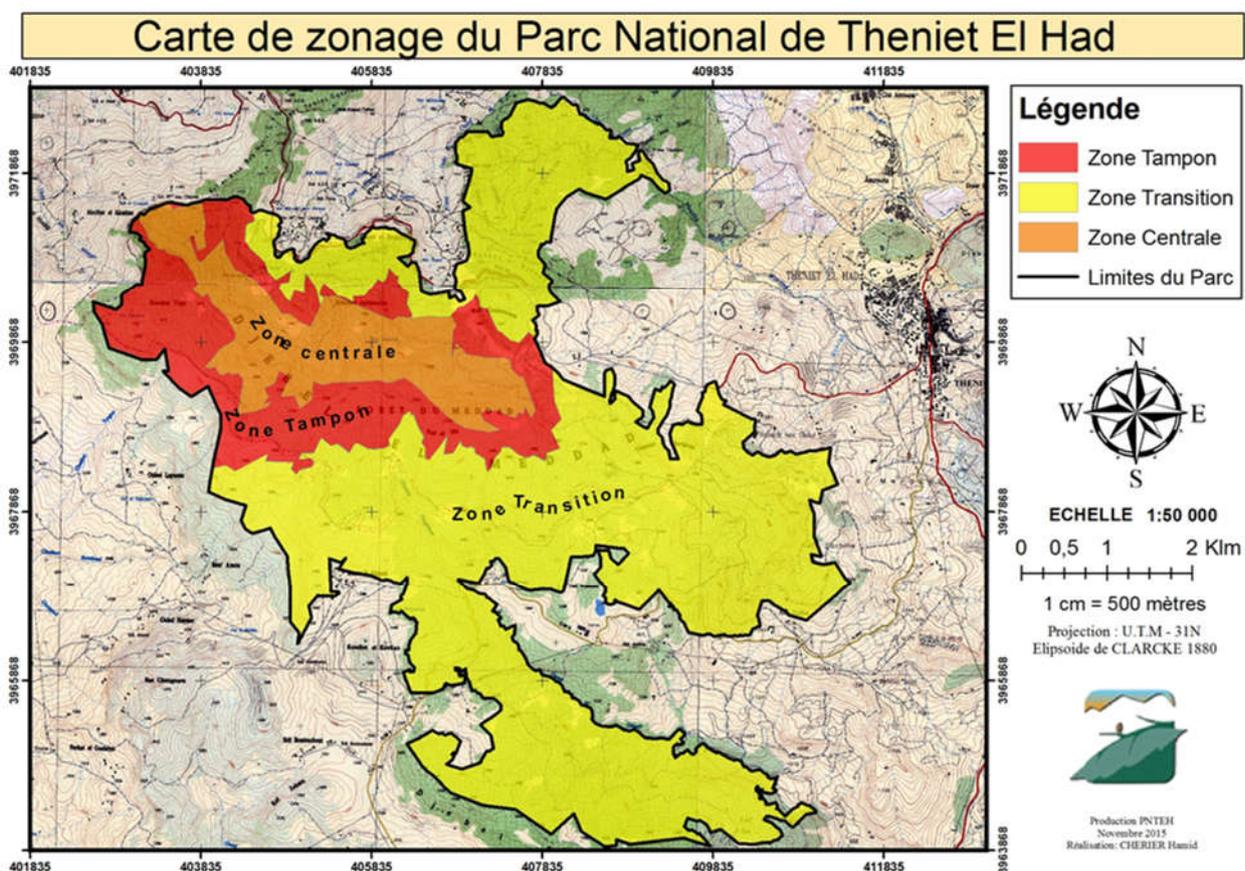


Figure 28 : carte de zonage de parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2015).

3.2.1.1. Les sites pittoresques : Le parc national des cèdres abonde en sites artistiques extrêmement variés. Parmi ce qui mérite une mention spéciale, on doit citer :

- **Le rond-point des cèdres :**

Située au cœur de la cédraie, cette belle clairière enchanteresse ouvre grands ses bras aux visiteurs. Elle est agrémentée par un étang temporaire regorgeant de petite faune amphibiens telle que la rênnette et le triton vulgaire. Il arrive qu'en hiver ce plan d'eau soit gelé ou couvert la plupart du temps de neige. Au début du printemps, après la fente des dernières neiges, nous pouvons voir

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

dans les reflets de cet étang toutes cette belle infrastructure : Maison forestière et Chalet Jourdon. Au mois de mai, cet étang est couvert d'un splendide tapis de renoncules blanches.

La beauté de ce site le fait confondre, par quelques explorateurs à une véritable vision de Suisse ou des Alpes de Savoie (DEBONNEVAL président du syndicat d'initiative en 1927).

C'est aussi le domaine des cèdres millénaires. On y accède par l'entrée Nord-Ouest en quittant la route nationale n°65 au niveau du hameau Chaaba.



Figure 29 : rond-point du cèdre du PNTEH (original2020)

- **Kef Siga (1714m) :**

Il est le but d'une promenade que doivent faire tous les visiteurs du Rond-point ; on s'y rend, en mois d'une heure, à pied, ou à cheval, par des sentiers qui ressemblent à des allées de jardin. La vue dont on jouit de ce sommet embrasse presque un tour complet d'azimut. Seul le Ras-el Braret limite un peu la vue à l'est. Mais dans les directions du nord-est, du nord, de l'ouest, du sud et du sud-est, la vue s'étend jusqu'à la limite extrême de l'horizon. On aperçoit même, lorsque le temps est clair, la Méditerranée par une brèche ouverte dans la chaîne littorale en direction de Gouraya (à l'ouest de Cherchell)

- **Le Pré Maigra :**

Il est également une clairière, abondamment arrosée, en pente douce au milieu d'un paysage riant, agrémenté de beaux arbres.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

- **Djedj El Maa :**

Situé dans le versant sud, à une altitude où commencent à apparaître les grands cèdres millénaires. Au milieu de ce boisement mélange de chênes et de cèdres se trouve un merveilleux étang qui fait de ce lieu un point incontournable pour les visiteurs du parc national.

3.2.2. Superficie et limites :

Initialement le parc a été créé sur une superficie de 1500 ha, puis en 1983, sa superficie est passée à 3424ha par suite de l'étude effectuée par **LESCOMPLEKT**(1983). Les limites de l'aire protégée sont matérialisées par des bornes numérotées de 01 à 558.

3.2.3. Voies d'accès :

Pour rejoindre le parc national de Theniet.El.Had, plusieurs accès routiers sont disponibles :

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 N°14)

L'accès desservant le côté Ouest venant de la commune de El Hassania wilaya d'Ain Defla, la R.N 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 Chlef.

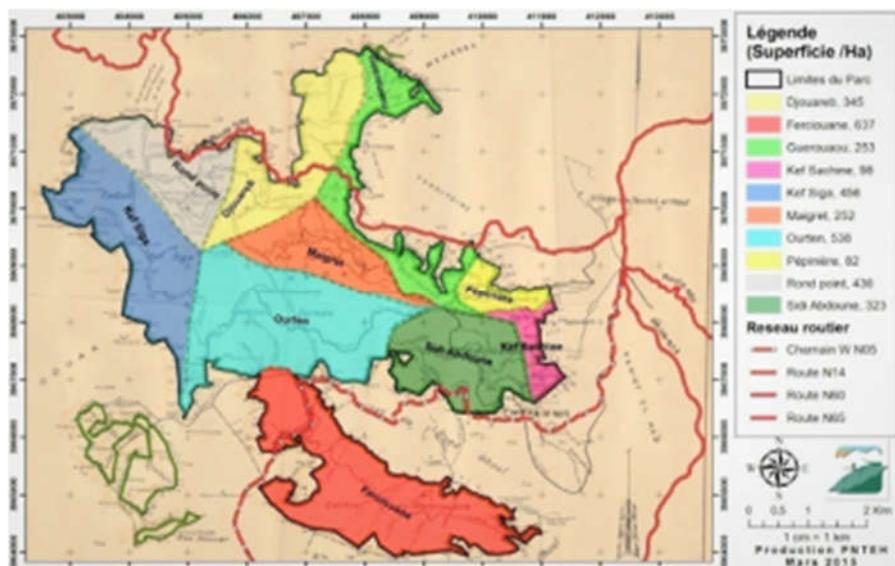


Figure 30 : carte des réseaux routiers de parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH)

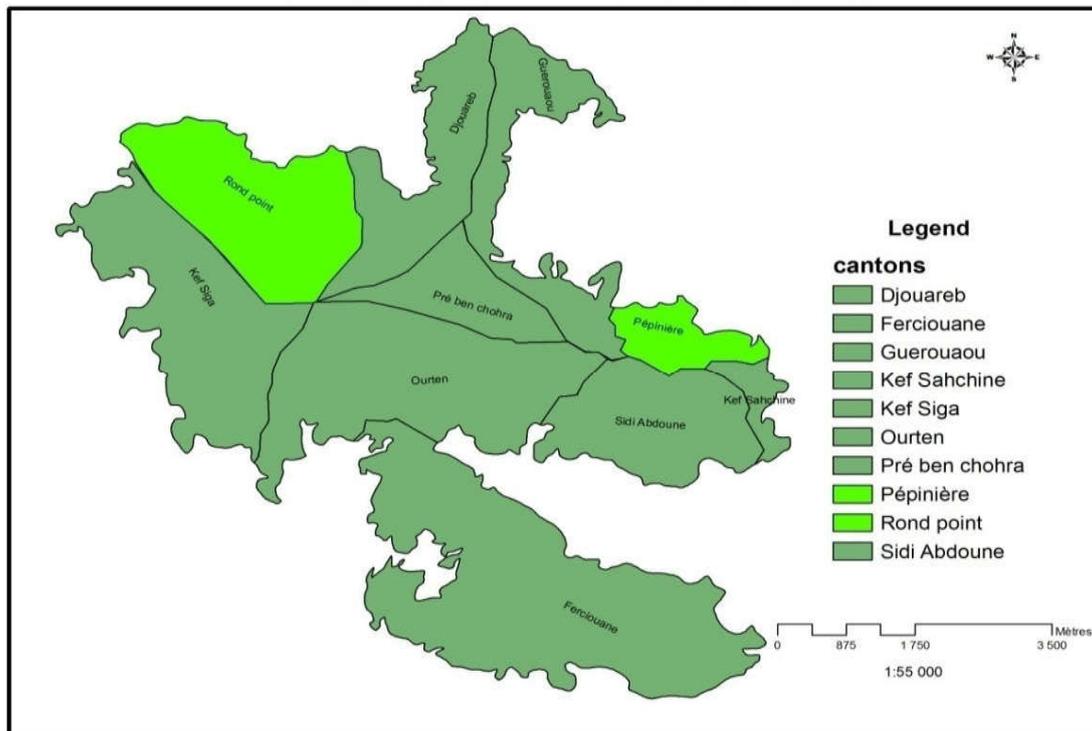
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.3. Géologie et relief de PNTEH :

3.3.1. Relief : Le Parc présente globalement deux expositions principales : NORD & SUD

Le versant Nord entrecoupé de quelques cuvettes encaissées et la crête principale où culmine le point le plus haut « Ras El Braret » relevant du canton Rond-Point.

Le versant Sud est d'une assez forte inclinaison, mais contrairement au versant Nord, la longueur du terrain y est assez vaste (environ le double du premier).



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

Au versant Nord : il 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 rencontre une altitude supérieure qui est le pic à 1.787 m et la limite inférieure est à 968 représentant le bout aval d'oued EL Ghoul appartenant au canton Ferciouane à la limite de la RN14 du côté Sud.

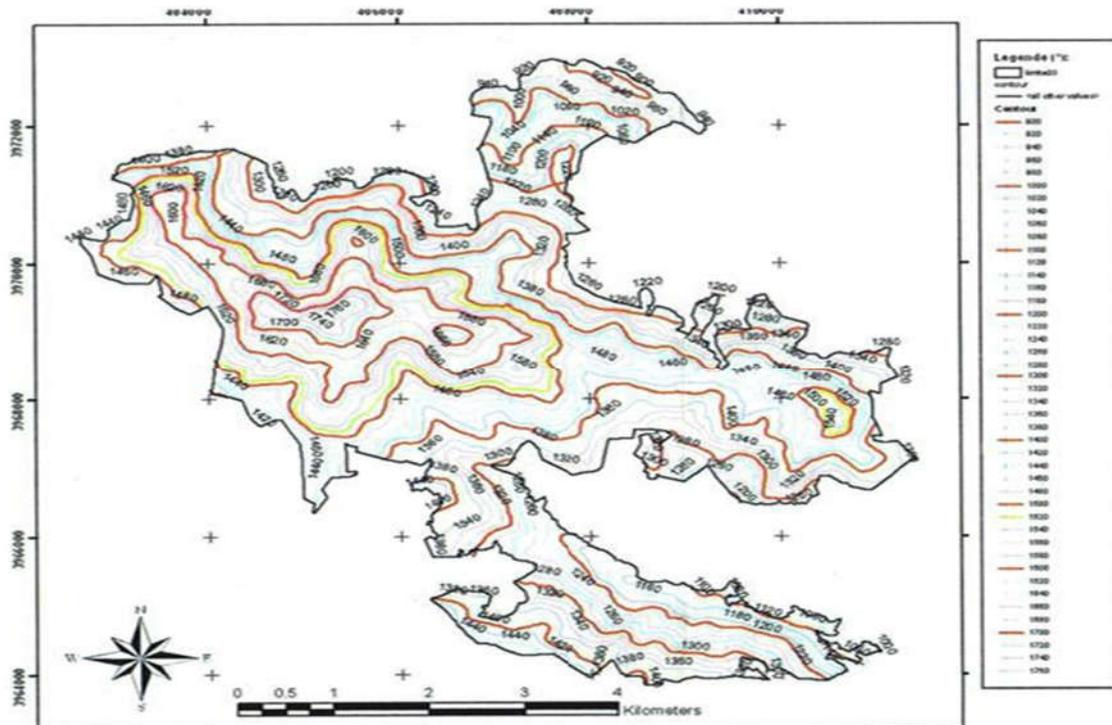


Figure 32 : carte d'altitude du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2011).

3.3.3. 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).

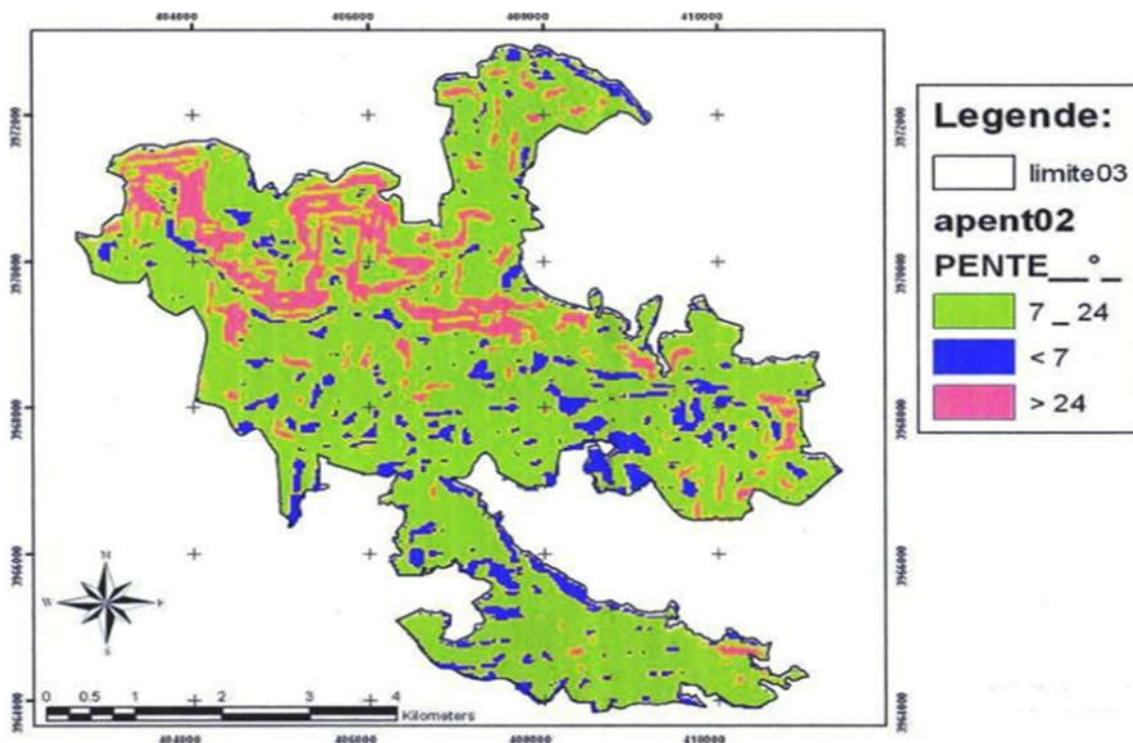


Figure 33 : carte de pente du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2011).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.3.4. Substrat géologique : 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 côté 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.

3.3.5. Pédologie : 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.

Sur les crêtes sommitales se trouvent les sols minéraux bruts d'érosion, 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.

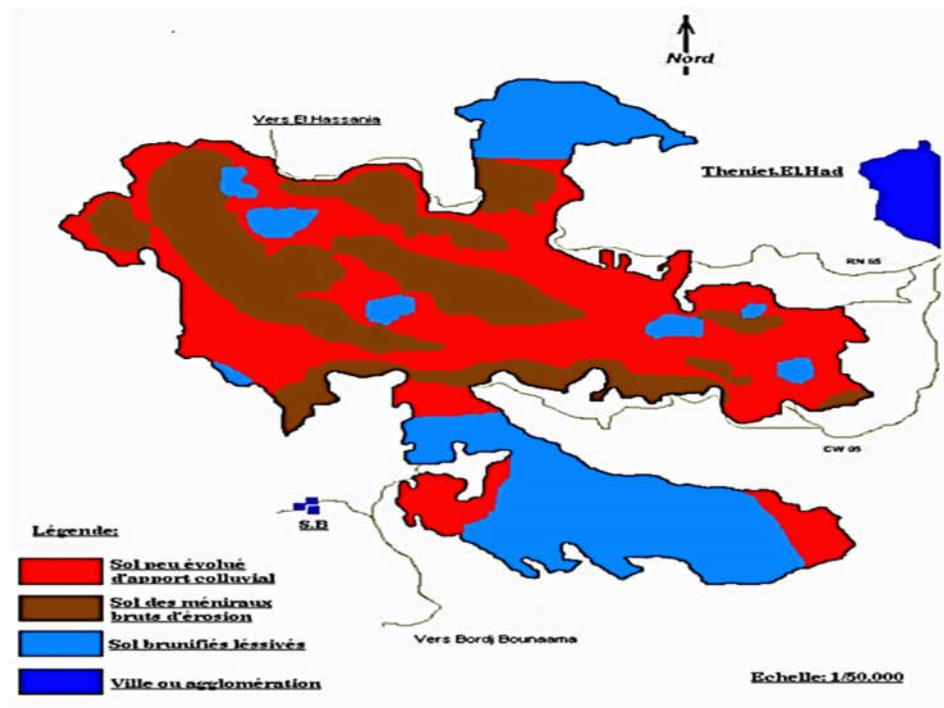


Figure 34 : carte de sol du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH, 2002).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.3.6. L'érosion : 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.

3.3.7. Hydrologie :

3.3.7.1 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.

3.3.7.2. Les sources :

Le parc national de Theniet El Had est riche de 52 sources dont une grande partie est ferrugineuse. Le tableau détaillé de ces sources est joint en annexes. 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)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Tableau 05 : Caractéristiques des stations prospectées.

station	Nord-haut	Nord-bas	Centre	Sud-haut	Sud-bas
altitude	1482m	1321m	1598m	1728m	1381m
latitude	35°52'16''N	35°52'20''N	35°51'24''N	35°51'11''N	35°51'30''N
longitude	1°56'16''E	1°58'49''E	1°58'49''E	2°00'19''E	2°00'01''E
pente	24%	1à 24%	7 à 24%	1à 24%	7à 24%
cantons	Sidi abdoune	Sidi abdoune	Pré benchohra	Rond-point + Kef Siga	Rond-point
Type de forêt	Forêt naturelle + reboisement	forêt naturel	forêt naturel	forêt naturel	Forêt naturelle

3.4. La Flore : Diversité floristique de PNTEH :

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 composées, les papilionacées, les liliacées, les ombellifères, les labiacées, les orchidées, les cistacées, les graminées, les crucifères, les caryophyllacées, les renonculacées.

En versant Nord, les peuplements du cèdre sont en mélange au chêne vert (partie inférieure) et au chêne zen (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 zen 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 quand même rare, se rencontre par pieds à travers la cédraie sur les deux versants.

Les inventaires floristiques menés ont permis de recenser 515 espèces végétales entre phanérogames (angiospermes, gymnospermes), et cryptogames (thallophytes, bryophytes et ptéridophytes) dont dix (10) endémiques algériennes. Il existe encore plusieurs espèces surtout herbacées qui restent à identifier et qui dénotent de la grande richesse du parc.

La flore du parc est passée de 452 espèces à 515 durant la période (2007 -2010)

Sur le plan phyto-écologique, le massif du Djebel El Meddad appartient à la région méditerranéenne, au secteur algérois, au sous-secteur de l'Atlas tellien (BARRY, 1974).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Sur le plan physiognomique, ce massif appartient plus à l'Atlas tellien qu'au tell méridional. Toute la flore est méditerranéenne étant donné qu'il ne présente pas des particularités méridionales.

3.4.1. La Cédraie :

Elle occupe le versant Nord, le recouvrement des peuplements est très important (70-80%). Dans cette strate, la densité est très élevée (400 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 zen (*Quercus faginea*) accompagnés avec d'autres espèces buissonnantes (*Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*,...). La moyenne d'âge est située entre 125-135 ans.

Sur le versant Sud : Le recouvrement est de l'ordre de 60-70% soit 10-12 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.



Figure 35 : vue de ciel de cédraie du PNTEH, cantons rond-point

3.4.2. La veuse :

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*, *Lavandulastoeckas*, des Cistes.

La superficie globale est estimée à 1000 ha.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.4.3. 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 oxycedru*, etc.

La superficie globale est estimée à 680 ha.

3.4.4. La Zenaie :

On la trouve dans quelques stations peu étendues e 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 zen est pour ainsi dire rare, soit il est en mélange avec le cèdre surtout sur le versant Nord ou avec le Chêne afares sur le versant Sud dont la différenciation reste complexe à cause de leur grande ressemblance.

3.4.5. La pinède :

Elle s'étend sur une superficie de 800 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 en train de se développer dans l'airmême du cèdre (Guerouaou) et des chênes (Sidi-Abdoune).

Carte de végétation du Parc National de Theniet El Had

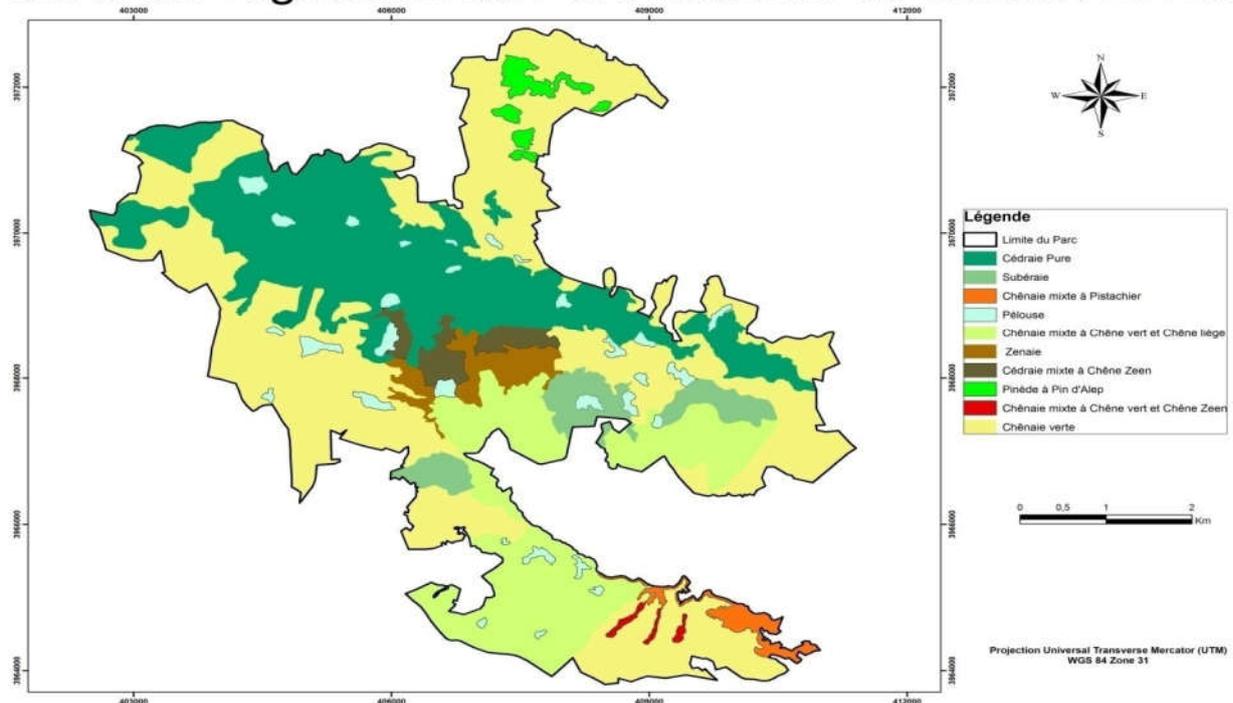


Figure 36 : carte de végétation du parc national de Theniet El Had (source ; PNTEH).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.4.6. 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 introduites ou autochtones rares sont aussi à signaler : pin pignon, micocoulier, prunier sauvage, érable de Montpellier, Merisier,...

3.4.6.1. Les champignons : Les champignons du parc sont en nombre de 34 espèces dont les plus fréquents sont rencontrés chaque année à travers toutes les zones du parc.

Le nombre d'espèces de champignons est passé de 26 à 34 durant la période (2007 -2010)

3.4.6.2. Les lichens : Le parc national est riche de quelques 23 espèces de thallophytes inventoriées durant l'année 2005.

3.4.6.3. Les mousses : 12 espèces de bryophytes ont été inventoriées durant l'année 1953 par un spécialiste **F. Jeleng**.

3.5. La faune de PNTEH :

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.

3.5.1. Les mammifères :

L'inventaire faunistique du Parc a fait ressortir 19 taxons. La plus part sont déterminés au niveau de l'espèce. 17 espèces identifiées appartenant à 12 familles dont dix (10) sont protégées.

3.5.2. 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.

3.5.3. 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.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.5.4. 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.

3.6. Les caractéristiques climatiques de zone d'étude :

Le climat est l'une des composantes fondamentales d'un écosystème terrestre. Avec ses principaux paramètres, le climat reste l'élément le plus important dans la caractérisation des écosystèmes forestiers. (LACOSTE et SALANON, 2001).

Pour certaines régions en l'absence de station météorologique au niveau de la zone d'étude des corrections ont été effectuées. La correction des gradients pluviométrique et thermique a été faite par extrapolation (SELTZER, 1946). Pour le Nord de l'Algérie, SELTZER (1946), considère que pour 100 mètres d'altitude, la précipitation augmente par 40 mm et les températures maxima (M) et minima (m) diminuent respectivement de 0,7°C et de 0,4°C. Le coefficient de correction est calculé à partir de la différence d'altitude entre la station de référence et les stations d'étude.

3.6.1. La température :

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. Chaque espèce présente un seuil minima ou maxima qui lui permet de se maintenir en vie.

L'augmentation des températures est susceptible d'avancer la date du débourrement, affectant la synchronisation entre le défoliateur et son hôte et diminuant ainsi les densités et dommages de défoliateurs. Cependant, certains défoliateurs mettent en place une réponse adaptative rapide au changement de phénologie de leur hôte. (JEAN-SEBASTIEN JACQUET ; 2012).

L'absence de station météorologique au niveau du Parc National de Theniet El Had, nous avons considéré les données climatiques respectivement de station de Theniet El Had, située de 2 km loin du PNTEH (la plus proches).

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Tableau 06 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had.

	Jan	Fév	Ma	Av	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
Tmin (°C)	-3	0	-1,0	2	5,0	9,0	13	12	9	6,0	3,0	1
Tmax (°C)	13,0	15,0	14,0	17, 0	31,0	35,0	39,0	43,0	30,0	26,0	18,0	10,0
Tmoy (°C)	3,8	6,2	5,3	6,8	16,4	20,1	24,8	25,3	17,9	16,4	7,8	3,7

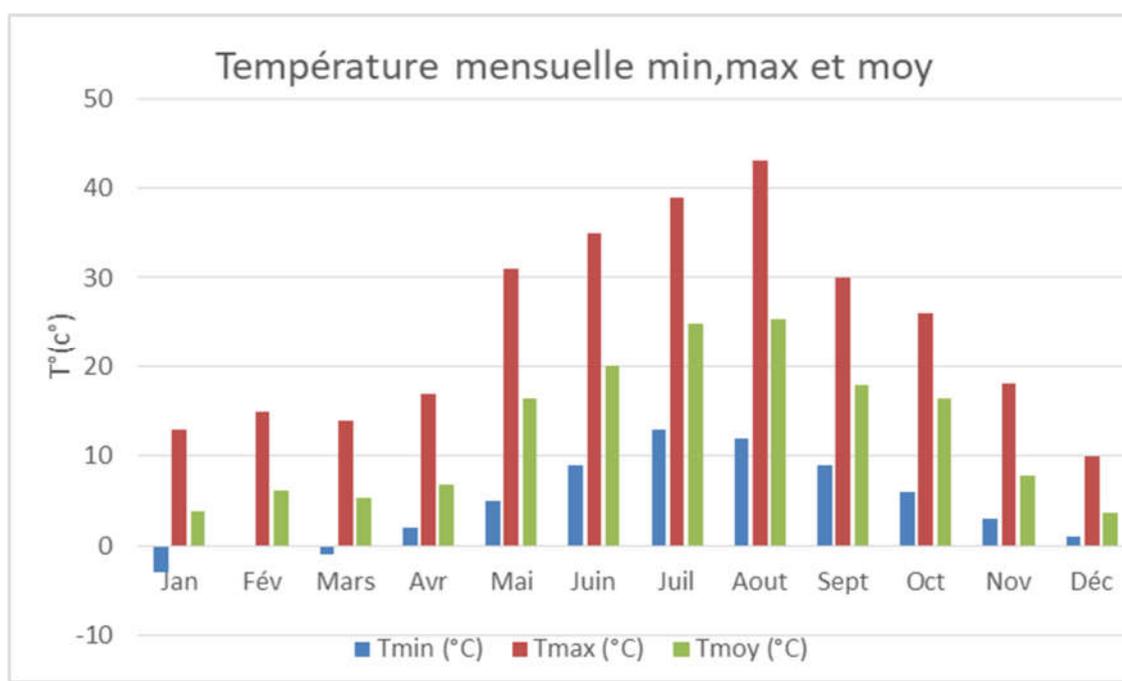


Figure 37 : les Températures mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had.

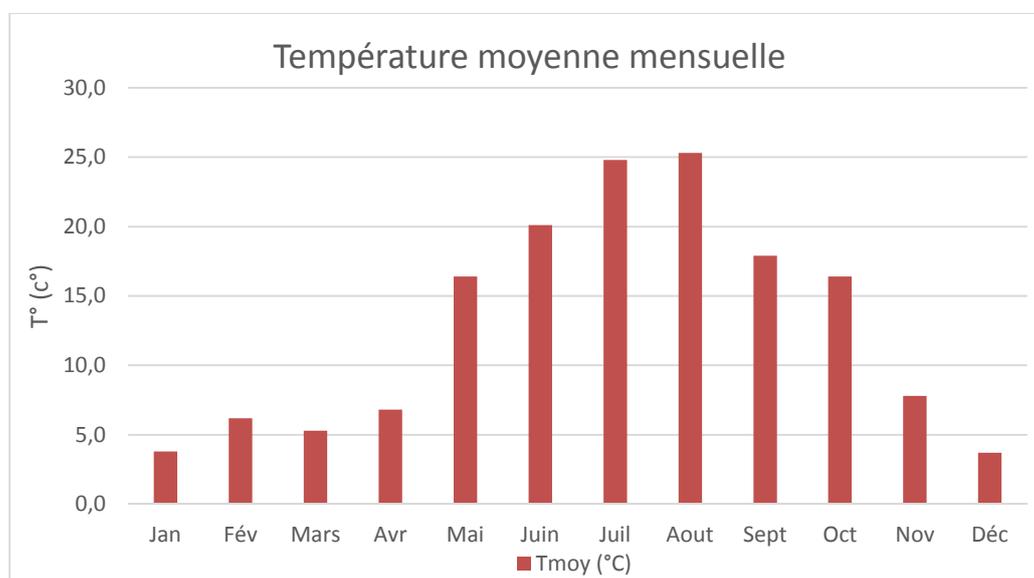


Figure 38 : les Températures moyennes mensuelles pour l'année 2019 de Theniet El Had.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.6.2. La précipitation :

Les précipitations constituent un facteur écologique d'une importance fondamentale. La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (RAMADE2003).

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).

Tableau 07 : Précipitations Moyennes mensuelles pour l'année 2019

	Jan	Fév	Mar	Avr.	Mai	Jui .	Jul	Aou	Sep	Oc	Nov.	Déc.	an
P(m m)	89,0	76,0	70,0	51,0	56,0	24,0	7,0	7,0	40, 0	51,0	74,0	83,0	628

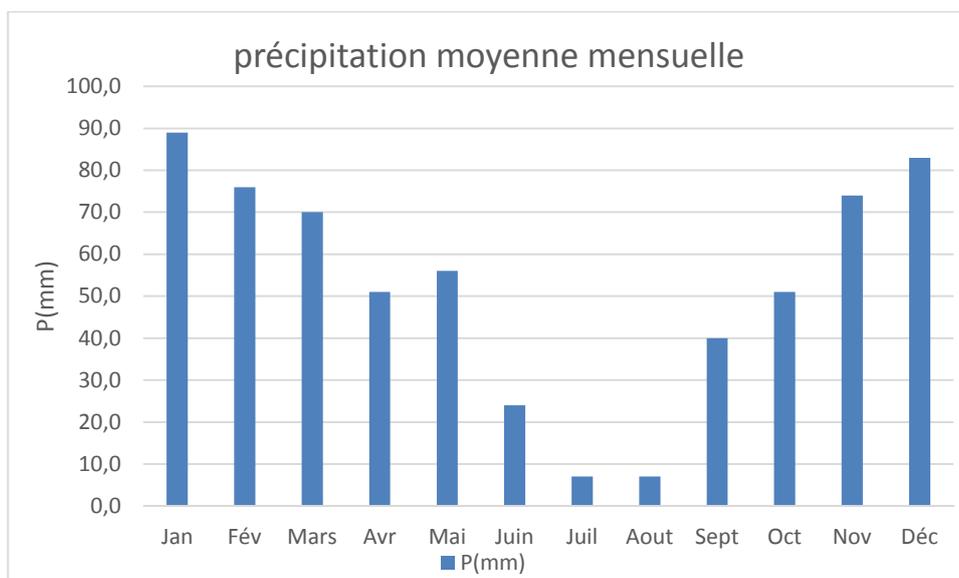


Figure 39 : Précipitations Moyennes mensuelles pour l'année 2019

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

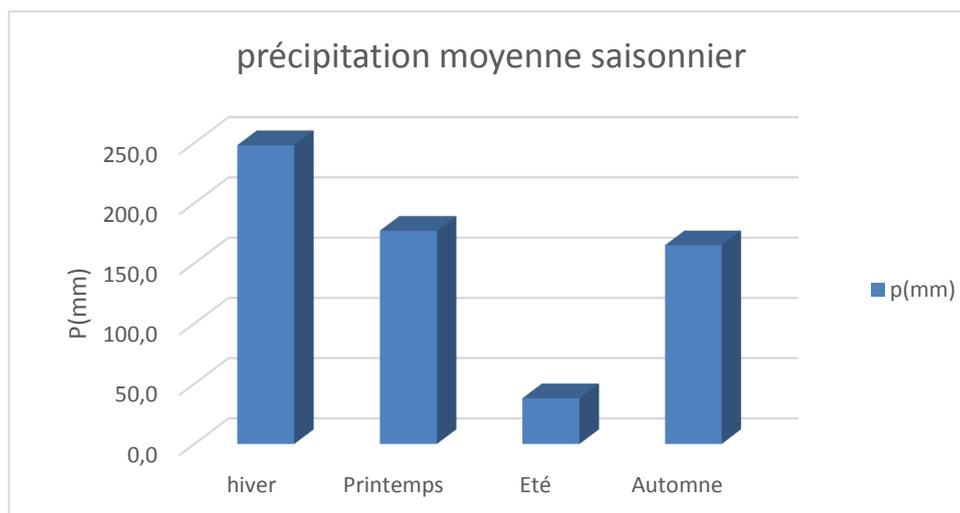


Figure 40 : diagramme représente le régime saisonnier de précipitation

3.6.3. 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.

3.6.4. 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)

Tableau08 : Répartition de l'humidité relative dans le parc

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	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

3.6.5. La neige:

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.

3.6.6. Synthèse climatique de la région d'étude :

3.6.6.1. Diagramme Ombrothermique de Gausсен :

Le diagramme Ombrothermique de GAUSSEN permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (DAJOZ, 2003).

D'après FRONTIER et al. (2004), les diagrammes Ombrothermique de GAUSSEN sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures Moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire.

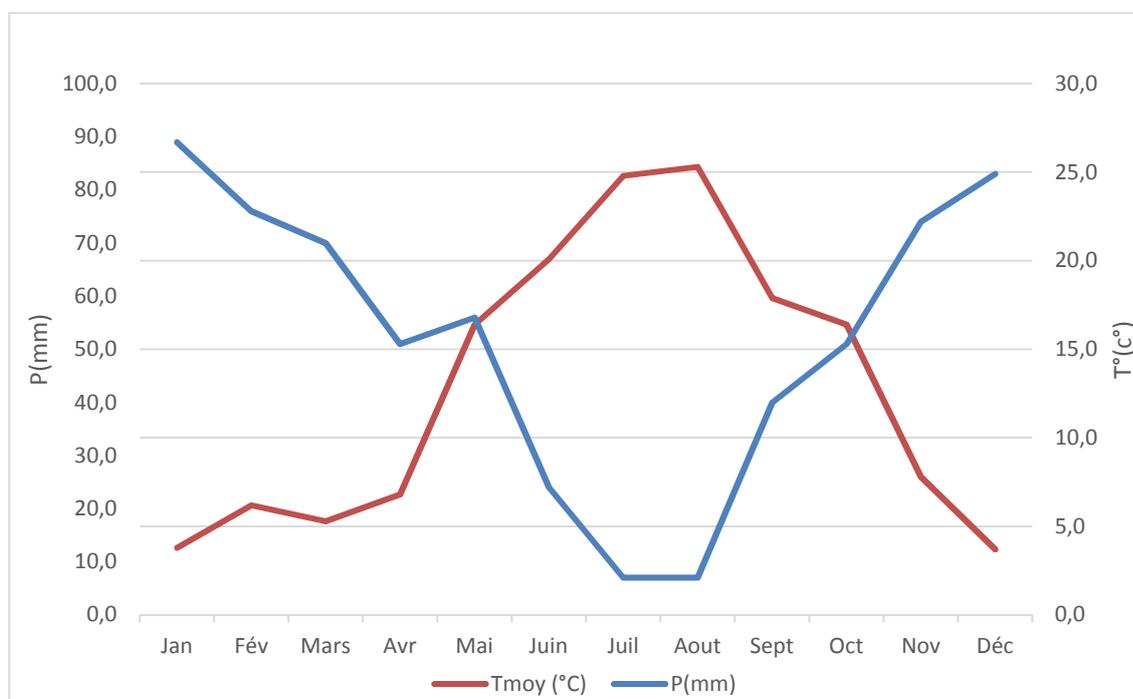


Figure 41 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен relatif à Theniet El Had

L'étude du diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Theniet El Had révèle l'existence de deux périodes sèche et humide. La période sèche s'étale de la première semaine du mois de mai jusqu'à fin du mois d'août, alors que la période humide dure de la première semaine du mois de septembre jusqu'au début du mois de mai.

3.6.6.2. Climagramme d'Emberger

Le système d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens (DAJOZ, 1985 ; 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q2 en ordonnées et d'autre part la

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (STEWART, 1969) :

$$Q = \frac{3,43 \times P}{M - m}$$

Q2 : quotient pluviométrique

P : pluviométrie annuelle (mm)

M : moyenne maximale du mois le plus chaud (°C)

m : moyenne minimale du mois le plus froid (°C).

D'après les données climatiques de Theniet el Had on a :

P= 628 mm. M= 25 C°. m= 3.7 C°.

Donc **Q2= 99**

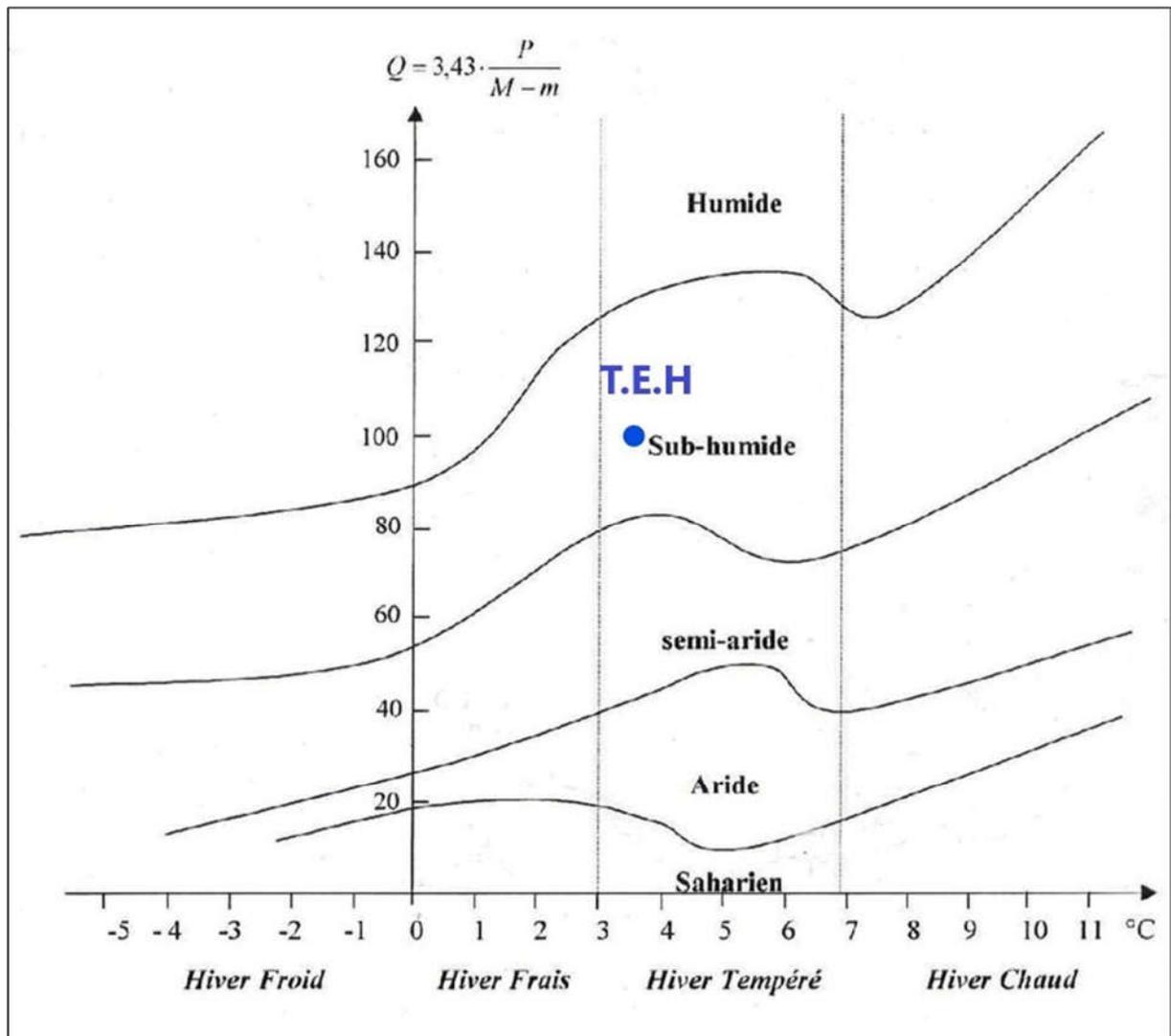


Figure 42 : Climagramme d'Emberger pour la région de Theniet El Had.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

Le quotient Q2 de la région de Theniet El Had est calculé à partir des données pluviométriques et de températures obtenues durant l'année 2019 est égal à 99. La valeur calculée est portée sur le Climagramme d'Emberger, qui situe la région d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à hivers tempéré.

3.7. Méthodologie d'étude choisie

L'objectif recherché est de recueillir le maximum d'informations sur l'insecte ravageur la processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa schiff*) en cédraies de parc national de Theniet El Had répartis dans cinq stations d'étude, (**fig.44,**). D'une part nous avons suivi son cycle depuis le stade des pontes à la fin du mois d'août 2019 jusqu'au stade de procession en mois de février 2020. Nous avons compté le nombre de nids en relation avec chaque stade larvaire est conduite sur des critères relatifs à la densité des réseaux de soie élaborés par les larves et le volume du nid. Réseaux de soie indiquent la présence des larves L1 alors que les nids des L5 se caractérisent par un réseau très dense de soie et sont volumineux ; avec la taille de la chenille en longueur. Et d'autre part des pontes ont été récoltés d'une manière aléatoire dans cinq stations du peuplement de cèdre, pour pouvoir connaître le taux du parasitisme embryonnaire. Au total 20 à 24 sorties ont été réalisées dans chaque station à raison de 4 sorties par mois sur un effectif de 30 arbres a été observé aléatoirement à chaque fois.

Les principaux matériaux de cette étude qui a été réalisée afin de déterminer les parasitoïdes des œufs de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa Den. & Schiff*) et leur efficacité dans les forêts du parc national de Theniet El Had,

Les études ont été réalisées en deux étapes : sur le terrain et dans le laboratoire.

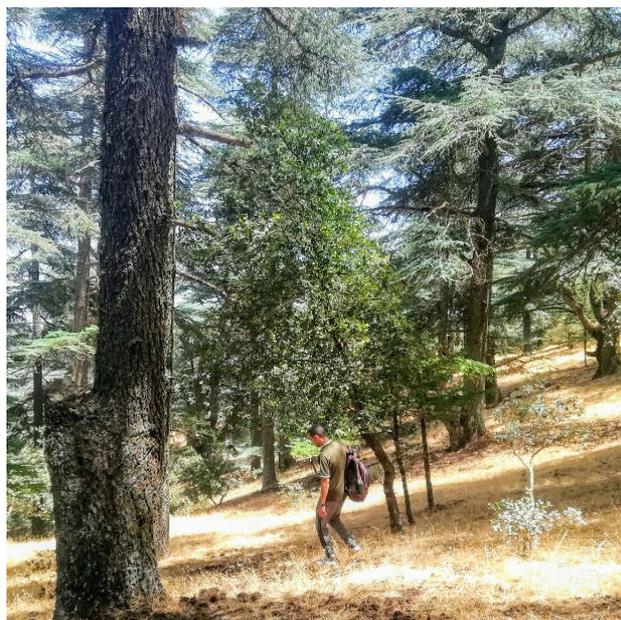


Figure 43 : l'une des sorties réalisées au PNTEH.



Figure 44 : les cinq stations d'études d'après Google earth

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.7.1. Collecte et préparation des pontes :

3.7.1.1. Sur le terrain :

Des lots de pontes ont été collectés d'une manière aléatoire dans différents endroits. Cent cinquante (150) pontes ont été collectés à une hauteur accessible à partir des arbres répartis dans les cinq stations prospectées . Après la collecte des pontes chacune est conservée dans un tube à essai de 15cm de longueur et 1cm de diamètre fermés avec du coton pour assurer l'aération.



Figure 45 : manchons des pontes récoltées dans le PNTEH (original2019).

3.7.1.2. Dans le laboratoire :

Sous les conditions favorables (la température ambiante et humidité relative bien aérée), le matériel biologique est contrôlé quotidiennement pour mesurer l'éclosion et les émergences des parasitoïdes qui sont notées au cours du temps (observations des parasitoïdes se fait de chaque jours de chaque station) (**fig.46**).



A



B

Figure 46 :A ; contrôlé pour mesurer les émergences des parasitoïdes (originale2019) **B** : contrôlé pour mesurer l'éclosion (originale2019).



Figure 47 : Observation des parasitoïdes en laboratoire (originale 2019).

3.7.2. Mensuration des pontes :

À l'aide d'une règle graduée les longueurs des manchons ont été mesurées sur l'ensemble de 150 pontes. Par la suite et sous une loupe binoculaire, nous avons effectué un dénombrement des œufs.

3.7.4. Examen du matériel biologique :

Les échantillons mesurés ont été conservés dans des tubes numérotés individuellement au niveau de laboratoire. L'éclosion du matériel biologique ainsi préparé est notée quotidiennement. On inscrit en parallèle : la date d'éclosion de chaque ponte sur la fiche d'exploitation qui porte aussi la date de récolte, nom de station et la longueur de la même ponte (**fig.48**).



Figure 48 : L'éclosion du matériel biologique (original2019).

3.7.5. Dénombrement des catégories des œufs :

Après 45 jours de suivre et l'éclosion totale des pontes de la processionnaire du Pin, les manchons ont été écaillés à l'aide d'un ruban collant afin de procéder au dénombrement des œufs à l'aide d'une loupe binoculaire (**fig.49.B**).

Après avoir retiré les écailles des pontes (manchons), (**fig.49.A**), les lignes d'œufs sont marquées au stylo-feutre afin de constituer un repère visuel pour le comptage des œufs non éclos, éclos (sortie des chenilles L1), et ceux ayant des trous de sortie de différents parasites, qui nous a permis d'obtenir des données sur :

- Œufs éclos (œufs relativement gros et réguliers, trous de sortie plus moins grand par rapport aux sorties des parasitoïdes),
- Œufs émergés de parasitoïdes (plus petits, trous d'émergence irréguliers),
- Œufs non éclos.

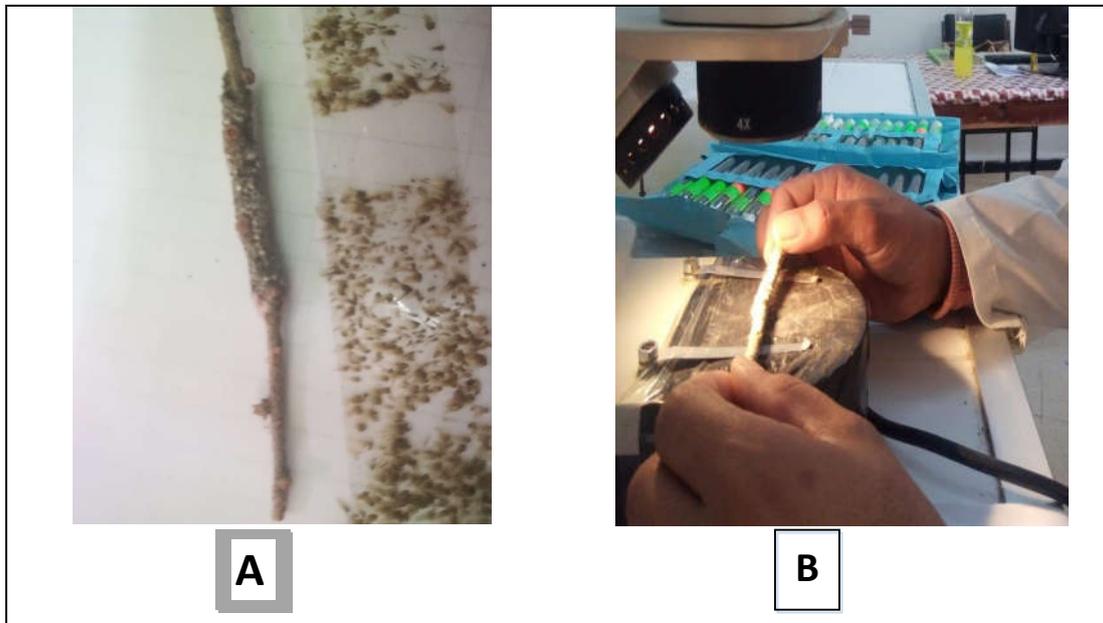


Figure 49 : Lots d'œufs de *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (A), observation des œufs sous une loupe binoculaire (B) (originale, 2019).

Tous ces résultats seront portés sur des fiches d'exploitation. Ainsi pour chaque ponte de chaque localité nous connaissons le nombre total d'œufs, nombre des œufs éclos, œufs non éclos et le nombre total des parasitoïdes .

3.7.5.1. *Baryscapus servadeii*

L'espèce *Baryscapus servadeii* (Domenichini) appartient à la famille des Eulophidae. Sa taille se limite entre 1,7 et 2,1mm. Il se reconnaît à sa couleur noir métallique. Sa tête présente un front convexe en vue dorsale. Funicules de l'antenne présentant 6 segments. Le gastre est sessile et tarse formé de 5 segments, les individus de cette espèce se reproduisent par la parthénogénèse thélytoque et présentent deux générations annuelles, la première génération s'échelonne sur la période de ponte de la processionnaire du pin.(BILIOTTI,E1958).(fig. 50).



Figure 50 : *Baryscapus servadeii* (Domenichini)

3.7.5.2. *Ooencyrtus pityocampae*

L'espèce *Ooencyrtus pityocampa* (Mercet), appartient à la famille des Eucyrtidae qui se caractérise par sa taille qui varie entre 1,1 et 1,5 mm. Il se reconnaît à son agilité et à sa couleur noire. Sa tête présente un front concave en vue dorsale. Funicules de l'antenne présentant trois articles. Le gastre est rétréci à la base et les tarsi sont formés de 4 segments. La face dorsale du thorax comprend un mésonotum avec une suture marquée suivi d'un scutellum avec deux sutures marquées. Les espèces du genre *Ooencyrtus* présentent deux générations annuelles et se reproduisent par parthénogénèse thélytoque. La présence des mâles est rarement notée. (BILIOTTI, E 1958). La première et la deuxième génération coïncide avec la période estivale et automnal des pontes de la processionnaire du pin et la possibilité d'apparition de la troisième génération au cours de temps a fin de parasiter d'autres espèces ravageurs (GACHI, 1986). (fig.51).

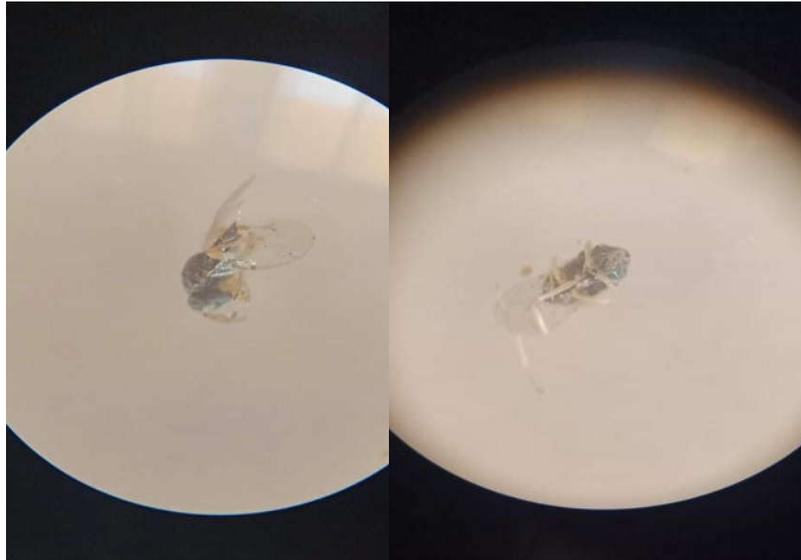


Figure 51 : *Ooencyrtus pityocampa*(Mercet)

3.7.5.3. Trichogramma embryophagum

Les trichogrammes sont des parasitoïdes très actifs et très utilisés en lutte biologique. Ce groupe d'insectes appartient à la famille des Trichogrammatidae. Les adultes sont caractérisés par leur petite taille qui ne dépasse pas 0,5mm. Il se reconnaît à sa couleur jaunâtre. Sa tête présente un front convexe en vue dorsale. Funicules de l'antenne présentant deux segments. Le gastre est sessile et les tarses sont formés de 3 segments. Son action parasitaire est fortement contrariée par la présence des écailles sur les pontes. Les orifices de sortie de *T. embryophagum* sont minuscules et souvent situés sur des faces cachées des œufs (**fig.52**).



Figure 52 : *Trichogramma embryophagum* BOUCHOU. L, 2015.

3.7.5.4. Anastatus bifasciatus

L'espèce *Anastatus bifasciatus* (Fonscolombe) appartient à la famille des Eupelmidae. Il se rencontre sur les œufs de lépidoptères et hyménoptère. Il se caractérise par une longueur du corps

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

de l'ordre de 3mm. Il se reconnaît à sa couleur noire. Les ailes sont marron avec une bande plus claire dans le sens de la largeur, généralement cette espèce a une répartition très limitée. (Fig.53).



Figure 53 : *Anastatus bifasciatus* (Fonscolombe) (Berretima 2013).

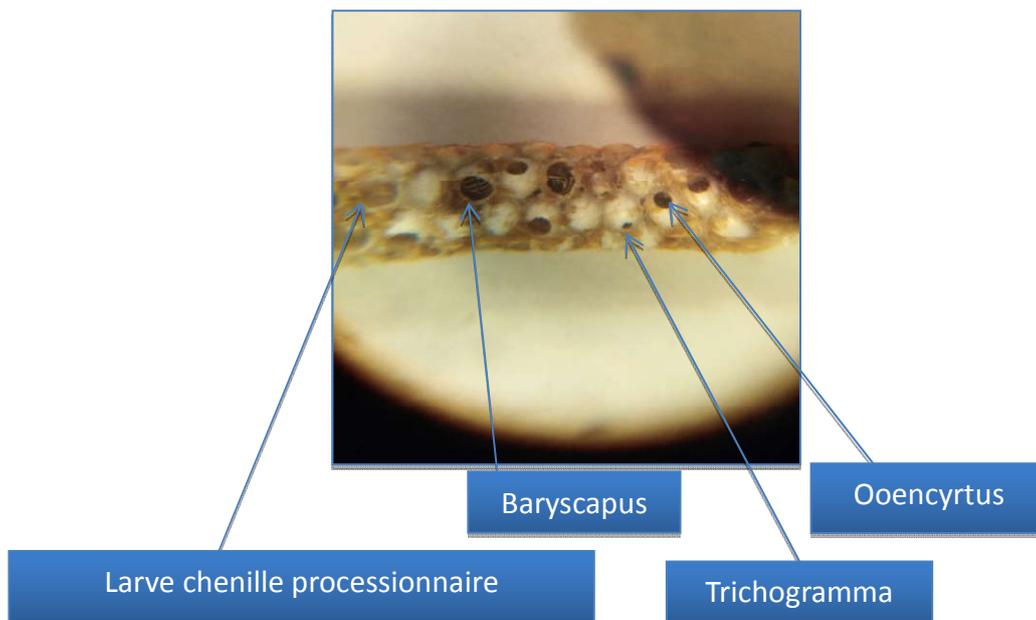


Figure 54 : Observation des trous de sortie des parasitoïdes et des larves des chenilles selon leurs diamètres (originale 2019).

CHAPITRE IV :
RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Diversité des parasitoïdes embryonnaires reptatoires :

4.1.1. *Baryscapus servadeii*

L'espèce *Baryscapus servadeii* (Domenichini) appartient à la famille des Eulophidae. Sa taille se limite entre 1,7 et 2,1mm. se reproduisent par la parthénogénèse thélytoque et présentent deux générations annuelles, la première génération s'échelonne sur la période de ponte de la processionnaire du pin. La seconde résulte de la dormance de la même génération qui émerge cinq à six mois plus tard (GACHI, 1986).

4.1.2. *Ooencyrtus pityocampae*

L'espèce *Ooencyrtus pityocampa* (Mercet), appartient à la famille des Eucyrtidae qui se caractérise par sa taille qui varie entre 1,1 et 1,5 mm .Se reproduisent par parthénogénèse thélytoque. La présence des mâles est rarement notée. La première et la deuxième génération coïncide avec la période estivale et automnal des pontes de la processionnaire du pin. (GACHI, 1986).

4.2. Chronologie des émergences des espèces actives dans les stations d'étude :

Pour réaliser ce travail, nous avons suivi le matériels biologique chaque jour dans la même heure de jour précédent pendant une période de 45 jour après la récolte des pontes, pour assurer et compter le nombre exacte des parasitoïdes émergés par jour et dans chaque tube.

Nos études sont caractérisées par l'absence de deux espèces oophages de la processionnaire du pin *p.pityocampa* sont ; *Trichogramma embryophagum* (on a trouvés deux individus, donc elle est négligeable)et *Anastatus bifasciatus* (Fonscolombe).

4.2.1. Emergence de *Baryscapus servadeii*

4.2.1.1. Cas de station Centre

La courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii* sur une population de 30 pontes, (figure55).

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

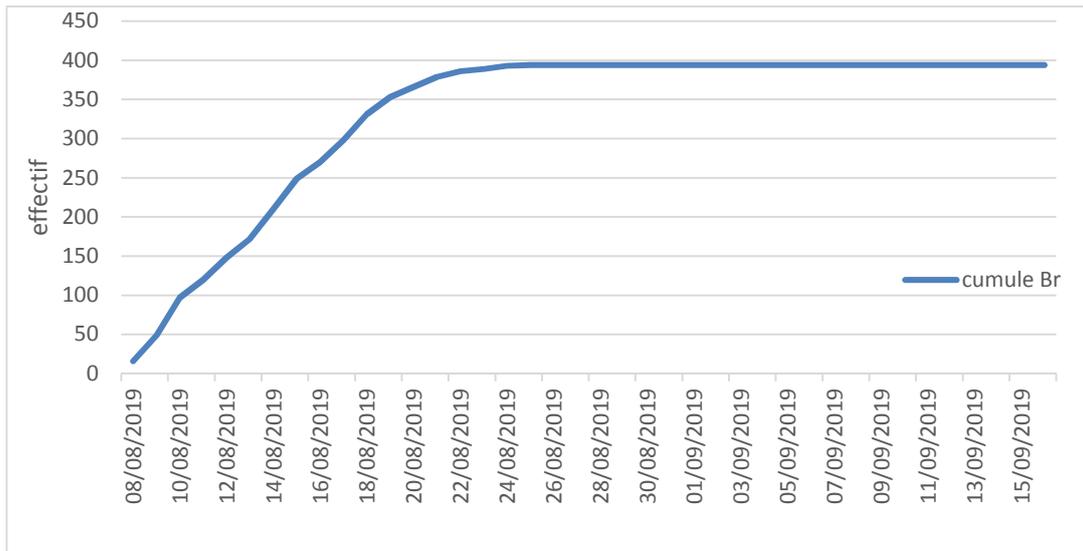


Figure 55 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*.

Dans la station Centre l'espèce de *Baryscapus servadeii* ont débuté leur émergence le 08/08/2019. La date de calage 24/08/2019 correspondant à 75% de l'émergence de la population. L'échelonnement des émergences a été effectué sur 17 jours.

4.2.1.2. Casde station nord-haut

La courbe cumulative des émergences de ce parasitoïde embryonnaire sur une population de 30 pontes.(**Figure 56**)

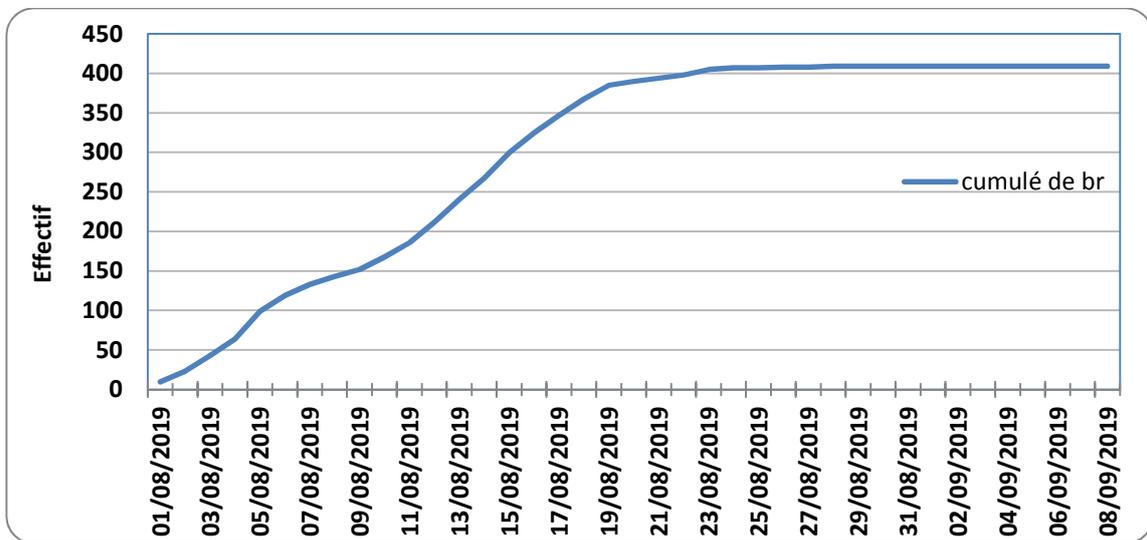


Figure56 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*.

A partir du matériel biologique de station nord-haut, les premiers émergents de *Baryscapus servadeii* ont été notées dans la même journée de récolte du pontes le 01/08/2019. Les émergences se sont échelonnées sur 31jours. La date de calage 24/08/2019 correspondant à 67% de l'émergence de la population.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.2.1.3. Cas de station nord-bas

La courbe cumulative des émergences de ce parasitoïde embryonnaire sur une population de 30 pontes (figure 57).

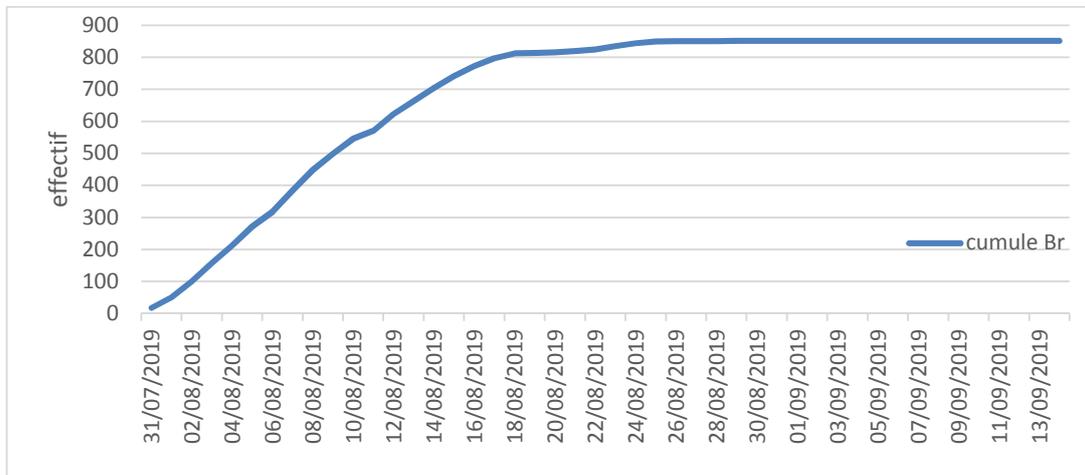


Figure 57 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

A partir du matériel biologique en provenance de station nord-bas, les premiers émergents de *Baryscapus servadeii* ont été notés à la fin de moins de juillet. Les émergences se sont échelonnées sur 29 jours. La date de calage 24/08/2019 correspondant à 81% de l'émergence de la population.

4.2.1.4. Cas de station sud-haut

La courbe cumulative des émergences de ce parasitoïde embryonnaire sur une population de 30. (Figure 58).

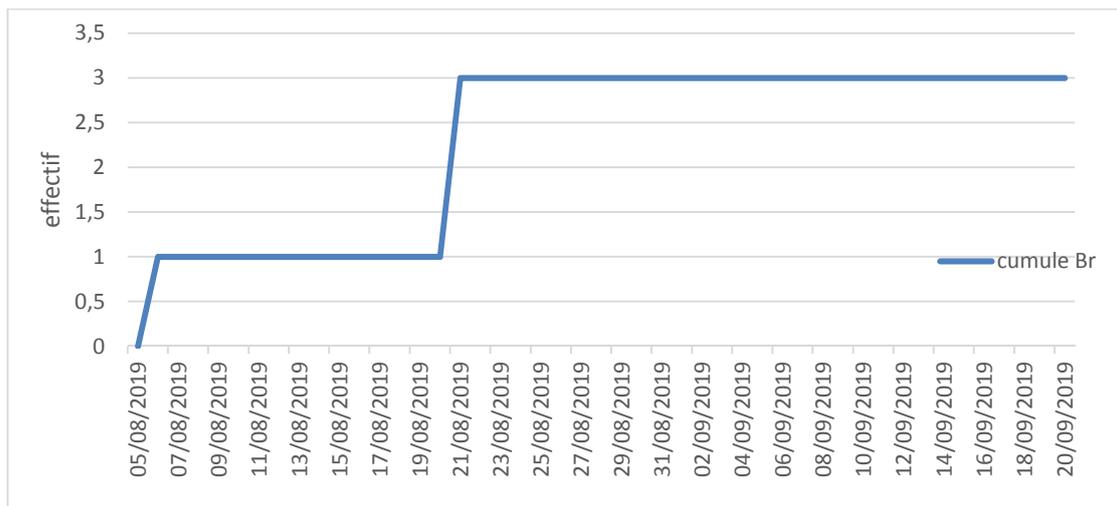


Figure 58 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

Dans la station sud-haut les espèces de *Baryscapus servadeii* ont débuté leur émergence à partir de 07/08/2019. La date de calage 21/08/2019 correspondante 7% de l'émergence de la population. L'échelonnement des émergences a été effectué sur 16 jours.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.2.1.5. Cas de station sud-bas

La courbe cumulative des émergences de ce parasitoïde embryonnaire sur une population de 30. (Figure 59).

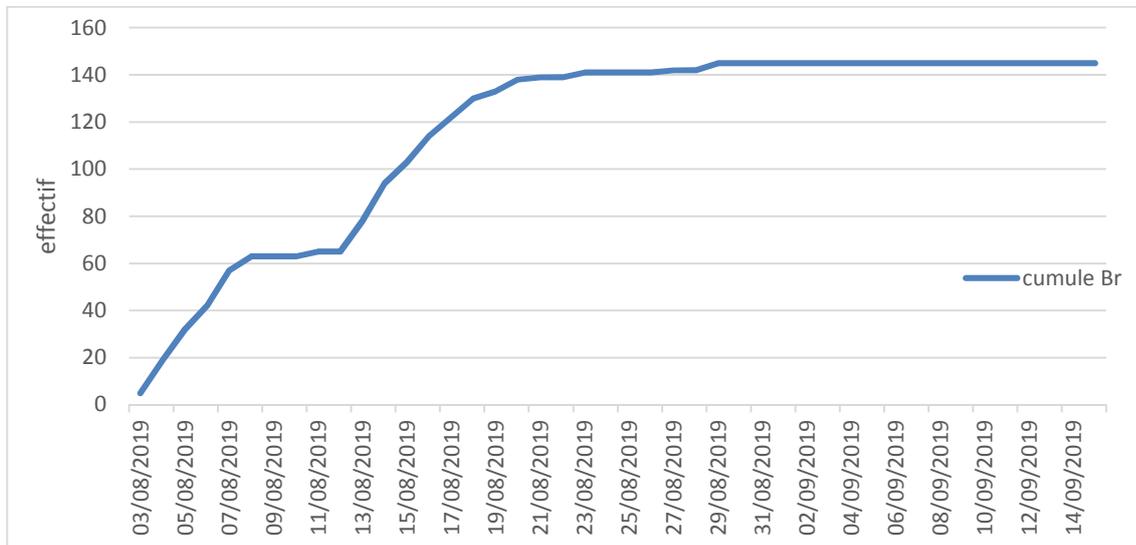


Figure 59 : Courbe cumulative des émergences de *Baryscapus servadeii*

A partir du matériel biologique en provenance de station sud-bas, *Baryscapus servadeii* ont débuté leur émergence à Partir le 03/08/2019. Les émergences se sont échelonnées sur 28 jours. La date de calage 29/08/2019 correspondant à 41% de l'émergence de la population.

4.2.2. Emergence d'*Ooencyrtus pityocampa*

4.2.2.1. Cas de station Centre

La courbe cumulative de données recueillies est illustrée par la figure 60

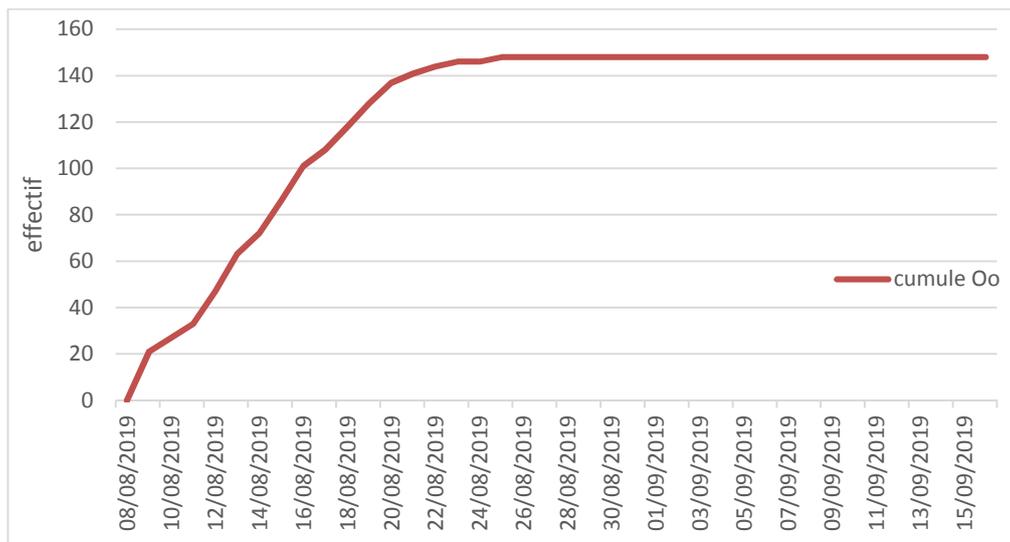


Figure 60 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Dans la station Centre l'espèce d'*Ooencyrtus pityocampae* ont débuté leur émergence le 09/08/2019. L'échelonnement des émergences a été effectué sur 18 jours. La date de calage 25/08/2019 correspond 55% de l'émergence de la population.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.2.2.2. Cas de station nord-haut

La courbe cumulative de données recueillies est illustrée par la figure 61

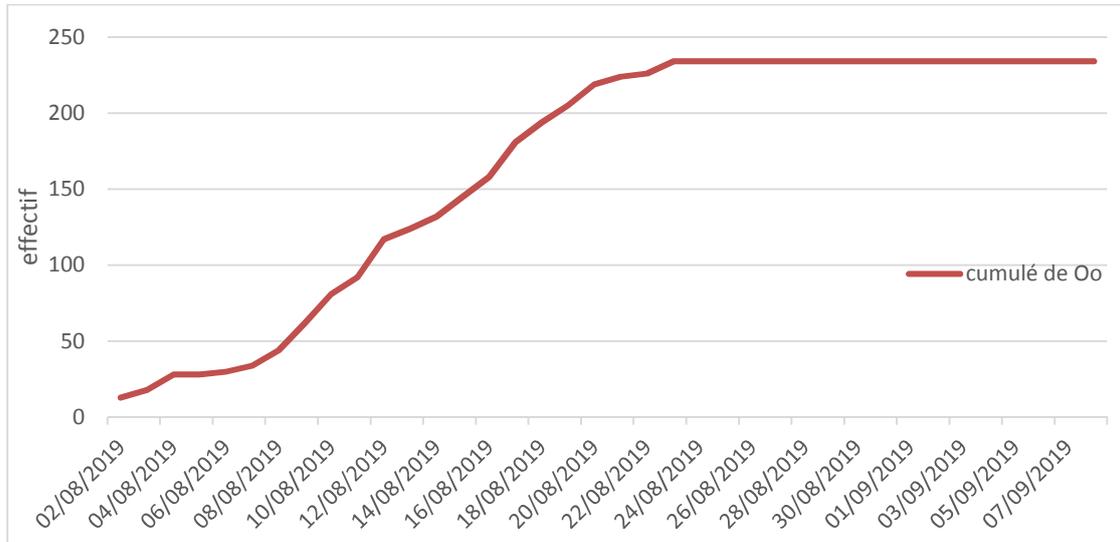


Figure 61 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Dans la station nord-haut, les espèces d'*Ooencyrtus pityocampae* ont débuté leur émergence à partir de premier jour de mois d'août. La date de calage s'effectue le 25/08/2019 à 78% d'émergence. L'échelonnement des émergences a été effectué sur 25 jours.

4.2.2.3. Cas de station nord-bas

La courbe cumulative de données recueillies est illustrée par la figure 62

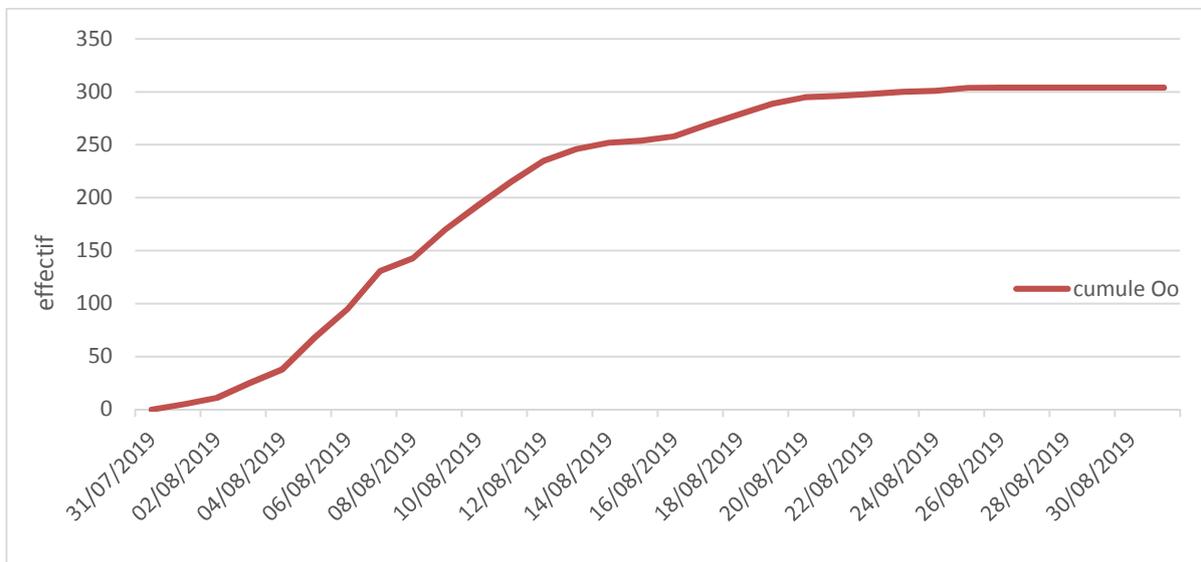


Figure 62 : Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Dans la station nord-bas les espèces d'*Ooencyrtus pityocampae* ont débuté leur émergence à partir de dernier jour de mois de juillet. La date de calage s'effectue le 23/08/2019 correspond à 63% d'émergence. L'échelonnement des émergences a été effectué sur 28 jours.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.2.2.4. Cas de station sud-haut

La courbe cumulative de données recueillies est illustrée par la figure 63

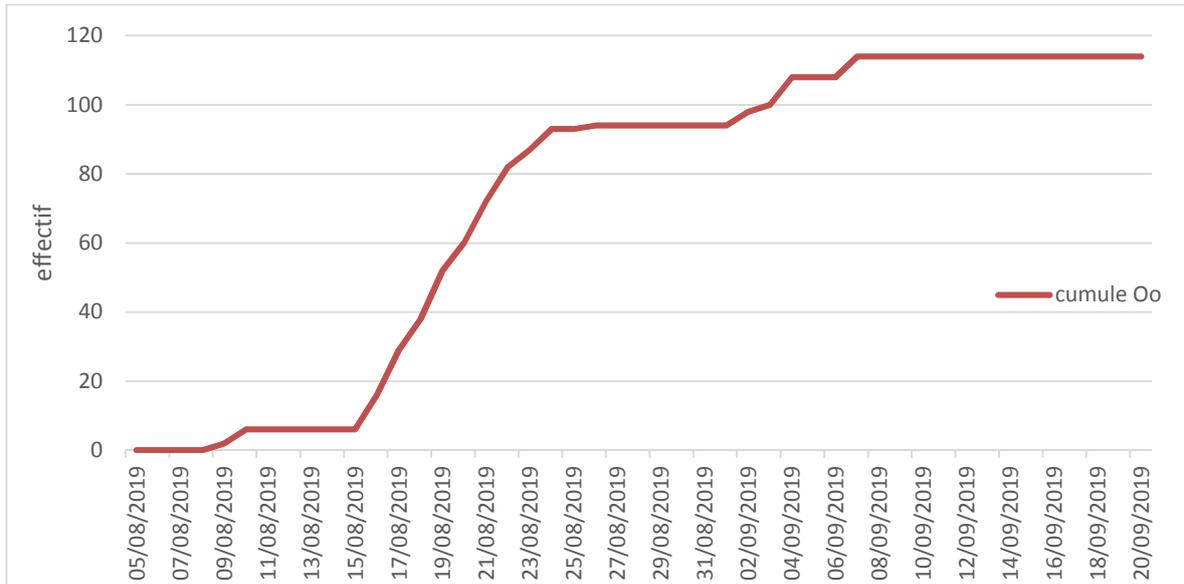


Figure 63: Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Le matériel biologique récolté dans station sud-haut, les premières sorties des adultes ont été notées au 09/08/2019. Les émergences se sont échelonnées sur 34 jours. La date de calage 07/09/2019 correspondant à 58% de l'émergence de la population.

4.2.2.5. Cas de station sud-bas

La courbe cumulative de données recueillies est illustrée par la figure 64

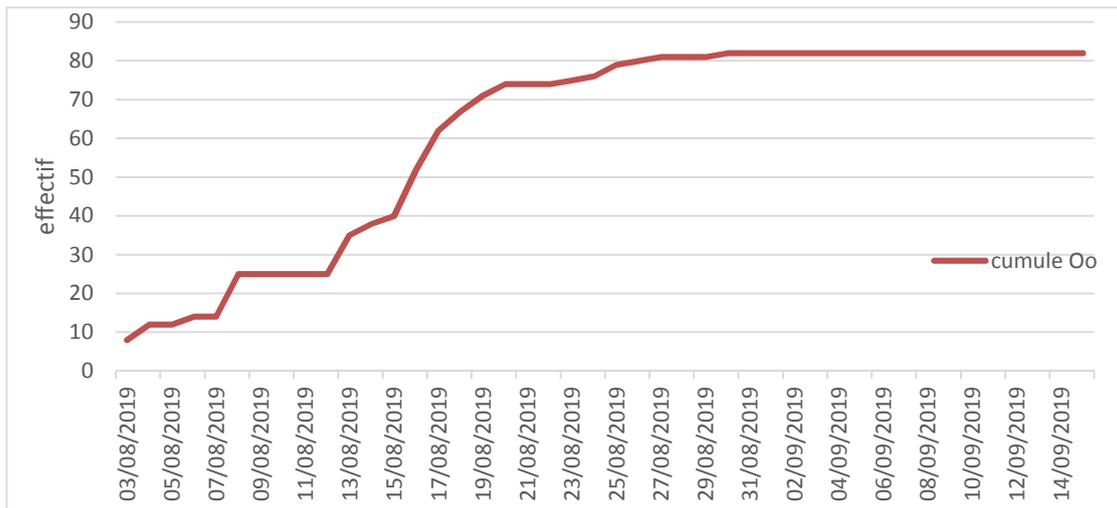


Figure 64: Représentation du cumul des émergences de l'*Ooencyrtus pityocampae*

Le matériel biologique récolté dans la station sud-bas, les premières sorties des adultes ont été notées le 03/08/2019. Les émergences se sont échelonnées sur 30 jours. La date de calage correspondant 30/08/2019 à 58% de l'émergence de la population.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.2.3. D'autre forme de chronologie d'émergence des parasitoïdes :

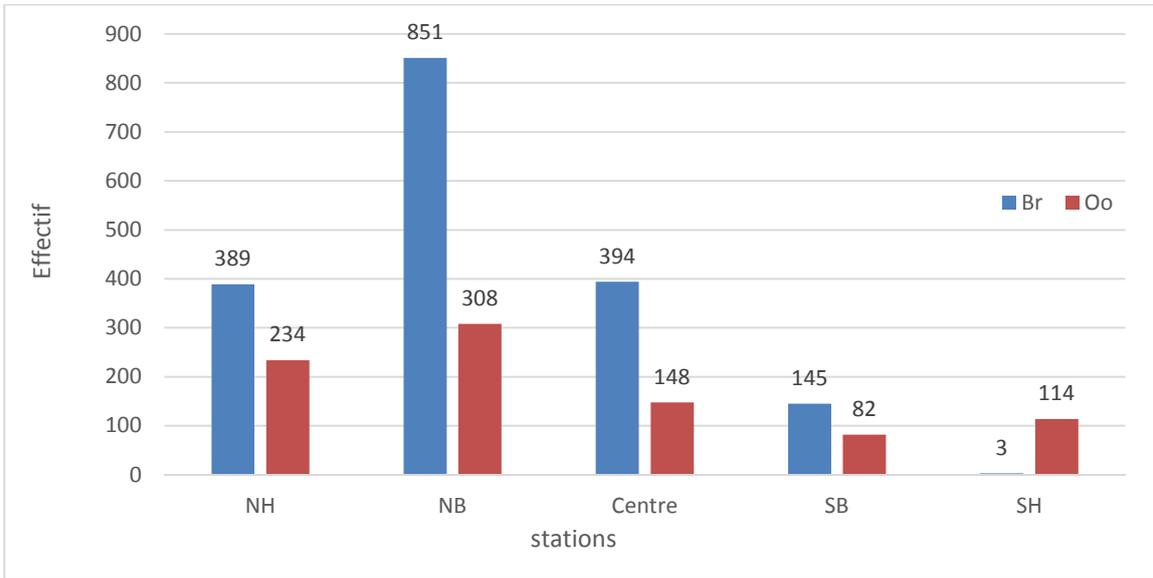


Figure 65 : taux d'émergence des parasitoïdes par station après la récolte des pontes.

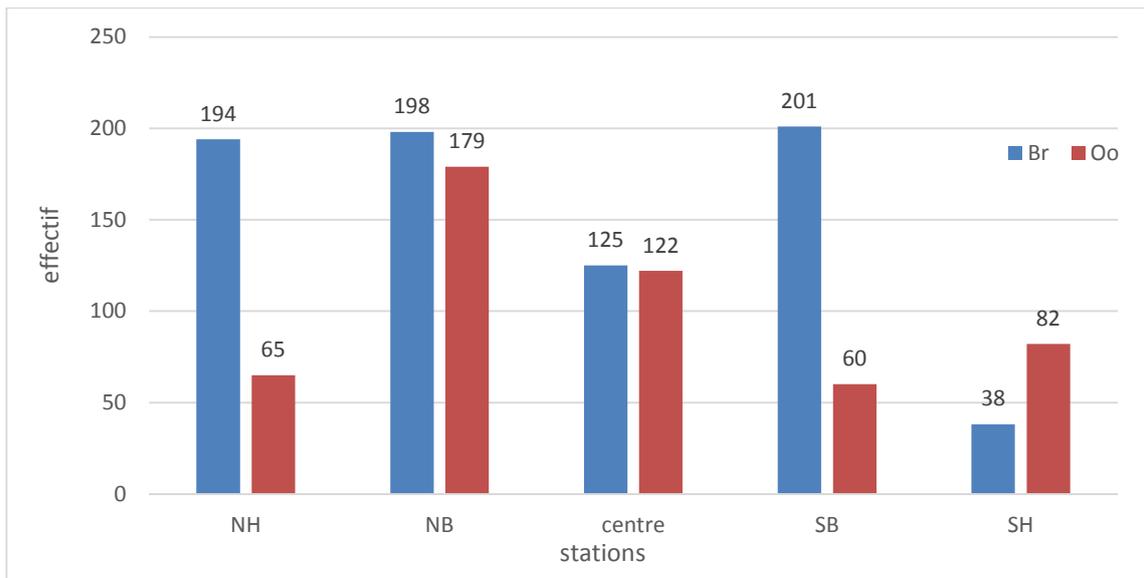


Figure 66 : taux d'émergence des parasitoïdes par station avant la récolte des pontes.

Les figure 65 et 66 sont des histogrammes qui représentent le taux d'émergence des parasitoïdes par station avant et après la récolte des pontes. On remarque un taux d'émergence significatif avant la récolte dans la station sud-haut : 92% pour *Baryscapus servadeii* et 42% pour *Ooencyrtus pityocampae*, malgré les pontes de cette station qui sont récoltées en première sortie le 31 juillet 2019. Les parasitoïdes se manifestent fortement dans la station nord-bas soit avant ou après la récolte des pontes avec 1049 *Baryscapus servadeii* et 487 *Ooencyrtus pityocampae*, Au total 1536 de parasitoïdes. Suivi par les stations nord-haut et centre 882 et 789 de parasitoïdes. Une faible émergence dans la station sud-bas par 486 de parasitoïdes et faibles manifestations dans la station sud-haut avec 237 de parasitoïdes.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

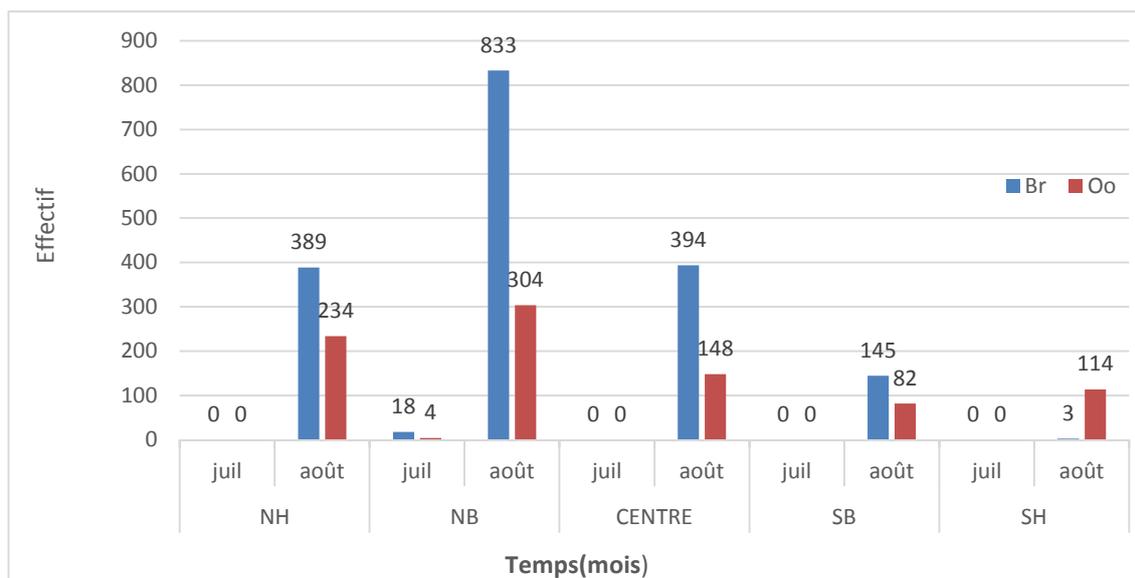


Figure 67 : taux d'émergence des parasitoïdes par mois dans chaque station.

La figure 67 est un histogramme représente le taux d'émergence des parasitoïdes par mois dans chaque station. Qui indique que presque de 99% des parasitoïdes sont émergées dans le mois d'août, c'est la période la plus sèche de l'année.

4.3 Analyse statistiques :

4.3.1. Analyse des parasitoïdes émergées :

Tableau 09 : Test des échantillons appariés entre *Ooencyrtus pityocampae* et *Baryscapus servadeii* dans chaque station

	Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
	Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
				Inférieur	Supérieur			
Paire 1 SBBr - SBOo	2,100	8,648	1,579	-1,129	5,329	1,330	29	,194
Paire 2 SHBr - SHOo	-3,700	8,766	1,600	-6,973	-,427	-2,312	29	,028
Paire 3 CBr - COo	8,200	13,882	2,535	3,016	13,384	3,235	29	,003
Paire 4 NHBr - NHOo	5,167	14,317	2,614	-,179	10,513	1,977	29	,058
Paire 5 NBBr - NBOo	17,900	19,801	3,615	10,506	25,294	4,951	29	,000

Nous avons utilisés le Test T des échantillons appariés qui permet la comparaison entre deux espèces étudiées dans chaque station à partir de logiciel SPSS, l'analyse montre les résultats suivants :

Une différence très hautement significative dans la station nord-bas ($P < 0.001$), peu significative pour la station centre (sig. = 0.003). La station sud-haut a une différence significative ($P < 0.05$) par contre les autres stations sud-bas et nord-haut aucune différence significative ($P > 0.05$).

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

Tableau 10 : Test des échantillons appariés pour *Baryscapus servadeii*

		Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
					Inférieur	Supérieur			
Paire 1	SBBr - NBBr	-23,433	25,642	4,682	-33,008	-13,859	-5,006	29	,000
Paire 2	SHBr - NHBr	-12,867	13,853	2,529	-18,040	-7,694	-5,087	29	,000
Paire 3	CBBr - NHBr	,167	22,580	4,123	-8,265	8,598	,040	29	,968

En deuxième lieu, nous avons utilisés le Test T des échantillons appariés de *Baryscapus servadeii* pour la comparaison entre les stations d'une même exposition haut et bas et par rapport à l'altitude, toujours avec l'analyse de SPSS qui montre les résultats suivants :

Aucun signification ($P > 0.05$) entre les stations centre et nord-haut. Par contre une différence très hautement significative entre les stations (sud-bas et nord-bas) et entre les stations (sud-haut et nord-haut) ($P < 0.001$).

Tableau 11 : Test des échantillons appariés pour l'*Ooencyrtus pityocampae*

		Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
					Inférieur	Supérieur			
Paire 1	SBOo - NBOo	-7,633	10,142	1,852	-11,420	-3,846	-4,122	29	,000
Paire 2	SHOo - NHOo	-4,000	11,225	2,049	-8,191	,191	-1,952	29	,061
Paire 3	COo - NHOo	-2,867	10,308	1,882	-6,716	,982	-1,523	29	,139

Enfin, nous avons utilisés le Test T des échantillons appariés de l'*Ooencyrtus pityocampae* pour la comparaison entre les stations d'une même exposition haut et bas et par rapport à l'altitude, toujours avec l'analyse de SPSS qui montre les résultats suivants :

Une différence très hautement significative entre les stations de l'exposition bas (sud-bas et nord-bas) ($P < 0.001$). Par contre aucune différence significative ($P > 0.05$) entre les stations de l'exposition haut ;(sud-haut et nord-haut). Et aussi entre les stations centre et nord-haut

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.3.2. Chronologie des catégories d'œufs de *T. pityocampa*

Tableau 12 : catégories d'œufs de *T. pityocampa*

Station categories		Centre	NB	NH	SB	SH
œuf parasite	Total	519	1046	583	346	41
	Br					
	Total	270	490	299	142	196
œuf non eclo		984	648	927	2143	475
larve		4070	3897	4215	4358	5431

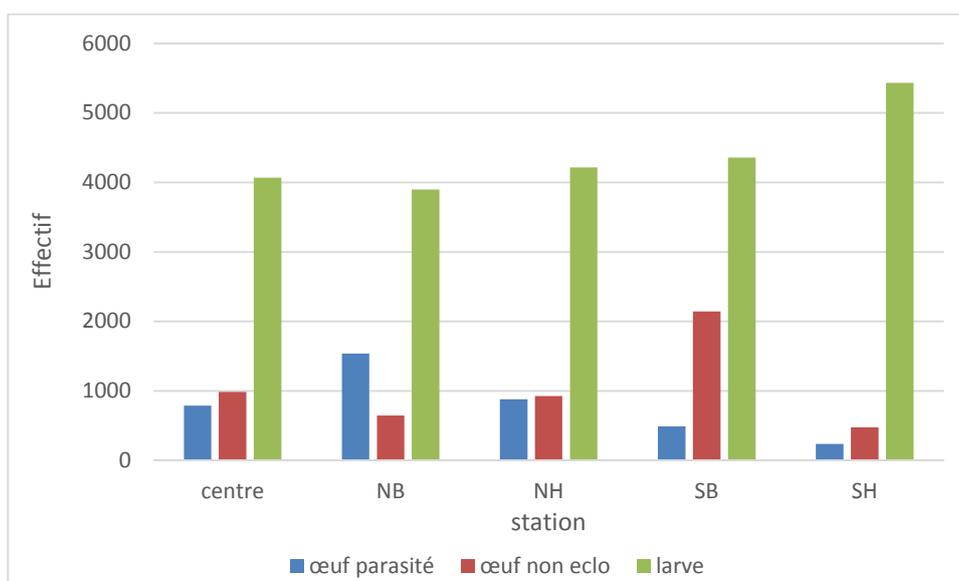


Figure 68 : le taux des catégories des œufs dans chaque station

La figure est un Histogramme représente le taux des catégories des œufs dans chaque station, il montre que plus de 70% des œufs de la processionnaire du pin non parasités c'est-à-dire ils deviennent des larves qui peuvent se développer jusqu'aux adultes (papillons).

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

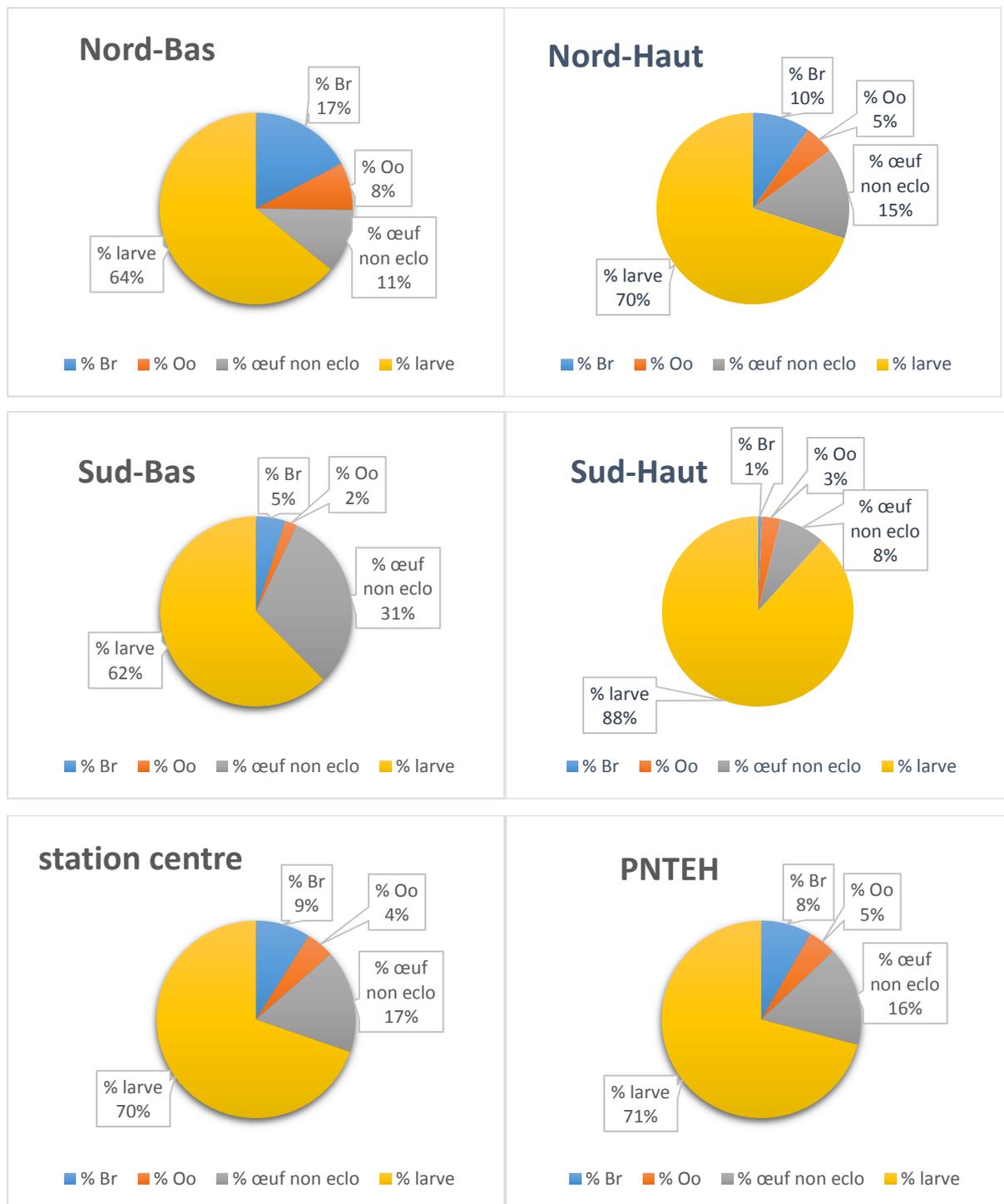


Figure 69 : pourcentage des catégories des œufs dans chaque station.

La figures 69 sont des secteurs représentent le pourcentage des catégories des œufs dans chaque station et dans le parc National de Theniet El Had en générale.

Au totale, dans le PNTEH, les œufs éclos (larves) représente la majorité des œufs poser par *p.pityocampa* avec 71%, suivi par les œufs non éclos 16% et 13% œufs parasités.

Ses chiffre sont variable dans une station à l'autre, les parasitoïdes manifestent très faible dans la station sud-haut avec 4% œufs parasités. Suivi par la station sud-bas par 7%. Dans l'autre côté du

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

parc les parasitoïdes manifestent beaucoup sur la station nord-bas avec 25% d'œufs parasités et 15% dans la station nord-haut. La station centre 17%.

D'une autre part, les œufs non éclos manifestent fortement dans la station sud-bas avec 31%. Et 17% dans la station centre. Les autres stations ; nord-haut, nord-bas et sud-haut : 15%, 11% et 8%.

4.3.3. Chronologie des dates de calage en relation avec les effectifs des parasitoïdes :

Les données des dates de calages des deux parasitoïdes actifs, *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae* en relation avec le nombre des adultes émergés dans les sites

Étudiés sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Les dates de calages de *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae*

- *Baryscapus servadeii*

	centre	nord-haut	nord-bas	sud-haut	sud-bas
date de récolte	08/08/2019	01/08/2019	31/07/2019	05/08/2019	03/08/2019
date de calage	24/08/2019	24/08/2019	24/08/2019	21/08/2019	29/08/2019
effectif	519	1046	583	346	41
Nombre de ponte	30	30	30	30	30
moyenne par ponte	17,3	34,8666667	19,4333333	11,5333333	1,3666667

Ooencyrtus pityocampae

date de récolte	08/08/2019	01/08/2019	31/07/2019	05/08/2019	03/08/2019
date de calage	25/08/2019	25/08/2019	23/07/2019	07/09/2019	30/08/2019
effectif	270	490	299	142	196
Nombre de ponte	30	30	30	30	30
moyenne par ponte	9	16,3333333	9,9666667	4,7333333	6,5333333

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

A la base de ces résultats, une distribution est hétérogène et irrégulière des populations des deux parasitoïdes est notée, avec 17 en moyenne par ponte pour l'espèce *Baryscapus servadeii* et 09 en moyenne pour l'espèce *Ooencyrtus ptyocampae* au total.

L'espèce *Baryscapus servadeii* est plus fréquente dans tous les stations sauf la station sud-bas que l'*Ooencyrtus ptyocampae* manifeste plus que *Baryscapus servadeii* par une moyenne de 6.5 par ponte et un pour l'autre espèce. A partir de ces résultats nous constatons que le taux de parasitisme est plus élevé dans la station nord-haut et plus faible dans la station sud-bas.

4.3.4. Analyse de la longueur des pontes

Les résultats de mensuration des longueurs des pontes dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : longueurs des pontes de la processionnaire du pin (cm).

Station effectif	centre	SB	SH	NB	NH
1	2,7	4,5	3,4	2,3	1,5
2	1,8	3,4	2,6	2,9	2
3	2,7	2,4	2,1	2,8	1,2
4	2,4	2,9	2,2	1,5	2,3
5	1,9	3,8	2,6	2	1,9
6	1,8	2,7	1,8	1,5	2,7
7	2,5	2,3	2,4	2,3	2,6
8	3,1	2,4	3,1	2,4	2,5
9	2,3	2,3	2,5	2	2,2
10	3	1,9	2,3	3,5	2,7
11	2,2	2,2	1,9	2,3	2
12	2,2	3,1	2,7	2,4	2
13	2,3	2,1	2,5	1,7	2,2
14	2,5	3	2,2	2,2	2,4
15	3,1	2,5	2,7	2,7	2,6
16	2,7	3,2	2,7	3,9	2,4
17	1,7	2,4	2,2	2,5	2,2
18	2,9	2,2	3,3	2,3	3,4
19	2,8	2,8	2,6	2,5	2,2
20	2,4	2,2	2,8	3,3	2,1
21	2,7	2,8	3	2	1,4

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

22	2,6	2,1	3,1	3,2	3,2
23	2,6	2,6	2,9	1,9	4
24	3,1	2,1	2,3	1,9	2
25	2,6	2,6	2,6	2,2	2,5
26	2,1	1,5	2,1	1,9	2,3
27	2,7	2,8	3,2	3,5	2,5
28	2,5	2,5	2,4	3,6	3,2
29	2,3	1,9	3,6	2	2,6
30	1,8	3,1	2,7	2,5	1,7

Tableau 15 : Test T des échantillons appariés de la longueur des pontes

Test des échantillons appariés									
		Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
					Inférieur	Supérieur			
Paire 1	SB - SH	-,00667	,67258	,12280	-,25781	,24448	-,054	29	,957
Paire 2	NH - NB	,10667	,81703	,14917	-,19842	,41175	,715	29	,480
Paire 3	Centre - NH	,01000	,65829	,12019	-,23581	,25581	,083	29	,934
Paire 4	Centre - SH	-,15000	,48972	,08941	-,33287	,03287	-1,678	29	,104
Paire 5	SB - NH	,15333	,86612	,15813	-,17008	,47675	,970	29	,340
Paire 6	SH - NB	,26667	,67073	,12246	,01621	,51712	2,178	29	,038

L'analyse statistique par SPSS de la longueur des pontes à partir de Test T des échantillons appariés il n'y a pas une différence significative ($P > 0.05$) par rapport aux stations, exposition et en altitude.

Tableau 16 : Comparaison des longueurs de pontes dans les cinq stations étudiés

station	Effectifs	moyenne
Centre	30	2,46666667
SB	30	2,61
SH	30	2,61666667
NB	30	2,45666667
NH	30	2,35

Les longueurs moyennes des pontes mesurées varient entre 2.35cm dans nord-haut et 2.61cm dans les deux stations de la côte sud ; haut et bas. (**Tableau 16**). Les valeurs extrêmes trouvés varient entre 4.5cm appartient de la station sud-bas et 1.4cm dans la station nord-haut. (**Tableau 14**).

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

Tableau 17 : Analyse de variance des longueurs par rapport les stations

ANOVA					
Station	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Inter-groupes	68,514	26	2,635	1,400	,114
Intragroupes	231,486	123	1,882		
Total	300,000	149			

Suite à l'analyse statistique (ANOVA) de la longueur des pontes il n'y a pas une différence significative par rapport aux stations, ils ont presque les mêmes longueurs de pontes.

4.4. Cycle biologique et activité de la processionnaire du pin

4.4.1. Evolution chronologique de la processionnaire du Pin :

Pour suivre le cycle biologique et l'activité de la processionnaire du pin et leur taux d'infestation dans le PNTEH, nous avons choisi un effectif de 30 arbres a été observé aléatoirement à chaque fois dans chaque stations sur différente altitude pour compter le nombre des nids existants. (Tableau 18).

Tableau 18 : nombre des nids suivi par station

station	Nombre d'Arbres	Nombre de nids
centre	150	42
SB	150	87
SH	150	79
NB	150	57
NH	150	56

Plusieurs sorties ont été effectués dans les différentes stations forestières d'études et s'est étalée du début du mois de septembre jusqu'au mois de février de l'année suivante. Au total, 20 à 22 sorties ont été réalisées dans chaque station respective, à raison d'une 3 à 4 sorties par mois. Nous avons fait la moyenne de toutes les sorties des 150 arbres échantillonnés dans chaque station d'étude. le nombre de nids moyenne de 150 arbres est mentionné au tableau ci-dessus est varié entre 87 nids dans la station Sud Bas et 42 nids dans la station centre. Par fois on trouve un nid par arbre et par fois plusieurs nids sur le même arbre et d'autre fois aucun nid existant.

Les études menées durant les années 2019 et 2020 ont permis d'aborder et de suivre l'évolution de ses différents stades de développement.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

4.4.1.1. Cas de côté nord :(stations : nord-bas et nord-haut).

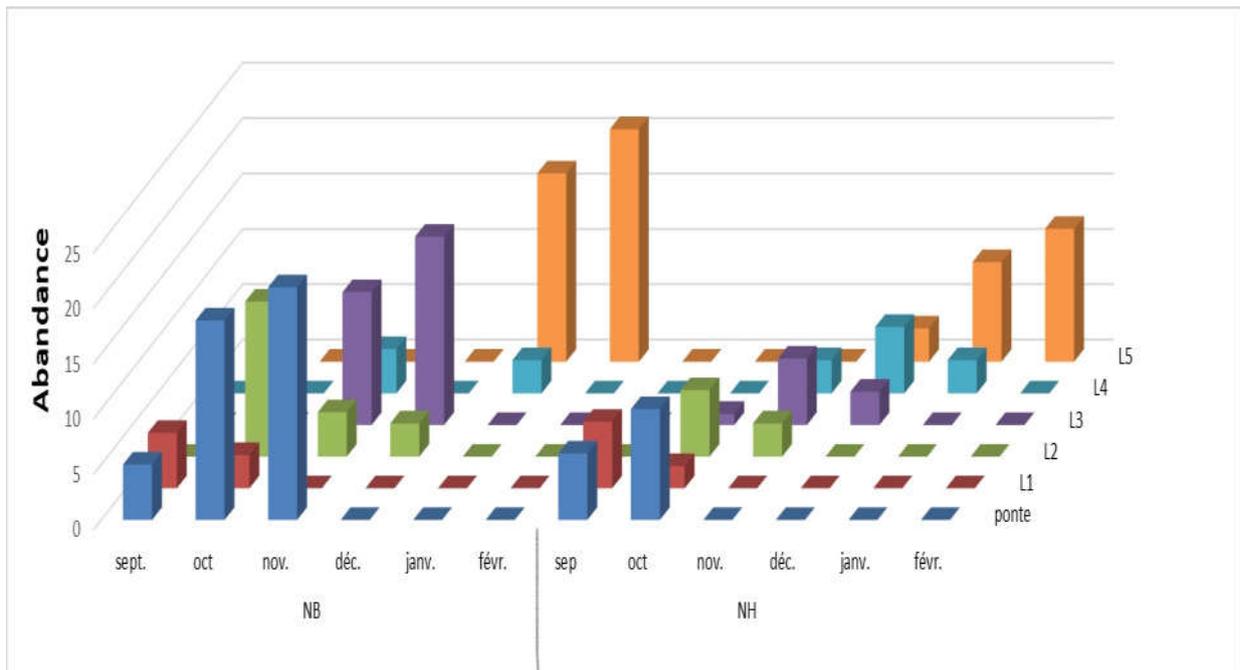


Figure 70: la Phénologie de la processionnaire du pin entre les stations étudiées du côté nord.

4.4.1.2. Cas de côté centre :(station centre).

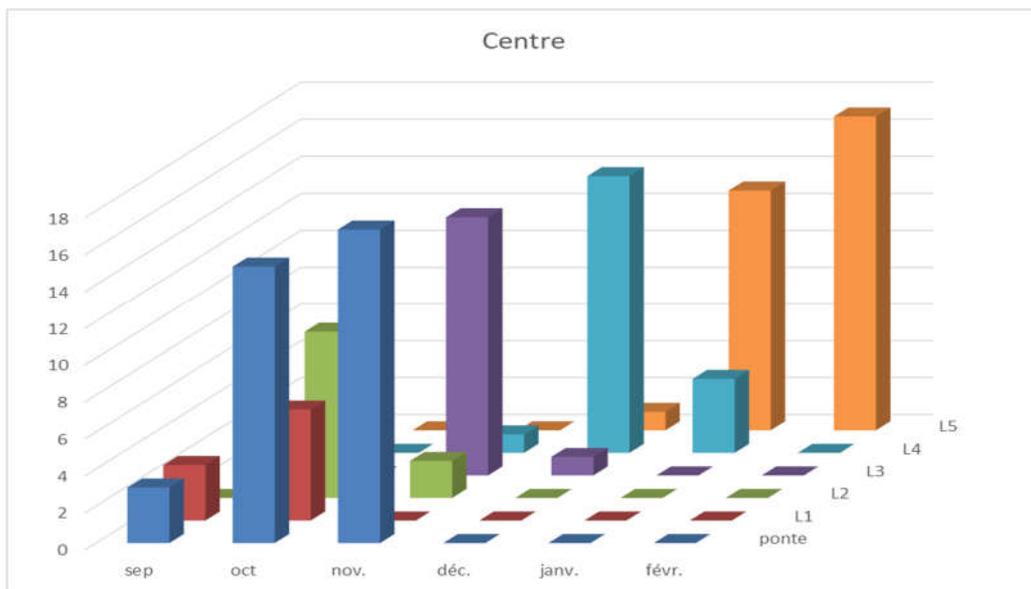


Figure 71 : la Phénologie de la processionnaire du pin dans la station centre.

4.4.1.3. Cas de côté sud :(stations ; sud-bas et sud-haut).

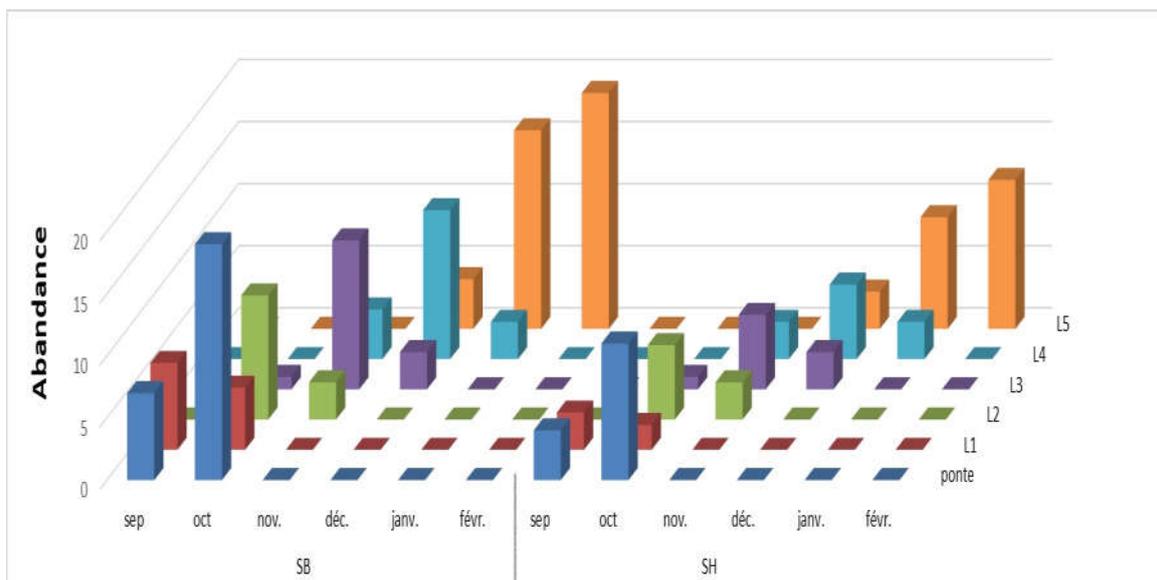


Figure 72 : la Phénologie de la processionnaire du pin entre les stations étudiées du côté sud.

L'évolution chronologique de la processionnaire du pin au cours du temps dans les cinq stations forestières situées dans PNTEH est expliquée par les figures 70.71 et 72.

Enfin on peut conclure les résultats précédents de l'évolution de la processionnaire du pin propre de PNTEH dans le tableau ci-dessus :

Tableau 19 : les dates de début et fin de développement de chaque stade larvaire.

	début	Fin
ponte	15/08/2019	05/11/2019
L1	28/09/2019	12/11/2019
L2	15/10/2019	07/12/2019
L3	29/10/2019	28/12/2019
L4	25/11/2019	01/02/2020
L5	21/12/2019	25/02/2020



Figure 73 : cycle biologique de la processionnaire du pin propre de notre étude au PNTEH, (originale 2019/2020)

4.4.2. Taux d'infestation :

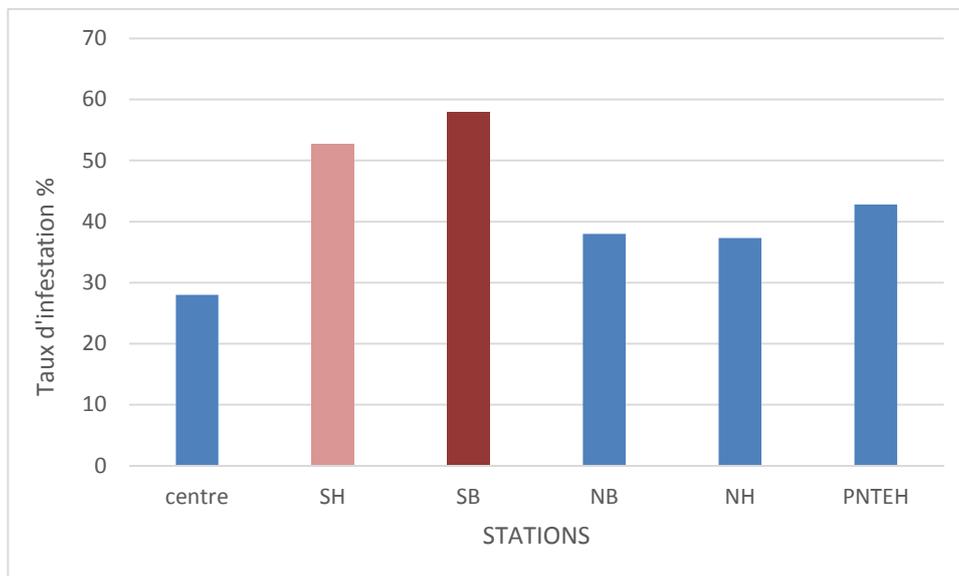


Figure 74 : Variabilité du taux d'infestation par station.

En général la forêt de cèdre du PNTEH représente un taux d'infestation légère avec une moyenne égale 42.8 %.(**fig.75**).

Des taux d'infestations avec des valeurs maximales entre 58 et 28 % sont observés dans les stations sud-Bas et Centre. Un taux d'infestation 38% a été enregistré dans les stations Nord-Bas et Nord-haut. Enfin la station Sud-haut avec un taux d'infestation égale 53% (**fig.74**).

GERI C., 1983 a observé que les peuplements denses composés d'arbres élevés sont moins attaqués par les processionnaires et **DEMOLIN G.**, 1969b a expliqué à cet effet que les parcelles de grands arbres sont peu attractives et note que la processionnaire se dirige vers les sites les plus ensoleillés de l'arbre pour construire son nid. D'une autre part, l'association de la cédraie du PNTEH avec beaucoup d'espèce d'arbres composent une forêt dense et moins ensoleillés, à cet effet le taux d'infestation ne sont pas importants ce qu'est confirmé.

5. DISCUSSION

5.1. Activité des parasitoïdes :

Sur 150 pontes collectées qui regroupent 31 080 œufs dont 21 971 éclos, soit 71% du total des œufs, 3 932 œufs sont parasités soit 13%: 8% pour *Baryscapus servadeii* et 5% *Ooencyrtus pityocampae*. Par contre, il y a 5171 œufs soit 16% non éclos. Les causes peuvent être un échec du développement embryonnaire ou bien affecté par des parasitoïdes. Le nombre d'œufs par ponte varie entre 77 et 308 œufs avec une moyenne de 207 œufs par ponte explique au moins en partie les capacités de reproduction favorisées par les possibilités de rencontre des partenaires (DEMOLIN, 1987). SEBTI (2011), note que le nombre d'œufs éclos est très élevé à cedraie de Chréa wilaya de Blida soit un taux de 89,64% d'éclosion. Les œufs non éclos ne dépassent pas 6,16%. Le parasitisme global n'atteint que 4,19 %. D'après le même auteur, les causes sont imputables à un échec du développement embryonnaire ou à l'émergence ou encore aux parasites. BOUCHOU L. (2015) et dans le même site d'étude de nos travaux dans le Parc National de Theniet El-Had, note que le taux de parasitisme ne dépasse pas 15,64% et 58,47% d'œufs éclos et 25,88% non éclos dans les 37 échantillons de ponte prélevés dans la forêt de cèdres du parc national de Theniet El Had. Et note également un taux de parasitisme de plus de 10,62% dans les cèdreaias de Chréa de la wilaya de Blida.

CHABANE et BENSLIMANE,(2019), marquent dans les pinedes de wilaya de Ain Defla un nombre d'œufs éclos soit un taux de 47 %. Les œufs non éclos étaient assez très élevé soit un taux de 45 %. Le parasitisme soit un taux de 7.1

Plusieurs parasites oophages ont été identifiés sur les pontes de la processionnaire du pin par les auteurs dans plusieurs zones forestières différentes, parmi ses parasites on cite : *Baryscapus servadeii*, *Ooencyrtus pityocampae*, et *Trichogramma embryophagum*. Les deux premiers sont très actifs par rapport au *Trichogramma embryophagum* et tous ont été signalés par CHABANE et BENSLIMANE, (2019) dans quelques pinedes de la wilaya de Ain Defla, BOUCHOU L. (2015) dans les cedraies de PNTEH et de Chréa, par ZAMOUM (1998) dans les peuplements de pin des zones semi-arides forêt de Djelfa et BERTELLA (1987) dans les reboisements de pin d'Alep de Batna. BOUCHOU L. (2015), dit que Les études existantes sur les parasitoïdes de la processionnaire du pin, ont toujours mis en évidence la prédominance de deux espèces de parasitoïdes : *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae*, ceci est confirmé par nos recherches. GACHI et al. (1986) montre que'il est important de souligner que le *Baryscapus servadeii* est le parasitoïde spécifique de la processionnaire, *T.pityocampa*.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

BOUCHOU.L (2015), précise que l'action parasitaire de *T. embryophagum* est fortement contrariée par la présence des écailles sur les œufs donc son efficacité parasitaire reste très faible et localisé sur les deux parties extrêmes des pontes qui ne sont pas protégées en totalité par les écailles et parmi nos observations sur 150 pontes de la processionnaire du pin durant l'élimination des écailles pour le dénombrement des catégories des œufs. Nous avons trouvé des difficultés à enlever les écailles des deux extrémités de pontes qui sont bien couvertes et bien protégées les œufs complètement, ce qui est confirmé par l'absence de l'action parasitaire de *T. embryophagum*.

On note que le parasitoïde *Trichogramma embryophagum* est très limité et a très rarement marqué sa présence en lutte biologique contre la processionnaire du pin dans le PNTEH.

Les résultats obtenus mettent en évidence un impact important des parasitoïdes embryonnaires. De même, nous avons enregistré des variations dans l'action des deux parasites. Cette variabilité est en relation avec la densité de l'hôte. Les études effectuées sur plusieurs années dans les différentes pinèdes par **BATTISTI.**, 1989 et **GERI.**, 1980 ont abouti à la même constatation.

BOUCHOU.L(2015), montre que l'espèce de *Baryscapus servadeii* dans le PNTEH et la cédraie de Chréa est très abondante que l'espèce *Ooencyrtus pityocampae*. En Algérie et au Maroc c'est encore l'espèce *B. servadeii* qui est plus abondante et plus importante que *O. pityocampae*.

(**SCHMIDT et al.** 1997), et l'étude de **CHABANE et BENSLIMANE** (2019) dans les pinèdes de Ain Defla montre que *B. servadeii* a une abondance plus importante que *O. pityocampae*.

Dans notre étude les œufs qui sont parasités équivalent 13% ; 8% pour *Baryscapus servadeii* et 5% *Ooencyrtus pityocampae* confirme encore nos données à travers les sites étudiés du PNTEH.

A la fin on peut dire que les parasitoïdes embryonnaires sont les premiers ennemis de la processionnaire du pin. Ils peuvent jouer un grand rôle dans la régulation des populations de la processionnaire du pin. Le pin est un insecte ravageur défoliateur et responsable de plusieurs cas de dépérissement des zones forestières. Donc des élevages de *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae* suivis par des lâchers dans la forêt en phase de progradation sont à recommander et considérés comme une lutte biologique pour limiter les dégâts causés par la chenille processionnaire du pin.

5.2. Longueur des pontes :

Dans cette étude, l'analyse descriptive des longueurs des pontes de la processionnaire du pin dans cinq stations étudiées du PNTEH a donné des longueurs moyennes des pontes mesurées variant entre 2.35cm et 2.61cm, Les valeurs extrêmes trouvées varient entre 4.5cm et 1.4cm.

BOUCHOU.L en 2015 indique que les longueurs des pontes dans la cédraie de PNTEH ont une moyenne de 2.6cm et des valeurs extrêmes varient entre 1.1 et 3.9cm. Le même auteur également dans la cédraie de Chréa indique une moyenne de 2.3cm avec des valeurs extrêmes 1.4 et 3.8cm.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

Compte tenu de notre travail, les pontes issues de la forêt de cèdre presque ont la même longueur. Afin de tirer des résultats plus précis de 150 pontes nous avons procédé à une comparaison des moyennes par ANOVA. Nous avons constaté qu'il n'y a pas une différence significative entre les longueurs des pontes par rapport aux stations, ($p=0.114$). Ceci justifie que les stations forestières étudiées se trouvent dans la même zone forestière PNTEH et présentent les mêmes caractéristiques climatiques et la même plante hôte ; Cèdre de l'Atlas.

L'analyse biométrique des longueurs des pontes a montré qu'il n'y a pas une différence significative au point de vue stations, exposition et en altitude, ceci est due que les stations porte les mêmes caractéristiques altitudinales ainsi que l'étage bioclimatiques et même plante hôte. **ZAMOUM**, 1998 a noté qu'il existe une relation entre les longueurs des aiguilles et des rameaux et le nombre d'œufs et que les coefficients de corrélation entre ces paramètres sont hautement significatifs. Dans le cas de pin d'Alep les femelles de la processionnaire du pin posent ses œufs sur les aiguilles par contre dans le cèdre de l'atlas elles les posent sur les petites et fin rameaux qui ont un diamètre varie entre 1mm et 15mm. Mais cela il existe une autre différence que dans le pin d'Alep la processionnaire du pin entoure les aiguilles complètement par les œufs par contre dans le cèdre et surtout dans les gros rameaux elles posent les œufs sur une partie de rameaux, elle ne l'entoure pas complètement.

Nous avons également remarqué que toutes les pontes se trouvent sur le côté inférieur de l'arbre, ce qui montre que la femelle choisit les rameaux bas de l'arbre est peut-être dû à cacher la ponte des très hautes températures du mois d'août.

5.3. Cycle biologique et l'évolution de la *Thaumetopoea pityocampa* :

Les chenilles processionnaires (*Thaumetopoea pityocampa*), insectes ravageurs vivent en grégaires à l'état larvaire. Le développement de la chenille processionnaire du Pin dure 6 mois sous les conditions les plus favorables, mais les stades 4 et 5 peuvent se poursuivre en hiver Cette particularité disparue en phase de nymphose (**CHABANE et BENSLIMANE 2019**).

Le cycle biologique de cet insecte est annuel, mais il peut durer jusqu'à cinq ans selon les conditions environnementales. Celui-ci est, en effet, sensible à la température et à l'insolation. Il existe donc de fortes variations de dates de déclenchement des stades selon l'altitude et la latitude. (**MARTIN J.C., et BONNET C. 2005**).

Dans le parc national de Theniet El Had et à partir de début de juillet, un soir d'été, les papillons de la processionnaire du pin sortent de terre. Mâles et femelles s'accouplent. La femelle s'envole et dépose entre 77 et 309 œufs sur les petits rameaux du cèdre.

Les chenilles L1 éclosent 30 à 45 jours après la ponte à partir mi-septembre. Elles se nourrissent les aiguilles du cèdre, et sont reliées entre elles par un fil de soie.

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

Au cours de leur croissance, les chenilles changent de couleur de jaune verdâtre avec un peu de poils à rouge et se couvrent de plus en plus de poils.

Les chenilles construisent un abri en soie en automne appelé le nid d'hiver sur la branche de l'arbre. Elles passent l'automne et l'hiver de stade larvaire 1 jusqu'à L5 dans cet abri, et ne sortent que la nuit pour entretenir leur nid et se nourrir (**HUCHON et DEMOLIN**, 1970).

Dans notre étude dans le PNTEH, Le premier stade larvaire L1 s'est échelonné sur une moyenne de 15 jours, L2 aussi 16 jours dans ce stade la chenille commence de changer sa couleur vers le rouge et l'apparition des poils blanche très fin et très petites, L3 prend 25 jours et le stade L4 à la moyenne prend quatre semaine et enfin le stade L5 s'est échelonné sur plus d'un mois. Dans ce stade la chenille devient mur et finir leur développement larvaire en observant des longue poils urticants blanches localisés à la face dorsale de certains segments abdominaux.

À la fin de mois février et début de printemps, la colonie conduite par une femelle quitte l'abri et se dirige vers le sol. C'est la procession de nymphose : toutes les chenilles se tiennent les unes aux autres et se déplacent en longue file. Une file peut compter quelques centaines de chenilles. Au bout de certains temps, elles s'arrêtent dans un endroit bien ensoleillé et s'enfouissent dans le sol.

Deux semaines plus tard, toujours dans le sol, les processionnaires tissent des cocons individuels et se transforment en chrysalides. Elles restent dans cet état pendant plusieurs mois (ou parfois plusieurs années selon les régions).

Au bout de quelques mois, chaque chrysalide se métamorphose en papillon, toujours sous la terre. Et puis, un soir d'été, les papillons sortent de terre...

5.4. Taux d'infestation

CHABANE et BENSLIMANE., 2019, trouvent des taux d'infestations similaires dans deux sites avec des valeurs maximales entre 38 et 38.5 % sont observés dans les pineraies à pin d'Alep dans les stations Djebel Doui et Djemaa Ouled cheikh. Un taux d'infestation beaucoup moins importants est de 24 % a été enregistré dans la station Oued djemaa.

Les mêmes auteurs disent que les forêts étudiées de Djebel Doui, Djemaa Ouledcheikh et Oued djemaa sont issues d'un reboisement et ne sont pas orientés vers le sud à cet effet le taux d'infestation ne sont pas vraiment importants ce qu'est confirmé.

DEMOLING., 1969b, note que la processionnaire se dirige vers les sites les plus ensoleillés de l'arbre pour construire son nid. **GERI C.**, 1983 a observé que les peuplements denses composés d'arbres élevés sont moins attaqués par les processionnaires et **DEMOLIN G.**, 1969b a expliqué à cet effet que les parcelles de grands arbres sont peu attractives.

Dans notre étude, nous avons suivi au moyen 321 nids échantillonnés répartie sur 150 arbres dans un parcure de 10 Ha dans chaque stations à la cédraie du PNTEH de ponte jusqu'à stade larvaire

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISCUSSION

cinq. Nous avons constatés que les infestations les plus importantes ont été observées aux niveaux des stations exposées au sud dans la forêt de cèdres du parc national de Theniet El-Had, par contre les cédraies exposées au Nord ainsi que la station centre montrent des infestations beaucoup moins importantes. Cette étude a permis de découvrir que l'exposition sud reste les sites les plus favorisés pour la construction de nids. Les études menées par **GERI, 1984** en montagne de Corse et par **GERI et MILLIER, 1985** in Sebti 2011 confirment que les attaques de *Thaumetopoea pityocampa* sont plus sévères sur les arbres exposés Sud que chez ceux exposés Nord. En effet nous avons trouvés des taux d'infestations varient entre 58 et 28% dans les cinq stations avec une infestation moyenne égale à 42.8%, est un taux légère qui confirme que la forêt du cèdre du PNTEH est moins attractive pour les chenilles processionnaires du pin en raison de la forte densité des arbres, et du faible ensoleillement.

BATTISTI et al. 2005 et **DEMOLIN et al. 1996** soulignent que la présence des températures favorables au développement de la processionnaire permet l'extension de l'espèce en altitude et en latitude.

D'une autre part, le taux d'éclosion élevé de la chenille processionnaires du pin qui égale 71% des œufs dans le parc mais le taux d'infestation est légère ce qui confirme qu'il existe d'autres ravageurs de la processionnaires du pin.

CONCLUSION

CONCLUSION

CONCLUSION :

La processionnaire du pin est l'un des insectes ravageurs, est responsable de plusieurs cas du dépérissement des zones forestières. Une faible incidence des parasitoïdes oophages sur l'effectif des populations de la processionnaire du Pin. Deux espèces de parasites embryonnaires ont été identifiés sur les pontes de *Thaumetopoea pityocampa* dans cinq stations au PNTEH : il s'agit de *Baryscapus servadeii* et *Ooencyrtus pityocampae*.

Les études actuelles sur les parasitoïdes de la processionnaire du pin ont toujours démontré la prédominance de deux espèces de parasitoïdes, le spécialiste *Baryscapus servadeii* et le généraliste *Ooencyrtus pityocampae* avec des proportions variant selon les régions.

L'espèce *Baryscapus servadeii* est très active, Par contre, l'espèce *Ooencyrtus pityocampae* est moins répondeuse dans la forêt de cèdres du PNTEH. En parallèle Nous avons remarqué que le parasitoïde *Trichogramma embryophagum* est très limité et n'a pas marqué sa présence en lutte biologique contre la processionnaire du pin au PNTEH, on peut dire que les parasitoïdes embryonnaires sont le premier ennemi de la processionnaire du pin. Ils peuvent jouer un grand rôle dans la régulation des populations de processionnaire du pin.

Sur la base des résultats obtenus, une lutte alternative à base de l'espèce *Ooencyrtus pityocampa* est très intéressante. Par conséquent, l'élevage d'*O. pityocampae* suivi de lâchers en phase de progradation est à recommander et à considérer comme un contrôle biologique pour limiter les dommages causés par la processionnaire du pin.

D'une manière générale, les résultats obtenus mettent en évidence une faible incidence des parasitoïdes embryonnaires. Cette variabilité est vraisemblablement en relation avec la densité et la répartition de l'hôte. Les études sur les parasitoïdes et leur impact effectuées sur plusieurs années dans les différentes pinèdes par **GERI** (1983) et **BATTISTI** (1989) confirment davantage nos données à travers les sites prospectés. L'action parasitoïde reste moins élevée avant et après les pics des populations de *Thaumetopoea pityocampa*. Au fil du temps, les auxiliaires parasites développent une stratégie pour rétablir un équilibre naturel si le biotope de leur évolution n'est pas attaqué par des actions anthropiques.

Les parasitoïdes embryonnaires répertoriées ont un impact spatio-temporel certain sur les populations de la processionnaire du pin et peuvent jouer un rôle prometteur dans la régulation des populations au cours des phases de gradations.

CONCLUSION

Le taux d'éclosion enregistré est assez élevé. La mortalité des œufs représente 10 % de la population et indique une faible incidence des parasitoïdes oophages sur l'effectif des populations de la processionnaire.

Les infestations les plus importantes ont été observées aux stations exposées au sud, station Sud Bas et station Sud Haut dans la forêt de cèdres du parc national de Theniet El-Had, tandis que les cédraies exposées au Nord que sont les stations Nord Basse et Nord Haut montrent des infestations beaucoup moins importantes et la station Centre qui semble la moins infestée.

**LISTE DES
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- 1-**ABDESSEMED K.** (1981). Réflexion sur les cédraies algériennes. Bull. Tech. Forest. N° 6, 7 – 10p.
- 2-**ABDESSEMED K.** (1982).Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le massif de l'Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique. Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse Doc. Ing. Fac. Des sciences et techniques, St Jérôme Aix Marseille, 200 p.
- 3-**ABDESSEMED S.,** (2008)-Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique,Thèse magister.fac.Des sciences de la nature et de la vie, Université Mentouri Constantine .140p
- 4-**ALFRED MAURY.,** (1857). Histoire des religions de la Grèce antique depuis leurs origine jusqu'à leur complète constitution. T2, librairie philosophique de l'arange .Paris. 551p.
- 5-**AUSSENAC G.,**(1984). Le cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écologique. Bull.Soc. Bot. Fr., Actuel Bot., (2/3/4). Pp : 385.
- 6-**AUSSENAC G., GUEHL J M.,** (1994). Les facteurs abiotiques.pp.466-470.
- 7-**BAGNOULS et GAUSSEN.,** 1953 - Saisons sèches et indice xérothermique. Document pour les cartes de production végétale. Toulouse. Sériegénéralités. T3.1953. Vol 1 Art 8.
- 8-**BATTISTI A.,** 1989-Field studies on the behaviour of two egg parasitoids of the pine processionary Caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *J. Appl. Ent.***105**, 393-402.
- 9-**BENHALIMA S.,**(2006). Les insectes xylophages etleur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière) dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc), 2p
- 10-**BEGHAMI Y.** (2003) Contribution à l'étude de la flore et de quelquesparamètres de l'environnement de la cédraie du massif de Chéla.Thèse de Magistère. Université deBatna, Pp28-39
- 11-**BENIGNI M., BATTISTI A.,** 1999. Climate change and the pine processionarycaterpillar: adaptation of a defoliator to changing environmental conditions. [Variazion climatiche e processionaria del pino :adattamenti di un defoliatore a condizioniambientali mutevoli]. — L'Italia Forestale e Montana, vol. 54, n° 2, 1999, pp. 76-86.
- 12-**BENTOUATI, A.,** 2006.Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif d'Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès). Thèse doctorat en sciences Agronomiques. Univ. Batna (Algérie).116p.
- 13-**BERTELLA N.,** (1987). Bioécologie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) dans quelques régions de l'Algérie. Thèse Magister, INA, El-Harrach, 168 p
- 14-**BERRETIMA, W.,** (2013). Caractéristiques écologiques et biométriques des pontes de la processionnaire dans quelques cédraies de l'Algérie du Nord Master, ENSA. El-Harrach 68p.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 15-BILIOTTI, E.**, 1958 - Les parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (*Lepidoptera*). *Entomophaga*. 3(1): 23-34.
- 16-BOUDY P.**,1952. Guides du forestier en Afrique du Nord, 490p.
- 17-BOUDYP.**, (1950)-Guide du forestier en Afrique du Nord .Edition la maison rustique.505p.
- 18-BOUDY P.**, 1955. Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de L'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- 19-BOUCHON J. etTOTH J.**, 1971. Étude préliminaire sur les pertes de production des pinèdes soumises aux attaques de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*Schiff. *Ann. Sc.For.*28 (3) : 323-340.
- 20-BOUTCHICHE F et BOUTRIGUE S** ;Caractérisation morphométrique de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de son hôte au niveau de la wilaya de Tlemcen,Thèse de master, Fac des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers,université de Tlemcen, 78p
- 21-BOUCHOU L.**, 2015Les parasitoïdes embryonnaires de la processionnaire du pin, *Thaumetaupoea pityocampa* Schiff et leur importance dans quelques peuplements de pin et de cèdre du Nord de l'Algérie. doct.I El-Harrach (Algérie) 145p.
- 22-BOUZAR ESSAIDI. K.**, 2013. Modulation de la fitness de la processionnaire du pin (insecte : lepidopteres) et effets de l'anthropisation sur des stations a pinedes littorales. Approche d'une methode de lutte alternative contre ce ravageur. Mag. Université Blida (Algérie). 211p.
- 23-CHAKALI G.**1985. Etude de la biologie de la tordeuse du pin *Rhyacioniabuoliana*Schiff (*Lepidoptere-Tortricidae*) dans la région de Moudjebara, Djelfa. Thèse Mag.INA El-Harrach, 95P.
- 24-CHEBOUKI N.**, 1994-une synthèse dendroclimatique de cèdre de l'atlas. *Ann.Rech.for. Maroc* .T27 .33-59 P.
- 25-DAJOZ R.** 1998 - Les insectes et la forêt. *ed. Lavoisier Tec &Doc*. 594 p. Paris.
- 26- PNTEH.**, 2010 présentationdu parc national de Theniet el Had. Revue PNTEH DE Theniet El-Had wilaya de Tissemsilt .P14
- 27-DEMOLIN, G.** 1963 Les 'miroirs' de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Revue de Zoologie Agricole Appliquée* Nos 11-12, 8 pp.
- 28-DEMOLIN, G. ; DELMAS, J.C.** 1967 Les Ephippigères (Orthoptères, Tettigoniidae), prédateurs occasionnels, mais importants de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Entomophaga*, 399-401.
- 29-DEMOLIN G et Rive J.L.**, 1968. La processionnaire du Pin en Tunisie. *Annales de l'INRF de Tunisie*, 1,19p
- 30-DEMOLIN G., et RIVE J.L.**, 1968. La processionnaire du pin en Tunisie *Ann. Inst. Nat. Rech. For. de Tunisie* Vol. 1 Fasc.1, Ariana.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 31-DÉMOLING.** 1969a - Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Dispersion spatiale, importance écologique. *Ann. Sci. Forest.* 26(1) : 81-102.
- 32-DÉMOLIN G.,** 1969b - Bioecología de la processionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*. Incidencia de los factores climáticos. *Bol. Serv. Plagas Forest.* 23 : 9-24.
- 33-DÉMOLIN G.,** 1969c - La processionnaire du pin. *Note d'information sur la biologie et sur les techniques de lutte.*
- 34-DÉMOLIN G.,** 1971 - Incidences de quelques facteurs agissant sur le comportement social des chenilles de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (*Lepidoptera*) pendant la période des processions de nymphose - Répercussions sur l'efficacité des parasites. *Ann. Zool. – Écol. Anim.* Hors-série : 33-56.
- 35-DEMOLIN G.,** 1986 – Intensification de la protection phytosanitaire des forêts en Algérie. Rapport scientifique - projet F.A.O. n° DP-FO-ALG/83/013 : 27 pages, 30 planches.
- 36-DÉMOLIN G.,** 1987- La processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., au Mont-Ventoux. *Etude Vauclusiennes*, n° spécial, **3**, 157-173.
- 37-DÉMOLIN G.,** 1987. La processionnaire du Cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* Powel, Rapport Scientifique et Rapport Iconographique-Intensification de la Protection Phytosanitaire des forêts, Algeria 1986-87, Rapport FAO.
- 38-DEMOLIN G., ABGRALL J.F., BOUHOT-DELDUC L.,** 1996 - Evolution de l'aire de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiff. (*Lep., Thaumetopoeidae*) en France. *Les cahiers du DSF*, 1, 26-28.
- 39-DEMOLIN G. ABGRALL J F., BOUHOT-DELDUC L.,** 1996 - Evolution de l'aire de la processionnaire du pin en France. *Les cahiers du DSF* 1-1996 (*La Santé des Forêts – 1995*) p.26-28.
- 40-DUPERAT M ET POLESE J-M.,**(2007). Les arbres. Borée 78p.
- 41-EMBERGER L,** 1935 - Matériaux pour la flore marocaine (fasc. 4). *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 15: 165-226
- 42-EMBERGER L.** (1939). Aperçu générale sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique du Maroc, *Mém. H.S.Sec.Nat. Maroc* 117 P.
- 43-FIDAH, A** (2016), étude de la durabilité naturelle des bois de *cedrus atlantica* (manetti) et de *tetraclinis articulata* (vahl) masters et évaluation de la bioactivité de leurs huiles essentielles sur les champignons basidiomycètes lignivores, thèse, doc, Fac des Sciences de Rabat, université Mohamed 5. 18-20p
- 44-FRONTIER S, PICHOD-VIALE D, LEPRETRE A, DAVOULT D, LUCZAK C,** (2004) - "Ecosystème : Structure, Fonctionnement, Evolution." Editions Dunod 3ième édition: 550 p

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 45-FRAVAL A.**, 2007- La processionnaire 1ère partie La processionnaire du pin. Insectes n°147, pp : 35-39.
- 46-GACHI M., KHEMICI M. et ZAMOUM M.**, (1986). Sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre *T. bonjeani* Powell (Lepidoptera, Thaumetopoeidae). Ann. Rech. Forest. Algérie I, : 53-63p.
- 47-GACHI M.**,1989. Eco-biologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* POWEL. (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) en Algérie. Séminaire International de Biologie - Constantine. Mai 1989, 13 p.
- 48-GACHI M.**, 1996 - La chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Conférence Journée d'étude en protection des forêts C.F.A.T.S.- Jijel. 17 pp.
- 49-GERI C.**, 1983 - Application des méthodes d'études écologiques aux insectes défoliateurs forestiers. Cas de *Diprionpini*L. (Hymenoptère, Diprionidae). Dynamique des populations de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptère, Thaumetopoeidae) dans l'île de Corse. *Thèse doct. Etat, Orsey, Université Paris-Sud, 260p.*
- 50-GERI C.**, 1984 - Distribution and evolution of populations of the pine processionary, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep., Thaumetopoeidae) in the Corsican mountains. II. Relations between populations and the physical and forest environment. *Acta Oecologica, Oecologia Applicata*, 5, 3-22
- 51-GERI C., MILLER C.**, 1985 - Evaluation of the populations of the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) in Mont Ventoux, France. *Annales des Sciences Forestières*, 42, 143-183
- 52-GAUSSEN**, (1964). Les gymnospermes actuelles et fossiles. Fascicule VII. Pinus, Cedrus et Abies. Fac des sciences, Toulouse Pp295.
- 53-GUERRERO A., CAMPS F., COLL J., RIBA M.**, 1981- Identification of a potential sex pheromone of the processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Notodontidae). *Tetrahedron Lett.* 22(21) : 2013-2016
- 54-GREUTER W., BURDET H.M. & LONG G.** 1984. Med-Checklist, Vol.1, Editions Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, pp. 31-32
- 55-GRISON P., VAGO C., MAURY R.**, 1959 - La lutte contre la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff dans le massif du Ventoux Essai d'utilisation pratique d'un virus spécifique. *Rev. For. Fr.* [en-ligne] , 353-370 [<http://documents.irevues.inist.fr>]
- 56-HALIMI A.**, (1980)-l'Atlas Blidéen, climat et étages végétaux OPU. Alger. 523p.
- 57-HUCHON H., DEMOLIN G.**, 1970 - La bioécologie de la processionnaire du pin. Dispersion potentielle-Dispersion actuelle. *Rev. For. Fr.* n° spécial "La lutte biologique en forêt", 220-234p.
- 58-HOEFER F.**, (1850)- Dictionnaire de botanique pratique, librairie Firmin didot frères, 726p.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 59-HOUEROU H.N.**(1969). La végétation de la Tunisie steppique. Institut. National Recherche Agronomique, Tunis 42/5/624p.
- 60-JACMON M.**, (2001).guide de dendrologie : arbre, arbuste, arbrisseaux des forêts françaises. 4ème édition .ENGREF. Nancy.350p.
- 61-JEAN-SEBASTIEN JACQUET.**, (2012) - Impacts des défoliations de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) sur la croissance du pin maritime(*Pinus pinaster*)N°:4728 p19.
- 62-KERRIS T.**,1983. La processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Note technique I.N.R.F. 17 pp.
- 63-KERRIS T., GACHI M. & ZAMOUM M.** 1987. Etudes des étapes de développements de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Rapport interne INRF. 3p.
- 64-KHEMICI M., ZAMOUM M. & DEMOLIN G.** 1988. Ecologie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff, (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae*) en Algérie. Incidence du climat sur le comportement de l'insecte. *Ann. Recherche Forestière, Algérie*, 3 (3) : 67-77p.
- 65-LACOSTE A. & SALANON R.**, 2001- Eléments de biogéographie et d'écologie. 2^{ème} édition. Ed. Nathan / HER, Paris, 318 p.
- 66-LESCOMPLEKT** (1983) : Etudes de mise en valeur des forêts de l'Ouarsenis et projets (Bureau expert bulgare) Volume 01, 170p
- 67-MALKI H.** (1992). Contribution à l'étude de l'influence du climat et des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie). Thèse. Université de Paris- Sorbonne. 187p
- 68-M'HIRIT O., BENZYANE M., et BLEROT P.** (2006). Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps, Ed. Mardaga. 245p.
- 69-M'HIRIT O.** (1982), Études écologiques et forestières des cédraies du Rif Marocaine : essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'Atlas. *Ann. Rech. For. Maroc*. 2 : 499-502p.
- 70-M'HIRIT O.** (1999), Le cèdre à travers le réseau Silva Méditerranéa "Cèdre" Bilan et perspectives, *Forêt méditerranéenne* XX (3) : 99-100p.
- 71-M'HIRIT O.** et Blerot P. (1999), *Le grand livre de la forêt marocaine*, Editions Mardaga, 280p.
- 72-MARTIN J.C., et BONNET C.**(2005). http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/zoologie-1/d/la-chenille-processionnaire-du-pin_700/c3/221, Ingénieurs d'Études INRA.
- 73-MARTIN J C., MAZET R.**, 2001- winter control of pine processionary caterpillar. *Phytoma*, 540, 32-35.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 74-MARTIN J.C.** 2005. La processionnaire du pin : *Thaumtopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller). Biologie et protection des forêts. INRA Avignon.61p .
- 75-MEDDOUR R,** (2010) - Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie;exemple des groupements forestiers et pré-forestier de la Kabylie Djurdjurenne. ThèseDoct, Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouazou, 397 p
- 76-NADJAH M.** (1988). La croissance et la productivité du cèdre de l'Atlas à Chréa, Ann. Rech.Forest. Algérie, Vol2, Pp23.
- 77-OCHANDO B,** (1987), maître assistant Laboratoire d'ornithologie INA-el Harrach-Alger : Rapport de mission du 11 au 14/04/1987 au parc national
- 78-PUTOD R,** (1979). Le reboisement du cèdre dans le Sud-Est de la France. Bull. Vulg. Forest. N°8 P : 58.
- 79-QUEZEL P et MEDAIL F.,**(2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen, Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p.
- 80-QUÉZEL P., et SANTA S.,**(1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Editions du C.N.R.S., Paris. II.:12, 13, 693-701
- 81-QUEZEL P.** 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranée. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars, Paris, pp. 205-256.
- 82-QUEZEL P., BARBERO M.,** 1992- Le pin d'Alep est les essences voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne, XIII (3), 158-170.
- 83-PONS A et QUEZEL P,** (1958). Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar. Compte rendu des séances de l'académie de Sciences. 244, Pp.
- 84-RIVIÈRE J.,** 2011. Les chenilles processionnaires du pin : évaluation des enjeux de santé animale thèse doctorat vétérinaire. École nationale vétérinaire d'Alfortcosne-cours-sur-loirefrance. 200p.
- 85-ROBINET, C., IMBERT, C.-E., ROUSSELET, J., SAUVARD, D., GARCIA, J., GOUSSARD, F., ROQUES, A.,** - Human-mediated long-distance jumps of the pine processionary moth in Europe. Biological Invasions, 1- 14 ; 1557-1569p.
- 86-ROCHE E,** (2006). Palynologie de la région méditerranéenne. Université de Liège. Notes de cours, inédit.
- 87-SALAGUE D.,** (2008).évaluation du risque de l'introduction de cèdre de l'atlas sur les sols acides des monts de laçune et de la montagne noire . ENGEES.France,71p
- 88-SCHMIDT, G.H., MIRCHEV, P., ET TSANKOV, G.** (1997). The egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* in the Atlas Mountains near Marrakech (Morocco). *Phytoparasitica*, 25, 275-281

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 89-SCHMIDT G.H., TANZEN E., BELLIN S.,** 1999 - Structure of egg-batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (*Lep., Thaumetopoeidae*), egg parasitoids and rate of egg parasitism on the Iberian Peninsula. *J. Appl. Ent.* 123 : 449-458.
- 90-SEBTI S.** 2011 - Caractéristiques biologiques et écologiques de le processionnaire, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff (Lepidoptera : Thaumetopoeidae) sur le cèdre de l'atlas *Cedrus atlantica* Manetti dans le parc national de Chréa. Thèse magister, université Saad Dahleb Blida (Algérie), 128 p.
- 91-SELTZER P.,** - Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie), 142 p.
- 92-STEWART P.,** 1969 – Quotient pluviométrique et dégradation Biosphérique ; Quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Afrique. Du nord*, pp. 24- 24.
- 93-RAMADE F.,** 2003 - Éléments d'écologie - Écologie fondamentale. 3ème édition. 690 p
- 94-ROBREDO F.,** 1963. La nymphose chez *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Boletín del Servicio de Plagas Forestales* 12, 122-129p.
- 95-TALEB M.,** (2011) - contribution à l'étude de l'influence de la densité de cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theneit El Had Willaya de Tissemsilt, these, magister, fac, des sciences de la nature et de vie, université Ziane Achour Djelfa. 3-8p.
- 96-TOTH J,** (1990) Le cèdre: utilisation et qualité technologique. *La forêt prévue* n° 194, 57 – 60p. intérêt paysage : cèdre à destination touristique *la prévue* n° 195, : 50 – 57p.
- 97-TOTH J,** (1994). Le cèdre de l'Atlas en France : croissance et production dans les dispositifs anciens. In : *Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas.* Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial). 322-335.
- 98-TOTH J,** (2005). *Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce.* Paris, L'Harmattan. Biologie, Ecologie, Agronomie. 207 p.
- 99-TOTH J,** (1984). Effet des facteurs de l'environnement sur l'accroissement de cèdre de l'Atlas. *Bull. Société Sci. Nat. Vaucluse*, 71 – 76p.
- 100-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
- 101-WAY M.J., PAIVA M.R. et CAMELL M.E.,** 1999 - Natural biological control of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) by the Argentine ant *Linepithema humile* (Mayr) in Portugal. *Agricultural and Forest Entomology*, 1, 27-31.
- 102-ZAMOUM M.,** 1986. Instruction technique, réseau d'avertissement contre la processionnaire du pin juin 1986. INRF Doc. Interne 14 pp.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

103-ZAMOUM M., 1992. Évaluation de quelques facteurs de mortalité agissant sur une population de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae.*), depuis le départ des chenilles en procession de nymphoses jusqu'à l'émergence des adultes DEA. Université de RENNES-FRANCE.

104-ZAMOUM M., 1998– Données sur la bioécologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller. (Lep., Thaumetopoeidae) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie). Thèse de Doctorat, Université des Sciences de Rennes I, France, 247 p.

105-ZAMOUM M., 2002 - Quelques éléments pour la préservation de la santé des forêts en Algérie. Revue de la forêt algérienne, n° 4, juil.2002, 4-7.

106-ZAMOUM M., 2005 – Techniques de suivi de la biologie de la chenille processionnaire du pin avant et après le traitement insecticide prévu pour la campagne 2005. Doc. Tech. INRF, 12p. phenologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence Cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille. 367 p

107-ZAMOUM M., DEMOLIN G., MARTIN J.C., 2005 - Lutte contre la processionnaire du pin : que deviennent les chenilles survivantes après un traitement au Bt aux stades L3 et L4. *Phytoma – la défense des végétaux* 585 : 38-41.

108-ZAMOUM M., ET DEMOLIN G., 2005 – The life cycle of the pine processionary caterpillar in the bioclimatic conditions of a sub-Saharan region. Int. Nat. Rech. Agronom. France éditions, Paris France, 107-116.

ANNEXES

ANNEXS

Identification :

Ministère de tutelle: **Ministère de l'Agriculture et du développement rural et de la pêche.**
Organisme: **Parc National de Theniet El Had**
Texte de création: **Décret n° 459/83 du 23/07/83.**
Statut juridique: **E.P.A.**
Localisation: **Theniet El Had, Wilaya de Tissemsilt**

Critères de classement : le parc national de Theniet el Had :

-Constitue l'unique cédraie occidentale d'Algérie avec des particularités bien individualisées dans l'Algérie septentrionale à savoir :

-présente une grande richesse en peuplements de cèdres séculaires

-présente beaucoup de clairières pittoresques situées au sein de beaux peuplements de cèdre,

-renferme des formes rocheuses de grès ciselé par les aléas climatiques façonnant des sites spectaculaires

-présente plusieurs sources d'eau auxquelles on attribue localement des vertus thérapeutiques.

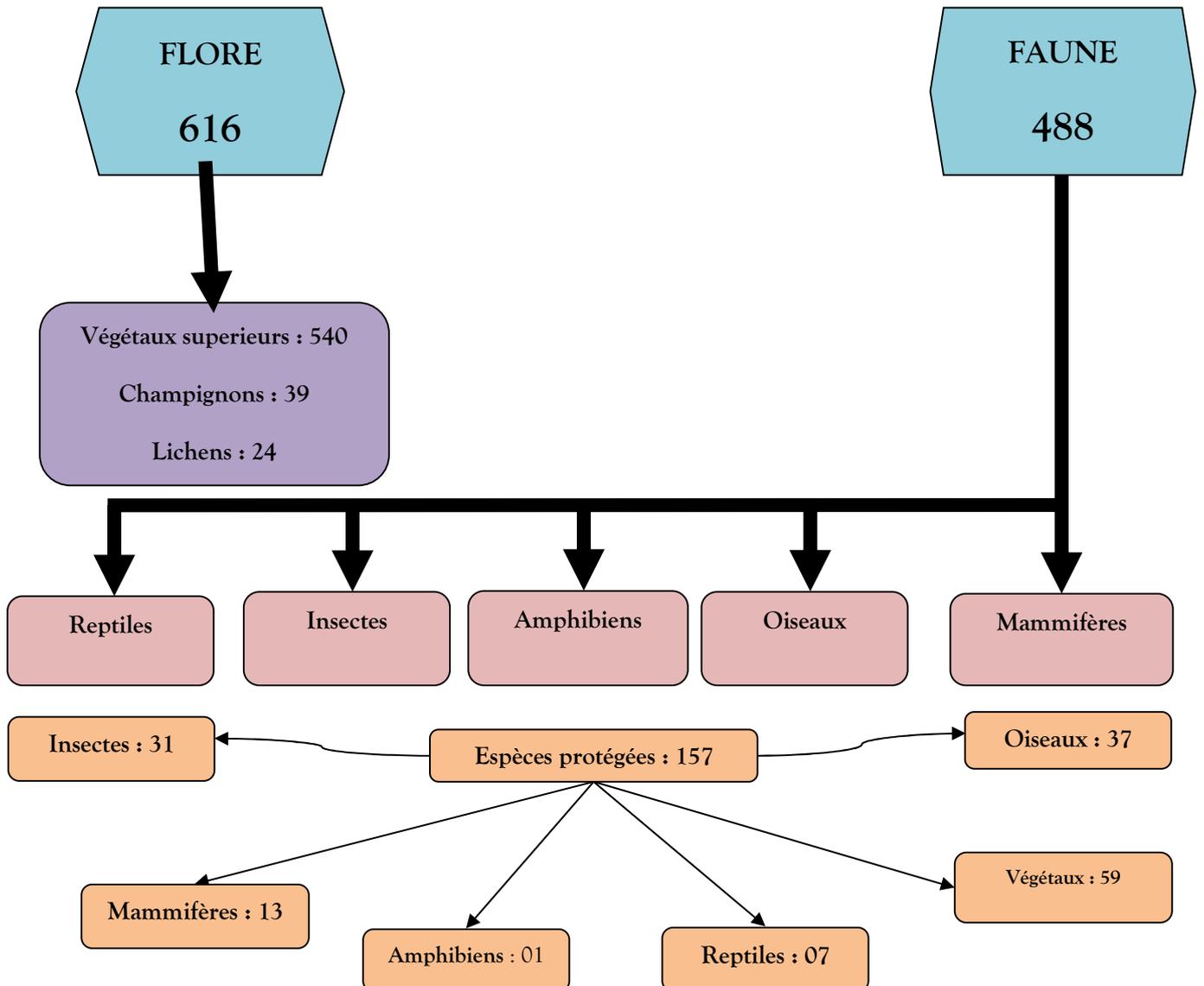
-présente des curiosités botaniques de premier ordre à l'instar du mélange du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et le chêne zen (*Quercus faginea*) et le côtoiement du cèdre de l'Atlas et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*)

-Les peuplements à chêne liège (*Quercus suber*) s'y individualisent en occupant des étages altitudinaux supérieurs (plus de 1500 m), fait très rare dans le pourtour méditerranéen.

-renferme des gravures rupestres (datant de plus de huit mille ans) et d'écritures libyques

BIODIVERSITE

DU PARC NATIONAL DE THENIET EL HAD



ANNEXS

1. Les Calculs des Moyennes et de Somme total de chaque parameters

1.1. Taux d'émergences :

N.B:

SBBr= SB:station Sud-Bas

SH:Sud-Haut;

NH:Nord-Haut;

NB: Nord-Bas

C: Centre

Br: *Baryscapus servadeii*; **Oo:** *Ooencyrtus pityocampa*

Tableau 1 ; Taux d'émergences dans les cinq stations

Station	Ponte	Br	Oo	total œufs	nbr larves	ufs non paras	Total Br	Total Oo	Total Br-Br	Total Oo-Oo
centre	30	394	148	5843	4070	984	519	270	125	122
NB	30	848	311	6081	3897	648	1046	490	198	179
NH	30	389	234	6024	4215	927	583	299	194	65
SB	30	145	82	6989	4358	2143	346	142	201	60
SH	30	3	114	6143	5431	475	41	196	38	82

Tableau 2 ; Taux d'émergences avant et après la récolte des pontes dans les cinq stations

Station	avant de récolte		apresrecolte	
	Br	Oo	Br	Oo
centre	125	122	519	270
NB	198	179	1046	490
NH	194	65	583	299
SB	201	60	346	142
SH	38	82	41	196

ANNEXS

1.2. Analyse statistique des deux espèces appariées à l'aide de test student

1.2.1. Statistiques pour échantillons appariés entre *Baryscapus servadeii* et *Ooncyrtus pityocampa*.

Tableau 3 : statistiques descriptives

	Moyenne	N	Ecart type	Moyenne erreur standard	
Paire 1	SBBr	4,83	30	9,252	1,689
	SBOo	2,73	30	5,502	1,005
Paire 2	SHBr	,10	30	,403	,074
	SHOo	3,80	30	8,861	1,618
Paire 3	CBr	13,13	30	15,997	2,921
	COo	4,93	30	6,330	1,156
Paire 4	NHBr	12,97	30	13,803	2,520
	NHOo	7,80	30	8,083	1,476
Paire 5	NBBr	28,27	30	23,537	4,297
	NBOo	10,37	30	10,698	1,953

Tableau 4 : Corrélation

	N	Corrélation	Sig.
Paire 1 SBBr & SBOo	30	,404	,027
Paire 2 SHBr & SHOo	30	,257	,170
Paire 3 CBr & COo	30	,510	,004
Paire 4 NHBr & NHOo	30	,228	,226
Paire 5 NBBr & NBOo	30	,549	,002

Tableau 5 : Test T pour échantillons appariés

	Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
	Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
				Inférieur	Supérieur			
Paire 1 SBBr - SBOo	2,100	8,648	1,579	-1,129	5,329	1,330	29	,194
Paire 2 SHBr - SHOo	-3,700	8,766	1,600	-6,973	-,427	-2,312	29	,028
Paire 3 CBr - COo	8,200	13,882	2,535	3,016	13,384	3,235	29	,003
Paire 4 NHBr - NHOo	5,167	14,317	2,614	-,179	10,513	1,977	29	,058
Paire 5 NBBr - NBOo	17,900	19,801	3,615	10,506	25,294	4,951	29	,000

ANNEXS

1.2.2. Statistiques pour échantillons appariés pour *Baryscapus servadeii* entre les station

Tableau 6 : test t pour *Baryscapus servadeii*

		Test des échantillons appariés							
		Différences appariées			Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Inférieur	Supérieur			
Paire 1	SBBr - NBBr	-23,433	25,642	4,682	-33,008	-13,859	-5,006	29	,000
Paire 2	SHBr - NHBr	-12,867	13,853	2,529	-18,040	-7,694	-5,087	29	,000
Paire 3	CBr - NHBr	,167	22,580	4,123	-8,265	8,598	,040	29	,968

1.2.3. Statistiques pour échantillons appariés pour *Ooncyrtus pityocampa* entre les station

Tableau 7 : Test T pour *Ooncyrtus pityocampa*

		Test des échantillons appariés							
		Différences appariées			Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Inférieur	Supérieur			
Paire 1	SBOo - NBOo	-7,633	10,142	1,852	-11,420	-3,846	-4,122	29	,000
Paire 2	SHOo - NHOo	-4,000	11,225	2,049	-8,191	,191	-1,952	29	,061
Paire 3	COo - NHOo	-2,867	10,308	1,882	-6,716	,982	-1,523	29	,139

ANNEXS

1. Analyses statistiques des longueurs des pontes

Tableau 8: longueur des pontes;

station	centre	SB	SH	NB	NH
1	2,7	4,5	3,4	2,3	1,5
2	1,8	3,4	2,6	2,9	2
3	2,7	2,4	2,1	2,8	1,2
4	2,4	2,9	2,2	1,5	2,3
5	1,9	3,8	2,6	2	1,9
6	1,8	2,7	1,8	1,5	2,7
7	2,5	2,3	2,4	2,3	2,6
8	3,1	2,4	3,1	2,4	2,5
9	2,3	2,3	2,5	2	2,2
10	3	1,9	2,3	3,5	2,7
11	2,2	2,2	1,9	2,3	2
12	2,2	3,1	2,7	2,4	2
13	2,3	2,1	2,5	1,7	2,2
14	2,5	3	2,2	2,2	2,4
15	3,1	2,5	2,7	2,7	2,6
16	2,7	3,2	2,7	3,9	2,4
17	1,7	2,4	2,2	2,5	2,2
18	2,9	2,2	3,3	2,3	3,4
19	2,8	2,8	2,6	2,5	2,2
20	2,4	2,2	2,8	3,3	2,1
21	2,7	2,8	3	2	1,4
22	2,6	2,1	3,1	3,2	3,2
23	2,6	2,6	2,9	1,9	4
24	3,1	2,1	2,3	1,9	2
25	2,6	2,6	2,6	2,2	2,5
26	2,1	1,5	2,1	1,9	2,3
27	2,7	2,8	3,2	3,5	2,5
28	2,5	2,5	2,4	3,6	3,2
29	2,3	1,9	3,6	2	2,6
30	1,8	3,1	2,7	2,5	1,7
Total	74	78,3	78,5	73,7	70,5
moyenne	2,46666667	2,61	2,61666667	2,45666667	2,35
variance	0,16298851	0,36782759	0,1966092	0,40047126	0,34465517
ecartype	0,40371835	0,60648791	0,44340635	0,63282799	0,5870734
mediane	2,5	2,5	2,6	2,3	2,3
mode	2,7	2,4	2,6	2,3	2
c oeff asym	-0,29209132	1,10911476	0,32623072	0,69877177	0,63214264

ANNEXS

1.1. Analyses des variances de la longueur des pontes

Tableau 9: statistiques descriptives

Statistiques des échantillons appariés					
		Moyenne	N	Ecart type	Moyenne erreur standard
Paire 1	SB	2,6100	30	,60649	,11073
	SH	2,6167	30	,44341	,08095
Paire 2	NH	2,4567	30	,63283	,11554
	NB	2,3500	30	,58707	,10718
Paire 3	Centre	2,4667	30	,40372	,07371
	NH	2,4567	30	,63283	,11554
Paire 4	Centre	2,4667	30	,40372	,07371
	SH	2,6167	30	,44341	,08095
Paire 5	SB	2,6100	30	,60649	,11073
	NH	2,4567	30	,63283	,11554
Paire 6	SH	2,6167	30	,44341	,08095
	NB	2,3500	30	,58707	,10718

Tableau 10: Corrélation

Corrélations des échantillons appariés				
		N	Corrélation	Sig.
Paire 1	SB & SH	30	,208	,269
Paire 2	NH & NB	30	,104	,583
Paire 3	Centre & NH	30	,255	,174
Paire 4	Centre & SH	30	,335	,071
Paire 5	SB & NH	30	,024	,901
Paire 6	SH & NB	30	,176	,354

Tableau 11: Test T des échantillons appariés

Test des échantillons appariés									
	Différences appariées						t	ddl	Sig. (bilatéral)
	Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %					
				Inférieur	Supérieur				
Paire 1	SB - SH	-,00667	,67258	,12280	-,25781	,24448	-,054	29	,957
Paire 2	NH - NB	,10667	,81703	,14917	-,19842	,41175	,715	29	,480
Paire 3	Centre - NH	,01000	,65829	,12019	-,23581	,25581	,083	29	,934
Paire 4	Centre - SH	-,15000	,48972	,08941	-,33287	,03287	-1,678	29	,104
Paire 5	SB - NH	,15333	,86612	,15813	-,17008	,47675	,970	29	,340
Paire 6	SH - NB	,26667	,67073	,12246	,01621	,51712	2,178	29	,038

Tableau 12: Tableau d'ANOVA des longueurs du pontes.

ANOVA					
Station	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Inter-groupes	68,514	26	2,635	1,400	,114
Intragroupes	231,486	123	1,882		
Total	300,000	149			

ANNEXS

ANNEXS
