

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département de Zoologie agricole et forestière

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Option : Entomologie appliquée

Thème

**Recherche bioécologique sur le bombyx disparate,
Lymantria dispar L. (Lepidoptera, Lymantridae)
dans la yeuseraie de M'Zarir (Djurdjura)**

Par : Hanane SAIDANI

Le jury :

Président	: M. DOUMANDJI S.	Professeur (E.N.S.A)
Directeur/ thèse	: M. CHAKALI G.	Maître de conférences (E.N.S.A)
Examineurs	: M. BENHALA M.	Maître de conférences (E.N.S.A)
	Mme. GUENDOZ BENRIMA A.	Professeur (Université de Blida)
Invité	: M. ABBAS M.	Sous Directeur (D.G.F)

Soutenue le : 23 Février 2011

Remerciements

Je remercie DIEU le tout Puissant de m'avoir accordé le courage, la force et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Il m'est très agréable d'exprimer ma gratitude et d'adresser mes remerciements à Monsieur G. Chakali, Maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, pour m'avoir honoré en acceptant de diriger ce travail, pour son soutien de tous les instants ainsi que ses précieux conseils tant au plan humain que professionnel.

Je tiens à remercier Mr Doumandji S. Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach pour avoir bien voulu accepter de présider mon jury.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes respects à Mr Benhala M. Maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach, pour avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à Madame Guendouz Benrima A. Professeur à l'université de Blida pour avoir accepté d'examiner mon travail.

Mes vifs remerciements vont à Mr. Abbas M. Sous directeur de la Direction Générale des Forêts, pour avoir accepté d'assister à ma soutenance.

Je ne saurais oublier de remercier Mr Ghelem M. Technicien au département de Zoologie Agricole et Forestière, Mme Houassine D. Doctorante à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, pour leur collaboration, leurs conseils et surtout leur présence lors de mon expérimentation au terrain et au laboratoire.

Il m'est très agréable de remercier Mr. Saoudi H. Chef de Secteur de Tala Rana au Parc National de Djurdjura, pour leur aide en me guidant et facilitant l'accès sur terrain.

Toute ma reconnaissance et mes remerciements aux forestiers du Parc National de Djurdjura pour leur contribution durant la période d'expérimentation.

Je remercie mes parents et toute ma famille pour les sacrifices et le soutien tout le long de ma formation.

J'exprime mes sincères remerciements à mes amies et à toutes les personnes qui ont participé de près et de loin à la réalisation de ce travail.

البحث البيوايكولوجي على جاذوب البلوط *Lymantria dispar* في غابة البلوط الأخضر مزارير (جرجرة)

الملخص: خضعت غابات البلوط الأخضر بجرجرة إلى تفشي متفاوت بسبب جاذوب البلوط في السنوات الأخيرة. أجريت الدراسة في غابة البلوط الأخضر مزارير، وكشفت توقيت نمو الحشرات فجوة عشرة أيام بين عامي 2008 و 2009. كما أظهرت الدراسة البيومترية للمراحل البيولوجية الحد بين متوسط عام 2008 و 2009. وبالمثل في السنة الثانية، أظهر الحساب الكمي للبيض نسبة منخفضة من البيض قابلة للحياة (20,69%). سجل تفقس البيض بداية من 19 مارس 2010 وامتدت حوالي شهر. أهمية الطفيليات الملاحظة ساهمت في انخفاض عدد حشرات جاذوب البلوط. كمية الوزن وحجم اليرقات الهامة تفسر بتغذية مكثفة لليرقات في بداية شهر جوان. لوحظ نوعين متنافسين لجاذوب البلوط، *Tortrix viridana* و *Ephesia nymphaea* تسببت في تساقط الأوراق في نهاية التطور التدريجي. **كلمات مفتاحية:** البيوايكولوجية، جاذوب البلوط، المراحل البيولوجية، غابة البلوط الأخضر، جرجرة، التطور التدريجي.

Recherche bioécologique sur le bombyx, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantridae) dans la yeuseraie de M'Zarir (Djurdjura)

Résumé. Les yeuseraies du Djurdjura ont été sujettes à des infestations de *Lymantria dispar* au cours de ces dernières années. L'étude bioécologique a été conduite dans la yeuseraie de M'Zarir. La chronologie de développement de l'insecte a mis en évidence un décalage d'une dizaine de jours entre les années 2008 et 2009. L'étude biométrique des écophases pris en considération a montré une réduction entre les moyennes de l'année 2008 et l'année 2009. De même à la seconde année, la quantification des œufs a mis en évidence un faible pourcentage d'œufs viables (20,69%). Les éclosions des œufs ont été enregistrées à partir de 19 mars 2010 et se sont échelonnées pendant un mois. L'importance des parasites notés ont contribué à la régression des populations de *Lymantria dispar*, confirmant le schéma de la fin de la gradation. L'importance des poids et des tailles de la population de nymphes est expliquée par une alimentation plus intense des chenilles au début de mois du juin. Deux espèces compétitrices de bombyx disparate, *Tortrix viridana* et *Ephesia nymphaea* provoquent des défoliations à la fin de l'évolution de la gradation.

Mots clé : Bioécologie, *Lymantria dispar*, écophase, Yeuseraie, Djurdjura, Gradation

Bioecological research on Gypsy Moth *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantridae) in the M' Zarir Holm oak forests (Djurdjura)

Abstract. The Holm oak forests in Djurdjura were subject to infestations of Gypsy moth during these last years. This study was driven in M' Zarir Holm Oak. The chronology of development of the insect brought to light a gap of tens of days between 2008 and 2009. The biometric study of the various stages shows a low reduction between the averages of year 2008 and year 2009. The data analysis of the categories of eggs gives a percentage of viable eggs (20.69%). The hatchings of eggs were registered from March 19th, 2010 and were spread out during a month. The important rates of the parasitism noted in time, confirm the plan of end gradation. The importance of the weights and the sizes of the population of nymphs explained by a more intense food at the beginning of June. Two competitor's species of Gypsy moth provoke defoliations at the end of the gradation.

Keywords: bioecology, Gypsy moth, ecophases, Holm oak forests, Djurdjura, gradation

SOMMAIRE

Introduction.....	1
PREMIERE PARTIE : Présentation du milieu d'étude et synthèse des données sur la spongieuse, <i>Lymantria dispar</i> L. et son hôte, <i>Quercus ilex</i>	3
CHAPITRE I : Le Parc National du Djurdjura.....	3
1. Informations générales	3
1.1. Superficie et limites.....	3
1.2. Description	3
2. Milieu naturel et patrimoine	4
2.1. Synthèse géologique	4
2.2. Hydrologie	4
2.3. Données climatiques	5
2.3.1. Température	5
2.3.2. Précipitation.....	6
2.3.3. Le diagramme ombrothermique de Gaussen	7
2.4. Diversité biologique	8
2.4.1. La végétation	8
2.4.2. La faune	9
CHAPITRE II : Présentation et bioécologie du bombyx disparate	10
1. Position taxonomique.....	10
2. Distribution géographique.....	10
2.1. Répartition dans le monde	10
2.2. Répartition de <i>Lymantria dispar</i> en Algérie	11
3. Description de l'espèce	12
3.1. Le mâle	12
3.2. La femelle	13
3.3. La ponte et l'œuf	13
3.4. Les larves	14
3.5. Les chrysalides	15
4. Chronologie des stades de développement	16
5. Plantes hôtes	17
6. Importance forestière	18
7. Nuisance	19
8. Périodicité des infestations.....	19
9. Fluctuation et dispersion des populations	19
9.1. Action des facteurs trophiques	20
9.2. Action des facteurs climatiques	21
9.3. Action anthropique	21
9.4. Régulation naturelle des populations de <i>Lymantria dispar</i>	22

10. Protection et moyens d'interventions	23
10.1. Surveillance.....	23
10.2. Synthèse sur les applications de lutte conduites contre <i>Lymantria dispar</i>	23
10.2.1. La lutte biologique	23
10.2.2. La lutte microbiologique	24
10.2.3. La lutte chimique	24
CHAPITRE III : Le chêne vert, hôte de <i>Lymantria dispar</i>	25
1. Taxonomie	25
2. Distribution géographique	25
2.1. Dans le monde	25
2.2. Dans le bassin méditerranéen	26
2.3. En Algérie	26
3. Caractéristiques botaniques, morphologiques et physiologiques	27
4. Ecologie	28
5. Importance économique	29
5.1. Caractéristiques technologiques et usages du bois du chêne vert	29
5.2. Utilisation des feuilles	29
5.3. Importance du fruit	29
5.4. Phytothérapie	30
6. Peuplement du chêne vert	30
6.1. Les types de peuplement du chêne vert	30
6.1.1. Futaies	30
6.1.2. Taillis	30
6.2. Sylviculture	30
7. Dépérissement et dégradation du chêne vert	31
7.1. Symptomatologie de dépérissement du chêne vert	31
7.2. Les causes de dépérissement du chêne vert	32
7.2.1. Eléments écologiques défavorables	32
7.2.2. Les mauvaises pratiques de gestion	32
7.2.3. Les attaques d'insectes	32
7.2.3.1. Les phyllophages	33
7.2.3.2. Les xylophages	33
7.2.3.3. Les gallicoles	33
7.2.4. Les attaques de champignons	34
7.2.5. Les maladies cryptogamiques et parasitaires	34
7.2.6. Les incendies de forêt	34
DEUXIEME PARTIE: Matériels et méthodes	36
1. Présentation de site d'étude, M'Zarir	36
2. Méthodologie adoptée au terrain	37
2.1. Quantification des pontes	37
2.2. Estimation des démantèlements	38

2.3. Préparation du matériel biologique.....	38
2.3.1. Récolte des pontes	38
2.3.2. Récolte des chenilles et des nymphes	39
2.4. Suivi des phases chronologiques de développement.....	40
3. Méthodologie adoptée au laboratoire	40
3.1. Biométrie des pontes et dénombrement des œufs	40
3.1.1. Mensurations des pontes	40
3.1.1. Dénombrement des œufs	41
3.2. Recherche des démantelers des pontes	42
3.3. Mesures et pesée des chrysalides	42
3.4. Contrôles des émergences des papillons et des parasites	43
3.5. Longévité et mensurations des adultes	43
3.6. Elevage des parasites du stade nymphal	44
4. Méthodes d'analyse.....	44
4.1. Analyse descriptive.....	44
4.2. Régression simple.....	44
4.1. Le test Anova	45
4.3. Analyse croisée	45
4.4. Classification hiérarchique	45
TROISIEME PARTIE : Résultats et discussions	46
1. Chronologie de développement de la spongieuse dans la yeuseraie de M'Zarir.....	46
2. Dénombrement des pontes en yeuseraie.....	47
2.1. Analyse descriptive des pontes quantifiées.....	47
2.2. Analyse fréquentielle des pontes dénombrées	47
3. Biométrie des pontes	48
3.1. Analyse descriptive des mensurations des pontes	48
3.2. Analyse descriptive des surfaces et des volumes des pontes	49
3.3. Analyse fréquentielle des surfaces des pontes	49
3.4. Analyse fréquentielle des volumes des pontes	50
3.5. Relation entre les surfaces réelles et les volumes des pontes sur chêne vert	51
3.6. Relation entre les surfaces réelles des pontes et le nombre des œufs par pontes sur chêne vert	51
4. Dénombrements des œufs	52
4.1. Effectifs des œufs en provenance de la yeuseraie de M'Zarir	52
4.2. Analyse fréquentielle des effectifs des œufs du Bombyx disparate	53
4.3. Taux des différentes catégories d'œufs	53
4.4. Comparaison des moyennes des catégories d'œufs	54
5. Importance des démantèlements des pontes	55
6. Arthropodes récoltées à partir des pontes de Bombyx disparate	56
7. Eclussions des pontes au cours du temps	58
8. Chronologie des éclussions des œufs	59

9. Taux hebdomadaire des éclosions des chenilles au cours du temps	59
10. Biométrie et poids du stade nymphal	60
10.1. Analyse descriptive des mensurations et des pesées des nymphes	60
10.2. Relation entre les longueurs et les largeurs des nymphes	63
11. Chronologie de l'entrée au stade nymphal	64
12. Durée du stade nymphal	65
13. Sex-ratio des chrysalides de <i>Lymantria dispar</i> sur chêne vert	66
14. Emergence et biométrie des adultes de <i>Lymantria dispar</i>	67
14.1. Émergence	67
14.2. Chronologie des émergences des adultes	67
14.3. Longévité	68
14.4. Biométrie des adultes	69
14.5. Relation entre les envergures et les longueurs des adultes de <i>Lymantria</i> <i>dispar</i>	69
15. Sex-ratio des adultes de <i>Lymantria dispar</i>	71
16. Classification hiérarchique des variables explicatives considérées	71
17. Parasites et prédateurs du stade nymphal	72
17.1. Diversité spécifique	72
17.2. Taux de parasitisme	74
17.3. Longévité des parasites du stade nymphal	75
18. Chronologie des émergences des parasites et des adultes de <i>Lymantria dispar</i>	75
19. Compétiteurs du Bombyx disparate	76
19.1. <i>Ephesia nymphaea</i> (Ctocala)	76
19.2. <i>Tortrix viridana</i> (Tordeuse verte)	77
Conclusion	78
Références bibliographiques	81

Introduction

Le bombyx disparate est le principal défoliateur des chênes de l'hémisphère nord (Villemant, 2006). C'est un ravageur polyphage qui s'attaque préférentiellement aux chênes. Il peut provoquer des dégâts en phase de gradation sur des arbres fruitiers. *Lymantria dispar* reste l'un des insectes les plus étudiés dans le monde (Hamra Kroua, 1986).

Il se caractérise en général par des cycles de gradation de 7 à 8 ans dans les régions méditerranéennes, ce défoliateur a un impact économique significatif (Herard et Fraval, 1980). Le bombyx disparate, espèce monovoltine est particulièrement dynamique, capable de s'adapter à des conditions variées d'alimentation qui régissent la régulation de sa population. Malgré, les nombreuses recherches effectuées sur la bioécologie de l'espèce et les efforts développés contre lui par la lutte biologique, son comportement reste complexe et sous l'égide des variables environnementales. Les populations de *Lymantria dispar* sont sujettes à des pullulations cycliques et périodiques. Une pullulation du Bombyx disparate (ou gradation) comprend trois phases, une phase d'installation ou progradation, une phase de culmination et une phase d'achèvement ou rétrogradation (Villemant, 2003). Les populations du bombyx disparate sont régies par des mécanismes de régulations qui diffèrent par le temps et dans l'espace. Le bombyx disparate réagit par une plasticité remarquable, qu'il tient de ses capacités biologiques, de son fort potentiel biotique et de sa capacité de dispersion (Ramzi *et al*, 2006). Les effectifs de *Lymantria dispar* fluctuent périodiquement au gré de divers facteurs, qui souvent interagissent entre eux (Villemant, 2006). Ses chenilles, très voraces, provoquent au printemps des défoliations complètes qui s'étendent parfois sur des dizaines des milliers d'hectares (Villemant et Fraval, 1991).

Les pullulations de ce ravageur originaire du Japon et de Corée ont été signalées depuis la fin du 19^{ème} en France, en Espagne et quelques décennies après en Algérie et au Maroc (Villemant, 2006).

En Algérie, *Lymantria dispar*, a fait l'objet de quelques travaux notamment par Hamra Kroua (1986) dans les forêts de chêne-liège du Nord Constantinois, Khouas (1993) dans la yeuseraie du Parc National de Djurdjura, Bouabdellah et Boukerdena (1997) dans la forêt de Zitouna (Collo), Morsli (2008), Mecerem (2009) dans la yeuseraie et la subéraie du Parc National de Chréa et par Belabbas (2010) dans les Parcs Nationaux Chréa et Djurdjura. Plusieurs informations sur l'évolution de l'insecte dans son milieu naturel ont été recueillies au cours de la dernière gradation.

L'étude conduite dans yeuseraie de M'Zarir (Djurdjura) qui a été sujette par de forte infestations du *Bombyx dispar* au cours de ces dernières années. Cette étude rassemble une synthèse des données sur ce ravageur à potentialité complexe vient compléter les informations acquises. La chronologie de développement et l'étude de divers écophases ont fait l'objet de l'étude sur le chêne vert.

Dans une première partie, trois chapitres présentent respectivement la présentation de Parc National du Djurdjura, une synthèse des données sur la spongieuse, *Lymantria dispar* (L.) et son hôte, *Quercus ilex* L. La deuxième partie décrit la méthodologie de travail adoptée au terrain et au laboratoire et les méthodes d'analyse des données. Les résultats et les interprétations des données seront présentés et discutés à la troisième partie.

L'intérêt de l'étude est de tirer des informations sur divers états biologique de cet insecte en phase de gradation.

PREMIERE PARTIE

Présentation du milieu d'étude et synthèse des données sur la spongieuse, *Lymantria dispar* L. et son hôte, *Quercus ilex* L.

CHAPITRE I : Le Parc National du Djurdjura

Les données relatives au Parc National du Djurdjura nous ont été fournies par la direction des forêts de Bouira. En plus des plans de gestions consultés des enquêtes complémentaires sur diverses informations ont été effectuées en collaboration avec les forestiers du siège de Tala Rana.

1. Informations générales

Le Parc National du Djurdjura se localise au centre de la région nord de l'Algérie, dans l'arrière pays de la grande Kabylie. Il se trouve à 140 Kms au sud-est de la capitale Alger et à 50 Kms de la mer méditerranée. Il chevauche sur les wilayas de Tizi-Ouzou et de Bouira. Il est cantonné entre les latitudes et longitudes suivantes ; $-36^{\circ}25'42''$ et $36^{\circ}32'02''$ Nord, $03^{\circ}57'23''$ et $04^{\circ}19'43''$ Est du méridien Greenwich (PND, 2009).

1.1. Superficie et limites

Le Parc National du Djurdjura appartient à la chaîne de l'Atlas tellien et s'étend sur une superficie de 18.550 hectares. Il a été créé par le décret présidentiel n° 83-460 du 23 juillet 1983. Les limites sont naturelles à l'exception de sa partie orientale délimitée par la route nationale n°5. Les limites naturelles du Djurdjura vont des environs de Draâ El Mizane jusqu'à Tazmalt, s'étalant sur une longueur d'environ 60 kms.

1.2. Description

Le massif du Djurdjura se subdivise en versant nord, qui englobe une partie de la wilaya de Tizi-Ouzou (Draâ El Mizan, Boghni, Ath Ouacif, Ath Yanni, Ain El Hammam, Iferhounen). Au versant sud, il comprend les limites nord de la wilaya de Bouira, notamment M'chedallah, et les communes voisines dépendant de la wilaya de Béjaïa, en l'occurrence, Tazmalt, Boudjellil et Beni Mellikeche (Fig.1).

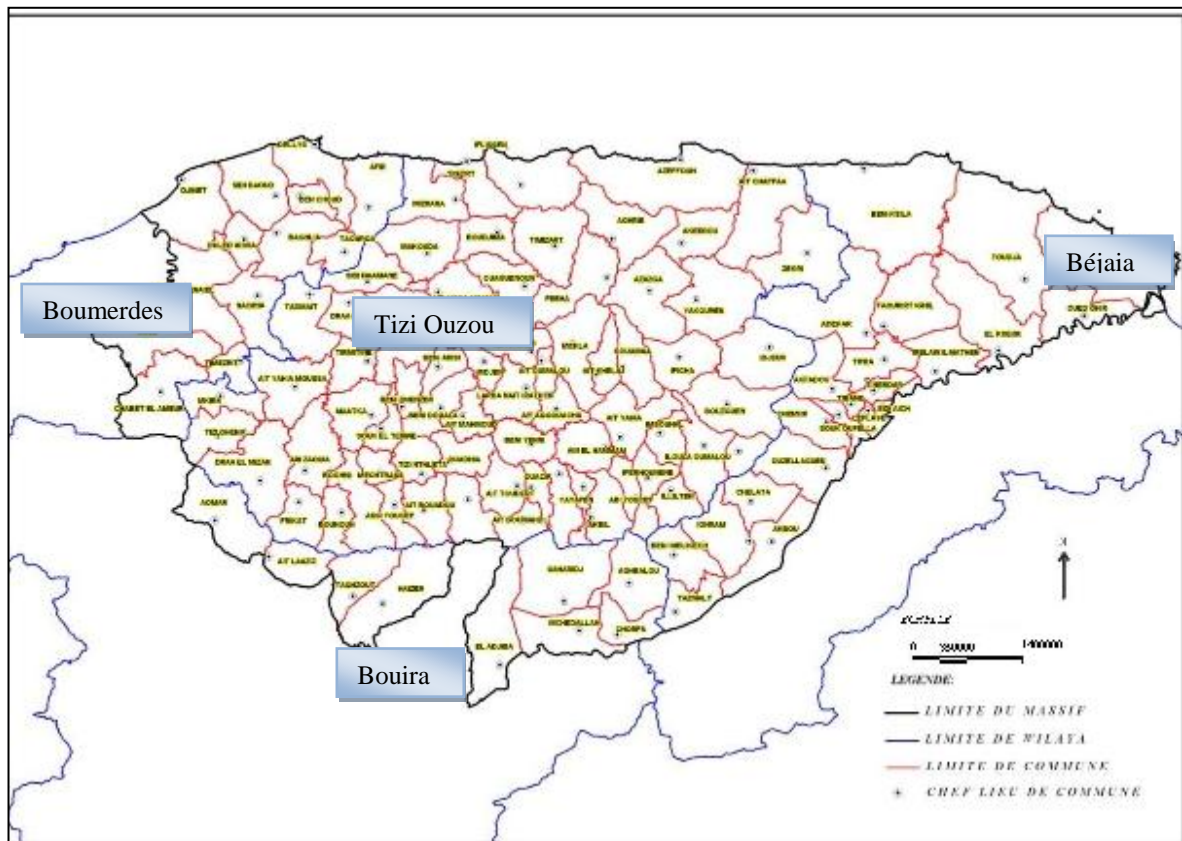


Figure 1. Localisation du Parc National du Djurdjura (PND, 2009).

2. Milieu naturel et patrimoine

2.1. Synthèse géologique

Le Djurdjura fait partie des zones internes de la chaîne alpine maghrébine. Il serait la conséquence de la fermeture d'un ancien bassin sédimentaire qui a existé au tertiaire : l'ossature du Djurdjura est calcaire, les crêtes dolomitiques et les sédiments sont calcaires, gréseux et argileux.

Les facteurs physiques et humains de dégradation font du Djurdjura une région à forte érosion avec un relief élevé et accidenté. Le Djurdjura échelonne des crêtes rocheuses qui dépassent l'altitude de 2000 m, relief majeur de tout le tell Algéro-Tunisien (PND, 2009). Les particularités de ce site font du Djurdjura le siège d'une flore et faune montagnard caractéristique.

1.3. Hydrologie

La chaîne du Djurdjura est considérée comme un important château d'eau de qualité. L'enneigement est sa principale caractéristique. L'eau est stockée à la surface et dans les veines karstiques. Sa restitution par les cours d'eau et les sources pérennes s'étale sur plusieurs mois jusqu'à l'année suivante.

1.4. Données climatiques

L'altitude et la distance à la mer sont les facteurs qui caractérisent le climat du Djurdjura comparativement aux autres régions de Kabylie.

Par manque de stations météorologique dans le parc nous avons pris en considération les données de la station de Bouira, la plus proche du site d'étude. Des corrections sont portées selon la relation proposée par Seltzer (1946) comme références pour caractériser le bioclimat du Djurdjura. La station météorologique de Bouira (555m d'altitude), située au sud du Parc National présente les données les plus récentes (1999-2009).

2.3.1. Température

Les températures moyennes mensuelles corrigées de la station prospectée (M'Zarir) sont reportées dans le tableau 1 et représentées par la figure 2.

Tableau 1. Moyennes et écarts-types mensuels des températures corrigées de la yeuseraie de M'Zarir pour la période allant de 1999-2009 (ONM, 2009 modifié).

Mois Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1999	4,84	3,64	7,84	10,66	17,96	20,96	23,14	25,94	20,14	17,34	7,74	5,24
2001	5,54	4,94	11,66	10,36	14,06	21,66	24,04	24,34	19,54	18,14	8,64	4,44
2002	4,64	6,64	9,34	11,06	16,16	22,26	22,64	21,44	18,74	15,74	9,86	7,24
2003	4,34	3,74	9,04	10,96	14,36	23,26	26,44	25,04	19,04	15,64	9,86	4,84
2004	5,24	6,64	8,14	9,54	11,46	19,76	23,44	24,44	20,14	17,34	7,34	5,44
2005	1,54	2,04	8,24	10,86	17,46	21,36	24,44	22,44	18,44	15,34	8,34	4,74
2007	5,74	7,34	6,54	10,66	14,86	19,66	24,24	23,54	18,94	14,14	7,64	4,94
2008	5,74	6,54	5,94	9,24	14,06	19,36	23,64	22,84	18,14	13,14	6,64	3,84
2009	4,77	4,46	7,42	8,27	16,33	21,30	25,82	23,96	18,18	14,08	10,32	7,30
Moyenne	4,71	5,11	8,24	10,18	15,19	21,06	24,20	23,78	19,03	15,66	8,49	5,34
E-Type	1,29	1,79	1,68	0,95	2,01	1,29	1,23	1,38	0,77	1,70	1,28	1,19

Suite à un manque de données, les années 2000 et 2001 ne sont pas été prises en considération. Les températures recueillies sur la période allant de 1999 à 2009 nous renseignent sur l'amplitude thermique saisonnière et journalière. Les mois les plus chauds sont juin, juillet et Août avec des températures moyennes maximales variant entre 21,06°C et 24,20°C. Les mois les plus froids sont décembre, janvier et février. La température moyenne minimale peut atteindre 4,71°C au mois de janvier (Fig.2).

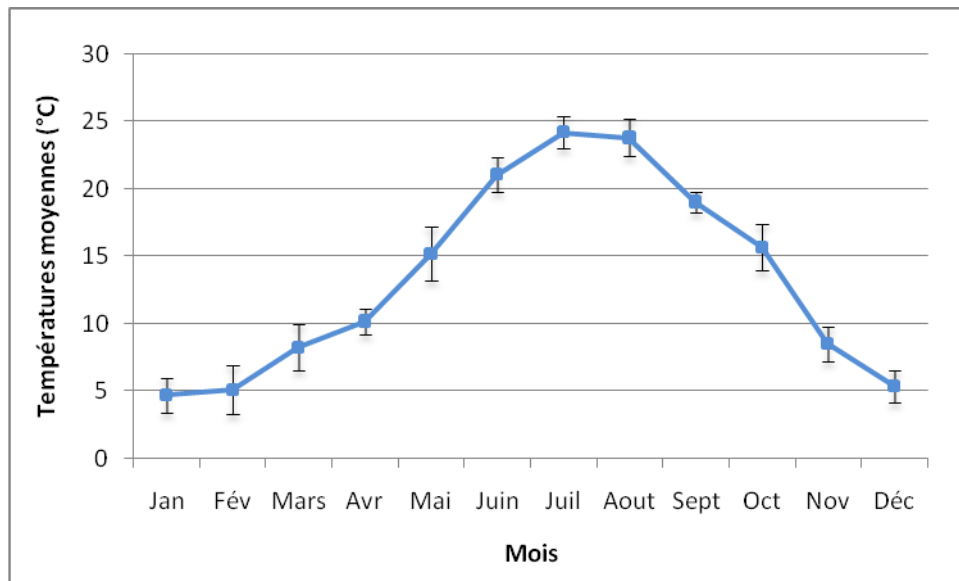


Figure 2. Variations mensuelles des températures moyennes corrigées entre 1999 et 2009 en yeuseraie de M'Zarir (1161m).

2.3.2. Précipitation

Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles corrigées de site d'étude sont représentées dans le tableau 2 et illustrées par les figures 3 et 4.

Tableau 2. Moyennes et écarts-types mensuels des précipitations corrigées pour la période 1999-2009 (ONM, 2010 modifié)

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
1999	90,7	68,3	67,1	8,7	46	7,4	1,2	9,9	54,7	13,7	38,5	156,6	562,8
2001	266,6	48,9	6,4	59,2	15,4	0	0	12,9	36,1	6,4	19,3	20,6	491,8
2002	50,9	24,9	45	13,02	14,2	7,1	3,5	67,5	14,2	29,6	187	252,1	709,0
2003	257,7	94,5	5,6	147,4	15,7	11,3	11,3	11,2	38,2	121,5	87,8	186,8	989
2004	80,3	23,6	60,2	75,56	121,6	3,5	1,2	16,5	21,2	34,2	92,1	188,9	718,9
2005	162,7	98,6	29,6	24,65	2,5	2,5	2,5	0	30,8	53	62,9	113,4	583,1
2007	10,6	42,7	267	138,3	26	12,6	4,6	11,5	78,8	108,9	120,2	52,7	873,9
2008	6,7	45,2	215,3	99	35	23,1	7,3	19,4	70,9	74,8	100,8	44,6	742,1
2009	126,8	53,1	80,4	106,7	27,3	8,3	4,6	14,8	114	25,4	104,4	105,6	761,4
Moy	117,0	55,5	86,3	74,7	33,7	8,4	4	18,2	51,0	51,9	90,3	124,6	714,7
E-type	96,3	27,0	92,3	52,3	35,3	6,8	3,5	19,3	32,0	41,3	48,8	77,6	155,6

Au cours de la période considérée, les précipitations annuelles varient de 491,8 mm en l'année 2001 à 989 mm en 2003. La moyenne des précipitations calculée est de 714,7

mm. Les moyennes mensuelles sont très variables au cours du temps. Les mois de décembre et de janvier restent les plus arrosés (Fig.3).

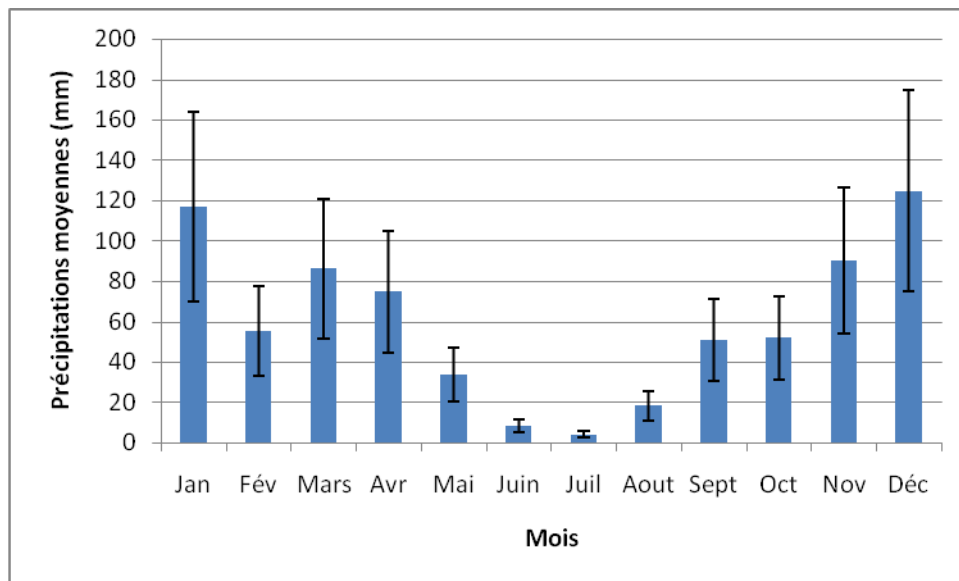


Figure 3. Variations des précipitations mensuelles en yeuseraie de M'Zarir.

La neige remplace les précipitations lorsque les températures sont au dessous de zéro. L'enneigement à Djurdjura peut durer jusqu'au 06mois /an sur les sommets et son épaisseur peut atteindre les 3 mètres au dessus de 2000m d'altitude.

Le nombre du jour de grêle au Djurdjura dépasse souvent 6 jours/an. Au printemps, ses effets sont néfastes pour la végétation, elle détruit les bourgeons et les fleurs.

Les gelées estimées à 17,2 jours/an, apparaissent de la mi-décembre jusqu'à la mi-février. Les brouillards sont fréquents et liés à la remontée de l'air humide des vallées (PND, 2009).

2.3.3. Le diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique établi selon les données pluviométriques et des températures est représenté par la figure 4.

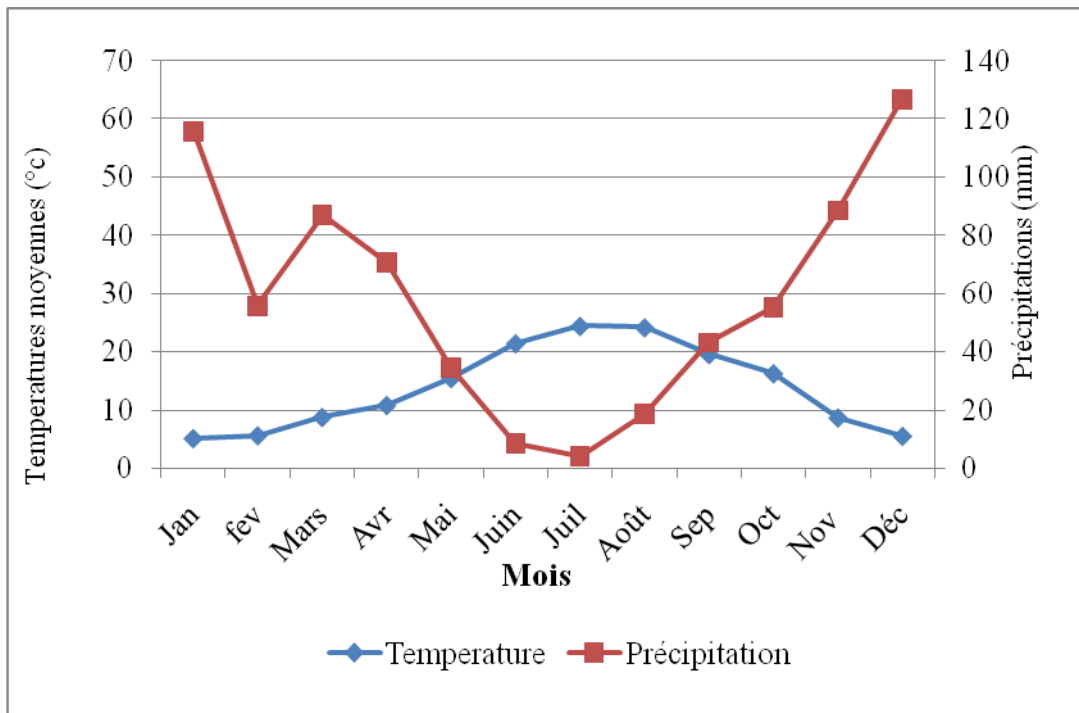


Figure 4. Diagramme ombrothermique de la yeuseraie de M'Zarir (1999-2009).

Le diagramme ombrothermique permet de distinguer deux périodes assez nettes, l'une sèche, chaude et courte, l'autre humide et froide. La période sèche s'étale sur près de 4 mois. Elle s'échelonne du mois de mai jusqu'au mois de septembre. Les périodes humides s'étalent de janvier à mai et de septembre jusqu'en décembre.

1.5. Diversité biologique

1.5.1. La végétation

Au Djurdjura, les forêts sont les principales formations qui conditionnent la vie. Elles assurent habitats, nourriture et territoires de nidification pour grande diversité faunistique. Les peuplements sont composés essentiellement de cèdre, de chêne vert, d'érable, de pin noir et de chêne liège. La flore du Djurdjura présente des diversités spécifiques et écologiques très remarquables liées aux types d'habitats existants à leur étagement géoclimatique. L'état de connaissance du milieu naturel du Djurdjura reste un champ de recherches à exploiter. Le Parc comprend 1100 espèces décrites de spermatophytes dont environ 140 sont rares, 35 sont endémiques, plus de 110 sont médicinales et aromatiques. A celles-ci s'ajoutent 52 lichens et 90 champignons supérieurs (PND, 2009).

1.5.2. La faune

D'une manière générale, la faune du Djurdjura est très peu connue. La synthèse des connaissances révèle l'existence de 30 espèces de mammifères, 121 espèces d'oiseaux dont 05 espèces sont rarissimes et 32 sont protégées par la loi (18 rapaces et 14 passereaux), 17 espèces de reptiles, 05 espèces de batraciens. A celles-ci s'ajoutent 218 espèces d'insectes dont 13 sont protégées et quelques mollusques adaptés aux zones de hautes montagnes (PND, 2009).

CHAPITRE II : Caractéristiques écologiques et biologiques du bombyx disparate

1. Position taxonomique

La spongieuse, *Lymantria dispar* « Gypsy moth » est un insecte faisant partie de l'ordre des Lépidoptères, sous ordre des Heteroneura (Ditrysia), à la super famille des Noctuoidea et à la famille des Lymantridea. Elle appartient à la sous famille des Lymantrinae qui est représenté par un seul genre, *Lymantria* Hubner 1819. L'espèce possède plusieurs synonymies génériques; *Bombyx*, *Liparis*, *Ocneria* et *Porthetria* (Fraval *et al.*, 1989). On l'appelle aussi Zig-zag en référence à la forme du tracé noir sur ses ailes (Villemant, 2003). Pour Nierhaus-Wunderwald et Wermelinger (2001), l'espèce a reçu le nom de Zig-zag car le papillon mâle effectue durant le jour des vols incessants en zig-zags.

2. Distribution géographique

2.1. Répartition dans le monde

Le Bombyx disparate, principal défoliateur des forêts des chênes de l'hémisphère nord, est originaire de l'Extrême-Orient (Japon, Corée). Il s'est propagé progressivement vers le Nord de la Chine, la Mongolie, la Sibérie, le Turkestan, le Caucase, le Moyen-Orient; l'Europe, et l'Afrique du Nord (Bess, 1961 et Fraval *et al.*, 1989). C'est en 1869 qu'un chercheur français « Léonard Trouvelot » a introduit le papillon aux Etats-Unis, à Medford dans le Massachusetts (Herard et Fraval, 1980). Dans la région méditerranéenne il se retrouve essentiellement sur le chêne-liège et le chêne vert. Au Nord de l'Europe et aux Etats-Unis, il peut se développer aussi bien sur les résineux que les feuillues (Fraval, 1989).

Les pullulations de ce ravageur sont recensées dans le bassin méditerranéen depuis la fin de 19^e siècle. Quelques décennies après, elles étaient signalées en Algérie et au Maroc (Villemant *et al.*, 2006). La répartition de Bombyx disparate dans le monde est représentée par la figure 5.

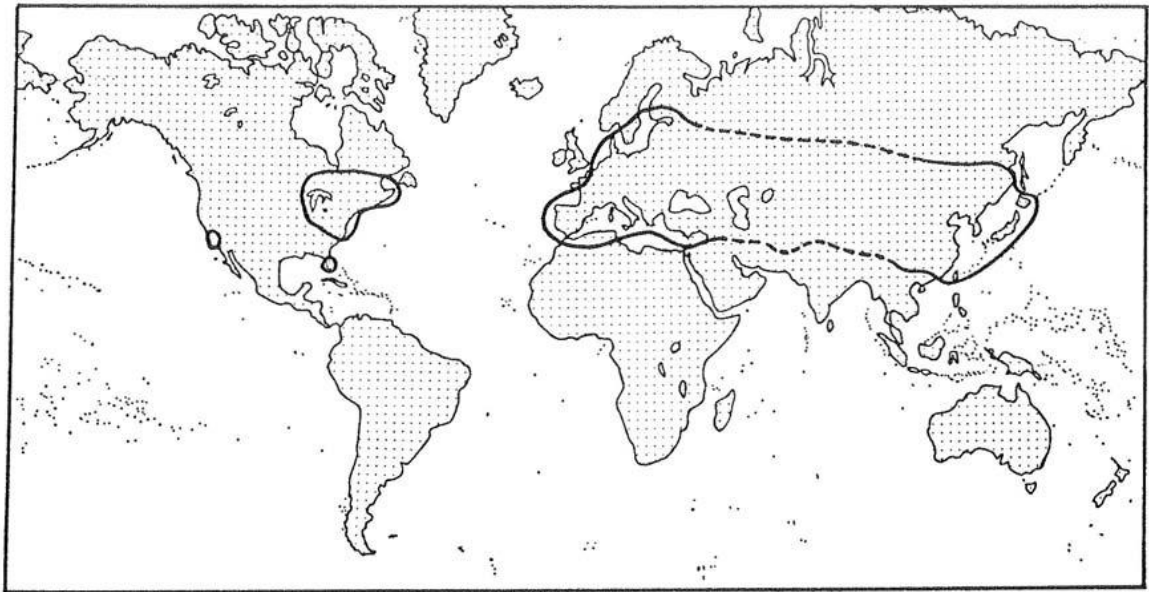


Figure 5 : Aire de répartition de *Lymantria dispar* dans le monde (Villemant, 1993)

2.2. Répartition de *Lymantria dispar* en Algérie

Le bombyx disparate est largement réparti dans les chênaies du Nord de l'Algérie. La première infestation qui a sévi dans la forêt d'Edough de la région d'Annaba, s'est manifestée entre 1923 et 1926. Une seconde infestation de l'insecte fût observée dans les subéraies d'Annaba en 1925 (Balachowsky et Mensil, 1935). En l'année 1934, une pullulation a concerné la chênaie verte de Tlemcen et, en 1961, les yeuseraies du Sud-Ouest d'Azazga (Khouss, 1993). Les gradations se sont ensuite réapparues d'une manière discontinue particulièrement dans l'Est du pays (Ouakid, 1991). Dans les subéraie de la région d'El Tarf, à l'extrême Est, d'importantes pullulations ont été signalées à partir de l'année 1984 (Hamra Kroua, 1989). Un dispositif d'observation et d'étude des pullulations a été mis en place dans les forêts de Gourrah dès 1985, de Nahed dès 1992 (Ouakid *et al*, 2005), et du Djurdjura (Khouss, 1993). Des infestations observées en 1988 dans les chênaies vertes d'altitude du Parc National de Djurdjura (Khouss et Demolin, 1997). Pendant la période allant de 1983 à 1995, des défoliations et des dépérissements ont été notées en Oranie. Des défoliations partielles ont été signalées l'année 1992 dans plusieurs massifs forestiers mais avec une vaste superficie dans les régions de Saida et Tlemcen (Bouhraoua, 2003). En 1996, des dégâts ont été signalés dans la subéraie de Ghora à l'est d'El-Kala et dans celle de Zitouna (Chakali *et al*, 2002). L'infestation ou la gradation dure en général de 3 à 4 ans dans les subéraies littorales et 2ans dans les chênaies de montagne (Djurdjura, Aurès) (Khouss et Demolin,

1997). En l'année 2002, *L. dispar* abondait en forêt de chêne liège à tamentout Source. D'après d'autres études et suivis sur les pullulations de *Lymantria dispar* dans la région de Chréa qui ont été mis en place durant ces dernières années, une importante pullulation a été notée en l'année 2007. La distribution spatiale de *Lymantria dispar* en Algérie du Nord couvre l'ensemble des écosystèmes à chêne-liège et à chêne-vert (Fig.6).

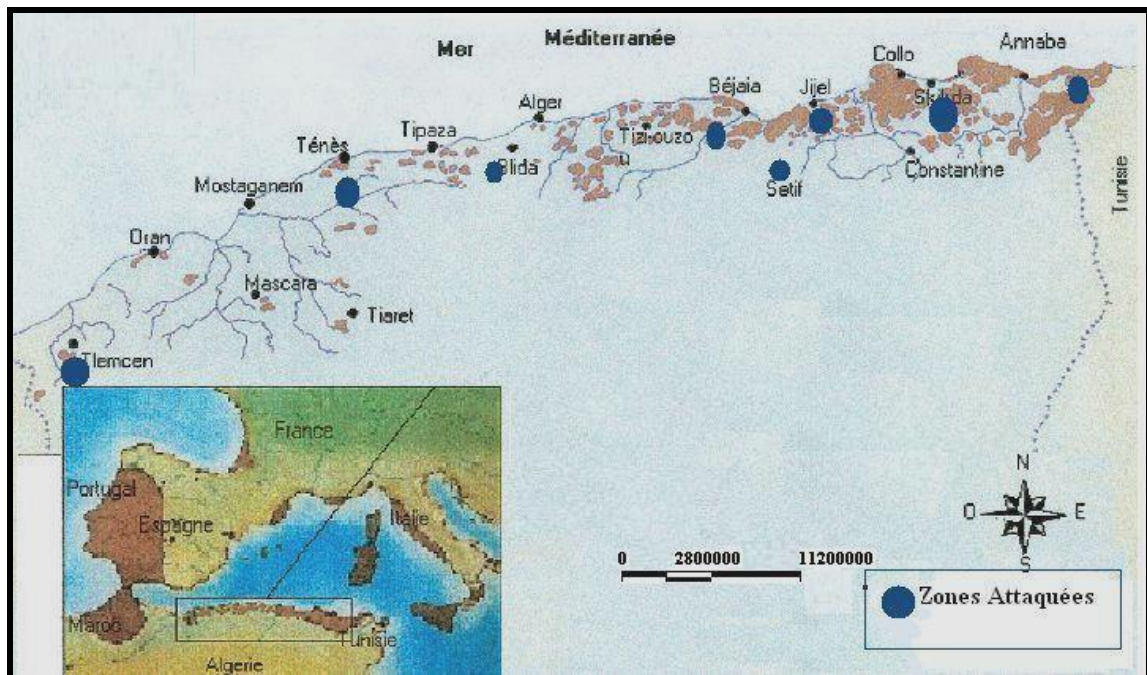


Figure 6. Répartition géographique de *Lymantria dispar* en Algérie (Kerris et Khous, 2005, Modifiée).

3. Description de l'espèce

La première description de l'espèce *Lymantria dispar* fut réalisée par Hurer (1816) in Fraval *et al.*, (1989). Comme tous les Lymantriides, le bombyx disparate présente un dimorphisme sexuel en grandeur, en aspect et en coloris entre les adultes des deux sexes. De même, les tailles sont variables aussi chez les chenilles et les chrysalides (Nierhaus-Wunderwald et Wermelinger, 2001).

3.1. Le mâle

Le papillon mâle mesure environ 4cm d'envergure, les ailes sont de couleur grise brunâtre avec des ornements foncés. Les antennes fortement bipectinées sont nettement plus larges que chez les femelles. L'abdomen chez le mâle est mince et plus

pointu que celui de la femelle (Fig.7). Il est connu que le mâle est un bon voilier et peut se déplacer sur plusieurs kilomètres (Fraval, 1984).



(Originale, 2009)

Figure 7. Papillon mâle de *Lymantria dispar*

3.2. La femelle

La femelle a une envergure variable de 4,5 à 7cm et dispose d'un abdomen épais, blanchâtre, couvert d'écailles de couleur chamois à l'extrémité. Les antennes légèrement pectinées. Les ailes sont presque blanches avec des lignes brunes disposées en zigzag (Fig.8). Autre caractéristique de la femelle, bien qu'ailée elle ne peut pas voler, sauf en extrême orient et dans certaines régions d'Europe (Fraval *et al.*, 1989).



(Originale, 2009)

Figure 8. Femelle adulte de *Lymantria dispar*

3.3. La ponte et l'œuf

La ponte a une forme générale d'une plaque ovale de 25 à 70 mm de long, de 10 à 35 mm de large en moyenne et d'une épaisseur de 4 à 8 mm. A l'émission, les œufs sont

disposés en plusieurs couches superposées plus nombreux au centre, et sont recouverts par des écailles filiformes, provenant de l'extrémité abdominale de la femelle. Ces poils sont collés entre les œufs et contre le support et forment ainsi un emballage protecteur contre les chocs et aux conditions climatiques défavorables. Les pontes de l'année sont de couleur chamois et les anciennes deviennent blanchâtres (Fig.9). Une ponte compte entre 100 et 700 œufs (Fraval *et al*, 1989). A ce sujet Hebert (1983) in Fraval (1986) note des pontes maximales de l'ordre de 1000 œufs.

Les pontes du bombyx disparate sont déposées, en général sur les troncs et les branches des arbres, même sous les roches en cas de fortes pullulations (Hamdaoui, 1994).

L'œuf de *Lymantria dispar* est caractérisé par une forme sphérique légèrement aplatie de couleur jaunâtre et mesurant 1 mm de diamètre. Son poids est de 0,7 mm en moyenne. L'œuf est protégé par un chorion épais, résistant, transparent et lisse (Fraval, 1989).

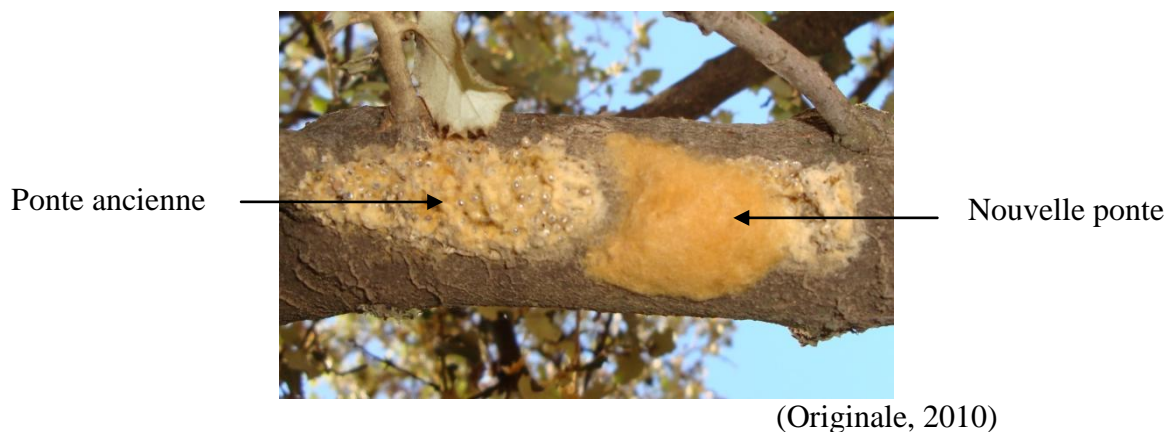


Figure 9. Aspect de la ponte de *Lymantria dispar* sur chêne vert

3.4. Les larves

A la naissance les chenilles mesurent 3mm, au dernier stade larvaire elles atteignent une longueur de 35 à 60 mm (Hamdaoui, 1994). Tous les stades sont velus. La couleur dominante du corps de la chenille est noire à grisâtre, mélangé de jaune dès le second stade et rehaussée de tache de couleur vive, jaune, rouge ou bleue. Trois lignes jaunes plus au moins continue sont généralement présentes de la tête jusqu'à l'extrémité de l'abdomen (Fraval *et al*, 1989).

Au cours de leur évolution, Les jeunes chenilles acquiert une couleur havane; verrues noires, puis orange, avec soies; activité diurne (fig.10). Les plus âgées sont de couleur foncée, verrues bleues sur les 5 premiers segments, verrues rouges sur les autres; intense

pilosité (poils urticants dès le 3e stade); chenilles femelles plus grandes (6–8 cm) que les mâles (4–5 cm) (Fig.11). Les chenilles possèdent des glandes fileuses à tous les stades de leur développement (Nierhaus-Wunderwald et Wermelinger, 2001).

En plus de la variabilité génétique de la couleur chez les chenilles, elle peut varier d'un individu à l'autre selon la nature de la plante hôte ou selon la phase de gradation du ravageur (Kireeva, 1975 et 1986) mais aussi, pour un même individu au cours de son évolution. Selon son volume corporel une chenille bien nourrie paraît souvent plus claire qu'une chenille dénutrie et si cette dernière est très amaigrie, elle apparaît plus rousse à cause du resserrement de ses poils (Fraval *et al*, 1989).



(Originale, 2009)

Figure 10. Aspect des jeunes chenilles



(Originale, 2009)

Figure 11. Aspect d'une chenille âgée

3.5. Les chrysalides

Au mois de juin, les chenilles vont se nymphoser pour former une chrysalide. La chenille s'immobilise, arrête son alimentation et vide son tube digestif. Elle tisse un réseau lâche de quelques fils de soie. Elle reste ainsi inactive pendant 1 à 3 jours. C'est

le "stade prénymphal", parfois distingué du dernier stade larvaire (Doane et Mc Manus, 1981 in Fraval, 1984).

La préchrysalide se fend au niveau de la partie médio-dorsale et mue en une chrysalide quiescente de couleur verdâtre. Au cours des quelques heures qui suivent, la chrysalide durcit et vire au marron. Elle "gigote" au moindre dérangement (Fraval *et al*, 1989).

La chrysalide, brune et glabre, séjour accroché au tronc dans un filet de soi lâche (Fig.12). Le cocon soyeux est de 2 à 3cm chez le mâle et pesant en moyenne 0,8g, par contre chez la femelle qui est beaucoup plus grosse que le mâle il atteint 3 à 4cm de longueur et pèsent jusqu'à 2g de poids (Hamdaoui, 1994). La taille reste le critère le plus facile pour distinguer les 2 sexes qui diffèrent également par les fourreaux antennaires, ainsi que par la disposition des traces des futurs orifices génitaux sur la face ventrale de l'extrémité abdominale (Lavenseau, 1970 *in* Fraval, 1989).



(Originale, 2009)

Figure 12. Aspect d'une chrysalide de *Lymantria dispar*

4. Chronologie des stades de développement

Le bombyx disparate est un ravageur des forêts que l'on rencontre généralement sur les arbres à feuilles caduques. Son cycle biologique est comparable à celui de nombreux autres papillons de nuit. *Lymantria dispar* est un insecte monovoltin qui passe par les stades ; œuf, larve ou chenille, nymphe et adulte (Fraval *et al*, 1989).

Les adultes apparaissent en juin-juillet et s'accouplent quelques heures après leurs émergences. Les femelles pondent leurs œufs en une seule masse de couleur chamois qui a l'aspect d'une éponge. Les masses d'œufs sont pondues en des endroits abrités sur

des arbres, des rochers ou des troncs tombés au sol. Les œufs pondus demeurent neuf mois. Le développement embryonnaire a lieu aussitôt après la ponte mais la jeune chenille formée subit alors un arrêt de développement (diapause) dans l'œuf qui dure jusqu'au printemps suivant (Villemant, 2003).

L'éclosion des œufs s'effectue de la fin mars et s'échelonne jusqu'au mois d'avril, coïncidant avec la période du débourrement du chêne. La durée d'éclosion est de l'ordre d'un mois mais peut atteindre deux mois ou plus dans certaines années (Ramzi, 1987 ; Kassim, 1988 in Fraval *et al.*, 1989).

Au cours de leur développement, les chenilles, passent par cinq stades larvaires chez les mâles et par six stades chez les femelles. La durée du développement larvaire est difficile à apprécier au terrain, sauf globalement les populations étant constituées de diverses cohortes. Les élevages ont montré qu'elle dépend principalement de la température, de la nature du milieu nutritif et de la densité des chenilles. La durée de chaque stade varie de 6 à 11 jours en fonction des conditions climatiques et les disponibilités alimentaires (El Hassani *et al.*, 1994). A leur éclosion, les chenilles, restent de 2 à 3 jours réunies en colonies sur le lieu de ponte «miroirs d'œufs» (Nierhaus-Wunderwald et Wermelinger, 2001). Par la suite, elles gagnent le feuillage nouvellement formé qu'elles consomment en décapant la face inférieure des feuilles (Fraval et Yousfi, 1989). A la fin de leur évolution, les chenilles s'arrêtent de s'alimenter et se transforment en chrysalide. Le stade nymphal dure de 2 à 3 semaines. Les populations de *Lymantria dispar* se manifestent sous forme de gradations étalées sur 2 à 3 années séparées par des périodes de récessions qui peuvent varier de 5 à 10 années suivant les régions (Villemant, 2005).

En juin-juillet, les adultes mâles apparaissent les premiers et volent à la recherche des femelles qui sont peu mobiles accrochées fréquemment au tronc des arbres à proximités de leur lieu d'émergence (Fraval *et al.*, 1989).

Il est connu que la gradation du Bombyx disparate passe par trois phases ; une première phase d'installation, appelée progradation, une seconde présentant la culmination et une phase d'achèvement ou de rétrogradation (Villemant, 2005).

5. Plantes hôtes

Lymantria dispar s'attaque à un très large nombre d'espèces végétales environs 300 espèces. Les chenilles de la spongieuse sont extrêmement polyphages, surtout en

gradation au cours des derniers stades larvaires où leur voracité est maximale (Rabasse et Babault, 1975).

Comme la plupart des insectes polyphages, les chenilles de *L. dispar* se nourrissent en tout premier lieu de feuilles de toutes espèces de chênes, viennent ensuite le hêtre, le châtaignier, les arbres fruitiers à pépins et à noyaux. Elles peuvent aussi se développer sur de nombreuses autres plantes-hôtes. Elles colonisent plus particulièrement des feuillus sur lesquelles elles se développent le mieux et le plus rapidement et où les femelles sont le plus fertiles (Nierhaus-Wunderwald et Wermelinger, 2001).

6. Importance forestière

Les chenilles du bombyx disparate provoquent au printemps des défoliations complètes sur des dizaines de milliers d'hectares (Fig.13). La plus part des arbres forestiers supportent bien cette défoliation et refont un nouveau feuillage le mois suivant, mais des défoliations répétées peuvent avoir des répercussions pouvant aller au dépérissement de l'arbre (Villemant *et al.*, 2006).

Les travaux consacrés à l'évaluation de l'impact de *Lymantria dispar* sur les chênaie révèlent qu'une défoliation fait perdre 40 à 100% de l'accroissement en bois de l'année. L'action de *Lymantria dispar* peut affaiblir en général les peuplements et facilite l'installation des champignons et des insectes xylophages secondaires (Fraval *et al.*, 1989).

La défoliation provoque à court terme une baisse de la productivité du bois et du liège. Les glandées sont très affectées par de fortes attaques du Bombyx disparate.



(Originale, 2009)

Figure 13. Défoliation des arbres du chêne vert

7. Nuisance

En cas de la surpopulation, *Lymantria dispar* en plus des dégâts sur les plantations forestières et sur les pépinières l'insecte colonise les arbres fruitiers et les cultures avoisinantes (Fraval *et al*, 1989). De même, les défoliations perturbent les activités humaines liées à la forêt, principalement (envahissent des habitations et parcours). Les forêts défeuillées perdent leur éventuel attrait touristique. Les chenilles de la spongieuse sont d'un contact très désagréable et provoque des manifestations allergique.

8. Périodicité des infestations

La dynamique des populations du Bombyx disparate est un phénomène cyclique. La phase de pro-gradation s'étend sur 2 à 3 ans, pendant laquelle la densité du ravageur ne cesse d'augmenter, et la zone infestée ne cesse de s'élargir. Les conséquences sur les forêts sont des défoliations limitées, localisées et la plupart du temps elles passent inaperçues. Pendant cette phase, la fécondité des femelles est importante avec des pontes de grandes tailles (>30mm) contenant de 500 à 800 œufs (Villemant, 2003). La phase de culmination dure généralement de 1 à 2 ans, au cours de laquelle le ravageur

dépasse la capacité du milieu à assurer le développement complet de chaque individu. Cette phase s'achève le plus souvent par une famine généralisée qui entraîne la mortalité d'une grande proportion de la population. L'affaiblissement des chenilles mal nourries est souvent aggravé par des épidémies (épizooties) dues au virus de la polyhédrose nucléaire, et à la prolifération de parasitoïdes.

On assiste alors à un effondrement des populations en un an (phase de rétrogradation). durant cette phase les pontes sont de petites tailles (25mm) et renferment un nombre réduit d'œufs (<300). A la période de latence, qui s'échelonne de 5 à 8 ans les populations sont d'abord pratiquement indétectables puis il s'établit progressivement un nouveau régime à très fort effectifs numériques. Le temps séparant deux pics de pullulation est évalué de 6 à 12 ans. (Hérard, 1984).

Il est important de souligner que parmi les végétaux. Le figuier (*Ficus carica*) et l'olivier (*Olea europaea*) ne sont pas consommés par les chenilles de la spongieuse (Villemant, 2003).

9. Fluctuation et dispersion des populations

Nombreux facteurs sont capables d'influer sur la multiplication et la survie des populations des insectes ravageurs. Les plus importants semblent être la qualité et la quantité de nourriture, et un cortège d'ennemis naturels, actif à chaque stade de développement. Une virose, la polyédrose nucléaire peut parfois décimer des populations entières.

9.1. Action des facteurs trophiques

Le végétal hôte de *Lymantria dispar* peut constituer un facteur important dans la cinétique démographique de la population de l'insecte (Leonard, 1974 ; Capinera et Barbosa, 1977 ; Fraval et Mazih, 1980 ; Barbosa *et al.*, 1981 in Fraval *et al.*, 1989). Les chênes sempervirents, principalement le chêne-liège sont les essences les plus favorables à l'alimentation du Bombyx disparate (Fraval, 1989 ; Ben Jamaa *et al.*, 2002). La coïncidence entre la période du débourrement des arbres et l'éclosion des œufs influe fortement sur le développement et la survie des populations. La réaction des chênes sempervirents à la défoliation totale est l'un des principaux mécanismes de régulation des populations du Bombyx disparate en région méditerranéenne (Leonard, 1977 in Fraval *et al.*, 1989). Le développement des chenilles et la reproduction des adultes dépendent du lieu d'alimentation et de l'intégrité des feuilles environnantes. L'évolution

de *Lymantria dispar* est également liée à l'état physique de l'arbre, donc de l'âge de celui-ci, du mode de conduite de la forêt, des conditions pédoclimatiques et des actions anthropiques.

9.2. Action des facteurs climatiques

Le climat agit surtout de façon indirecte en modifiant le substrat alimentaire. Il est très souvent considéré comme un facteur primordial de la régulation de la dynamique des populations des ravageurs (Fraval, 1986). Les étés chauds et secs raccourcissent la durée du développement larvaire et déséquilibrent le sex-ratio des adultes en faveur des femelles, le froid hivernal ne semble pas influencer la survie des œufs qui sont protégés par un revêtement d'écailles. Une gelée tardive provoque une mortalité des chenilles nouvellement éclosent et peut interrompre brusquement une infestation. Le froid intervient aussi en retardant le débourrement des chênes mais les chenilles du premier stade peuvent supporter un jeûne prolongé. Le vent et l'activité de l'homme sont capables d'agrandir rapidement et significativement l'aire occupée par le défoliateur. Privées de nourriture, les chenilles néonates tissent un fil de soie et se laissent emporter par le vent. Cette forme de dispersion permet l'installation de nouveaux foyers jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres du foyer d'origine (Villemant *et al.*, 2006). Le vent est l'agent naturel de la dispersion de l'espèce. Le chergui, vent chaud et sec, est fortement soupçonné de provoquer des mortalités décisives au niveau des embryons et des œufs en diapause (Villemant et Fraval, 1991).

9.3. Action anthropique

Les gradations du Bombyx disparate sont plus fréquentes dans les forêts dégradées et éclaircies par un pâturage intensif ou par les activités humaines (Villemant, 2006). L'anthropisation a pour effet de modifier la qualité de feuillage et la phénologie de l'hôte, élément vital pour le développement de *Lymantria dispar* (Von Rudnew, 1963 in Fraval *et al.*, 1989).

L'homme joue un rôle dans la dispersion du ravageur. Le transport du liège sur de longues distances a favorisé de nouveaux foyers d'infestations (Villemant, 2006). L'homme agit aussi favorablement par les actions de lutte, soit biologique par l'introduction des parasites et des prédateurs du ravageur, soit par une lutte chimique, pour limiter l'expansion du ravageur et provoquant ainsi une perturbation considérable dans les mécanismes de régulation des populations du défoliateur (Fraval *et al.*, 1989).

9.4. Régulation naturelle des populations de *Lymantria dispar*

Il est connu que dans de nombreux cas, les ennemis naturels jouent un rôle régulateur important, chaque stade de développement de l'insecte (adultes exceptés) étant une niche écologique d'un certain nombre d'insectes parasites ou prédateurs (Villemant, 2006).

Les œufs de la spongieuse sont susceptibles d'être parasités par des Chalcidiens et peuvent être la proie de nombreux prédateurs Coléoptères. Les antagonistes des pontes se subdivisent en "oophages vrais" qui mangent en grand nombre les œufs vivants du ravageur, en "oophages occasionnels" qui ne dévorent que rarement des œufs vivants et enfin en commensaux qui vivent dans les œufs. Ces groupes de prédateurs démantelent notamment les dermestidés (*Dermestes lardarius*, *Trogoderma versicolor*), le Trogossitide (*Tenebroides maroccanus*) et aussi la pyrale (*Aglossa caprealis*) creusent des galeries dans les pontes de *Lymantria dispar*, disloquant et provoquant la mortalité d'un grand nombre d'œufs. Parfois ils empêchent le développement d'une infestation localisée du ravageur (Villemant, 2006).

Les parasites embryonnaires sont les moins représentés de tous les cortèges répertoriés des états biologiques du Bombyx disparate. Les œufs sont parasités essentiellement par *Telenomus phalaenarum*, *Schedius masii* et surtout l'*Ooencyrtus kuvanae*. (Villemant, 1993). Les jeunes chenilles sont attaquées par les Braconides solitaires "*Apanteles solitarius*" et *Meteorus pulchricornis*. Les chenilles âgées sont parasitées par diverses espèces de Tachinaires surtout *Blepharipa prantensis* en région méditerranéenne et *Palexorista inconspicua*. L'impact de ce dernier est très réduit (Herard et Fraval, 1980). Le prédateur le plus actif des chenilles de *Lymantria dispar* est le carabe, *Calosoma sycophanta*. D'autres prédateurs dont l'impact est moins important sont occasionnels, il s'agit de *scarites occidentalis* (carabidae), *Pycnogaster finoti* (Orthoptera : Phasgonuridae), *Crematogaster scutellus* (Hymenoptera : Formicidae) et une araignée *Epiera sp.* En plus des ces insectes prédateurs deux espèces d'oiseaux ont été observées occasionnellement s'attaquent aux chenilles sont *Fringilla coelebs* L. (Fgillidae) et *Clamator glandarius* (L.) (Fraval et al., 1989). Les chrysalides sont parasitées par le Chalcidien *Brachymeria intermedia* le plus actif dans nombreux pays, *Pimpla (Cccygomimus) intigastor* et plus rarement par d'autres Ichneumonidae. Il s'agit de *Pimpla maraguesi*, de *vulgichneumon sp* et de *Clystopiga inscillator*. Les prédateurs sont encore moins abondants que les parasitoïdes, ce sont surtout des oiseaux, des Coléoptères et des Fourmis. L'espèce, *Monodontomerus aerreus* appartenant à la

famille des Torymidae, est un parasite spécifique du stade nymphal, (Fraval *et al.*, 1989).

10. Protection et moyens d'interventions

Il est recommandé de délimiter, par zones de densité les foyers primaires d'infestations du *Lymantria dispar* à l'échelle régionale. Cette procédure permettra en effet de mettre en place un réseau d'alerte et de suivi, de prédire les gradations de l'insecte si on souhaite programmer suffisamment à l'avance des interventions organisées. Par contre il est déconseillé d'intervenir sur les massifs envahis, les populations migrantes étant de toute manière condamnées à s'écrouler (Khouss, 1993).

10.1. Surveillance

Les forestiers contrôlent les fluctuations d'effectifs et déclenchent des traitements quand nécessaire. La recherche et le dénombrement des pontes en mois de juillet, correspondant à la fin de l'émission des œufs permettent d'évaluer la densité locale de la population et de délimiter les zones concernées et les risques de défoliation. Le meilleur temps pour intervenir est l'automne, avant la neige, ou encore au printemps, avant que les feuilles n'apparaissent, car il est alors plus facile de repérer les masses d'œufs. L'installation sur les troncs de bandes de toile de jute en double épaisseur peut freiner le déplacement des chenilles vers les couronnes et le feuillage. L'enlèvement quotidien des larves de spongieuse piégées dans la toile aidera à limiter les futures populations. On peut aussi utiliser du ruban collant pour réduire les déplacements des chenilles (Fraval *et al.*, 1989).

La surveillance peut être définie comme l'ensemble des procédures qui permettent de détecter les ravageurs, d'estimer leurs effectifs, d'évaluer le risque de dégâts, de mesurer les déprédations effectives et de prévoir l'évolution des populations. Le but pratique de la surveillance est l'estimation des superficies des zones à traiter et de déterminer à l'avance la date de l'intervention (Hamdaoui, 1994).

10.2. Synthèse sur les applications de lutte conduites contre *Lymantria dispar*

10.2.1. La lutte biologique

L'intervention biologique consiste à utiliser les organismes prédateurs et parasites pour détruire les ravageurs soit en favorisant des espèces indigènes, soit en important des auxiliaires d'une autre aire géographique. Dans ce dernier cas, l'acclimatation est

recherchée. On a souvent recours à la multiplication en masse et à des lâchers inondatifs. (Fraval *et al*, 1989). La lutte biologique fut le premier moyen mis en œuvre contre *L. dispar* au Maroc, en 1927. A cette date fut introduit *Ooencyrtus kuvanae*, originaire du Japon. Il est maintenant répandu dans toute l'Europe, mais il apparaît incapable d'empêcher les pullulations cycliques du ravageur. Compte tenu du fait que l'utilisation d'ennemis naturels de *Lymantria dispar*, bien étudié ne donne pas des résultats très efficaces, pour des raisons que l'on ne comprend pas nettement et que toutes les recherches qui ont été entreprises ailleurs pour trouver des antagonistes efficaces n'ont pas abouti à des résultats satisfaisants (Villemant, 2005). Des recherches se poursuivent néanmoins pour trouver des moyens de favoriser les prédateurs-démanteleurs de pontes.

10.2.2. La lutte microbiologique

De même que pour les autres espèces défoliatrices, la lutte microbiologique prévaut sur le chimique pur et dur, et l'agent le plus souvent utilisé est l'insecticide biologique nommé *Bacillus thuringiensis* (B.t.), qui vit dans le sol, initialement découverte en 1915 dans des chenilles d'*Ephestia* mortes. Pour plus d'efficacité, l'épandage doit se faire par voie aérienne. Le *Bacillus thuringiensis* est une bactérie entomopathogène, considérée comme sélective, car ne s'attaquant en principe qu'aux chenilles de premier et de deuxième stade. Les chenilles du troisième stade ne sont sensibles qu'à des doses considérablement plus élevées (Fraval *et al*, 1989).

Plusieurs virus entomopathogènes ont été identifiés et testés comme moyens de lutte contre la spongieuse. Il s'agit surtout d'un virus responsable de la polydrose nucléaire, les plus promoteurs. La virose existe dans de très nombreuses populations naturelles ou elle joue le rôle d'un puissant facteur de régression, dépendant la densité (Fraval *et al*, 1989).

10.2.3. La lutte chimique

En privilégiant l'emploi d'un biopesticide, ou en ayant recours à des insecticides spécifiques des larves d'insectes comme le diflubenzuron qui perturbe la mue sans entraîner un arrêt de l'alimentation jusqu'à cette échéance. Le diflubenzuron, de son mode d'action et de sa rémanence convient mieux sur les jeunes chenilles mais moins bien sur les stades plus avancés car leurs dégâts se poursuivent jusqu'à la mue suivante (Nageleisen, 2005).

Chapitre III. Le chêne vert, hôte de *Lymantria dispar*

1. Taxonomie

Le polymorphisme sexuel du chêne vert a conduit à une division systématique très confuse. Divers auteurs notent que, le chêne vert (*Quercus ilex*) appartient à l'embranchement des Angiospermes, à l'ordre des Fagales, à la classe des Dicotylédones et à la famille des Fagaceae (Jacquot, 1938 ; Boudy, 1950 et Brecker *et al.*, 1980).

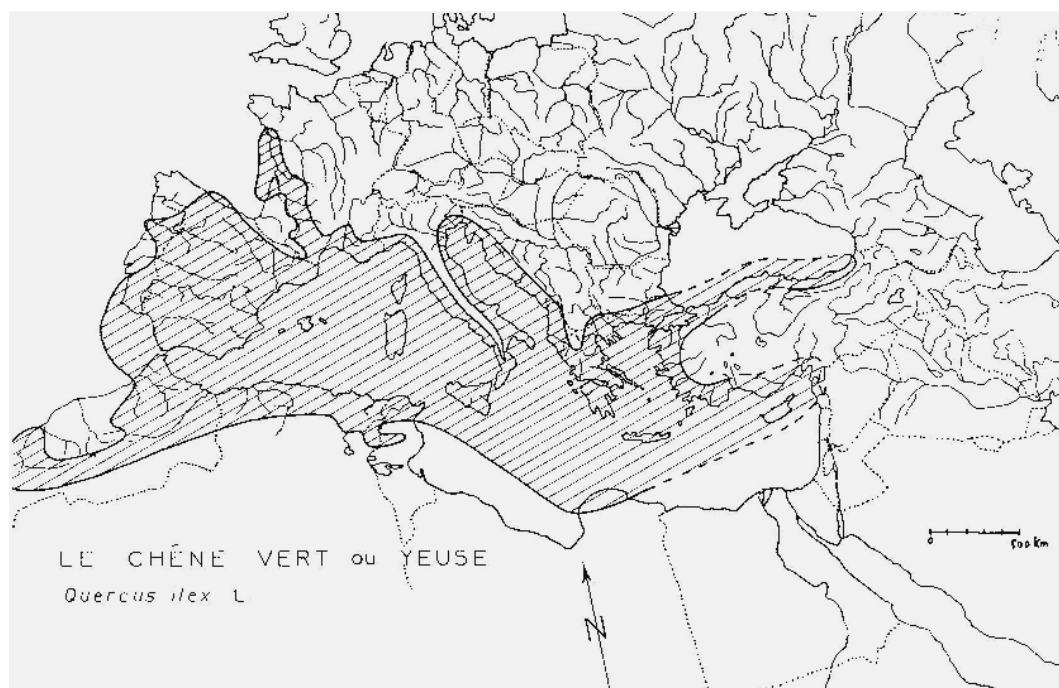
La division systématique de cette espèce a donné lieu depuis Linné, ayant distingué trois espèces ; il s'agit de *Quercus ilex*, de *Quercus cromuntia* et de *Quercus smilax*, à de nombreuses subdivisions de l'espèce très diversifiées d'un botaniste à l'autre. Ainsi Methieu et Fliche (in Boudy, 1950) reconnaissent qu'une seule espèce (*Quercus ilex*) et considèrent le *Quercus ballota* comme une variété.

2. Distribution géographique

2.1. Dans le monde

Le chêne vert est une essence largement répartie en Euro-asiatique ; il est présent depuis la Chine et l'Himalaya, jusqu'à la grande Bretagne et aux confins sahariens (Boudy, 1950).

La figure 14 représente la répartition géographique du chêne vert dans le monde.



Salmon (2004)

Figure 14. Aire de répartition du chêne vert

2.2. Dans le bassin méditerranéen

Le chêne vert (*Quercus ilex* L.) est l'une des essences feuillues les plus répandues sur tout le pourtour Méditerranéen, et il est très fréquent dans l'occidental que dans l'oriental. Son expansion est plus importante en France, Italie, Grèce, Espagne et Portugal (Boudy, 1950). En Afrique du Nord, *Quercus ilex* reste l'espèce dominante des forêts Maghrébines. Il s'étend sur 2.109.000 hectares environ, il est présent en Tunisie, en Algérie et très répandu dans presque tout le Maroc, surtout dans la moyenne montagne dans le rif (Seigue, 1985).

Les aires d'occupation estimées dans différents pays du bassin méditerranéen sont regroupées dans le tableau 3.

Tableau 3: Aire de répartition du chêne vert dans le bassin méditerranéen

Pays	Superficie (hectares)
Espagne	2.890.000
Maroc	1.340.000
Algérie	680.000
Portugal	530.000
Italie	380.000
France	350.000
Tunisie	80.000
Total	6.250.000ha

Seigue (1985)

2.3. En Algérie

Le chêne vert peut se rencontrer à l'état de peuplement ou d'arbres isolés, de la frontière Tunisienne à la frontière Marocaine et de l'Atlas Tellien à l'Atlas Saharien. Dans la région Algéro-ouarsenisienne l'espèce est en association avec le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), il abonde dans les massifs de Belazma, Bou arif, Sgag et Oued Fedala (Boudy, 1950). Au centre du pays il couvre les versants de l'Atlas de Mitidja de ses boisements dégradés. Il domine sous forme de taillis médiocres les régions de Tablat et de Sour el Ghouzlane et ce n'est que dans la région de Ténès ou l'on rencontre de belles futaies (Boudy, 1950).

En Kabylie le chêne vert représente 7000 hectares, il est parfois associé au chêne liège, et au chêne zeen et au cèdre à des altitudes plus importantes telles que le Djurdjura (Boudy, 1950).

C'est surtout à l'ouest du pays que le chêne vert est très répandu dans les régions de Tiaret, Frenda, Saida avec les grandes yeuseraies de Tlemcen.

Dans l'atlas saharien, le *Quercus ilex* se trouve en taillis clair ou dégradés avec le *Pinus halepensis* comme dans le massif d'Aflou et Djebel Amour, les monts du Ksour, et dans la région d'Ain Sefra, limite de la végétation forestière vers le sud. Dans cette zone il en général associé avec le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) (Boudy, 1950).

Sur la base des différents travaux de Boudy (1955) ; Seigue (1985) ; Ghazi et Laghouati (1997); Direction Générale des Forêts (2005). La superficie du chêne vert est récapitulée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Superficie du chêne vert

Année	1955(Boudy)	1985(Seigue)	1997 (Ghazi et Lahouati)	2005(DGF)
Superficie	679 000 ha	680 000 ha	354 000 ha	108 000 ha

Ferka Zazou, (2006)

Sur la base de ces données, la superficie de chêne vert a considérablement diminuée. Après une cinquantaine d'années, le chêne vert a subi une réduction de 571.000 hectares.

3. Caractéristiques botaniques, morphologique et physiologiques

Le chêne vert est une essence forestière de taille moyenne variant de 8 à 10 mètres, atteignant dans les conditions écologiques optimales une hauteur de 20 mètres (Dahmani, 1984).

L'appareil radical du chêne vert est constitué principalement d'un pivot à croissance rapide des racines latérales traçant et drageonnant (Seigue, 1985). Les racines sont pratiquement traitées en taillis, la forme la plus abondante est celle de taillis avec plusieurs tiges formant un parasol de 3 à 5 m de hauteur (Boudy, 1952). Les feuilles sont persistantes de forme variable selon l'âge et les sujets. Elles sont de couleur vert foncé luisantes en dessus, couvertes en dessous d'un duvet gris-blanchâtre, pétiolées (Guinier, 1947).

Les bourgeons sont courts, ovoïdes et arrondis de couleur brun-marron et velus. La floraison est monoïque, ne s'effectue que sur la première pousse de l'année précédente

pour les fleurs femelles mais peut se retrouver également sur la pousse de l'année précédente pour les fleurs mâles (Floret *et al*, 1983 in Dahmani, 1997).

La fructification s'effectue du mois de novembre au mois de décembre et se produit dès l'âge de dix à douze ans, devient appréciable) à partir de vingt cinq ans et abondante entre cinquante et cent ans (Dahmani, 1997).

Dans les peuplements de chêne vert, la régénération est assurée par semis naturel ou par rejets de souches et drageons.

Le fruit est un gland comestible de forme ovoïde mesure de 1,5 à 3 cm de long, à capsule écailleuse. La pollinisation est assurée par le vent et les insectes (Seigue, 1985). La plupart des botanistes notent que l'espèce *Quercus ilex* variété Ballota est la plus rencontrée en Algérie. Le chêne vert a une grande longévité, pouvant aller à trois siècles Pardé (1937).

4. Ecologie

Quercus ilex est une espèce à une adaptabilité et aux potentialités très élevées, est une espèce thermophile et héliophile qui présente une plus grande amplitude écologique, s'accommodant à tous les types de sol. Elle se développe surtout sur des sols calcaires où est moins concurrencé (Seigue, 1985, et Lavoit, 2004). Il est d'une vitalité rare, d'un tempérament robuste, d'une reproduction facile et indifférent à la nature du sol. Il constitue l'un des éléments essentiels des forêts nord Africaine, supportant les conditions climatiques les plus sévères (Boudy, 1950).

Le chêne vert supporte une variation de température allant de -3°C à +7°C, atteignant une valeur minimale de -7°C au Maroc. La limite inférieure extrême étant -15°C. Il résiste à des températures maximales de l'ordre de 42°C (Dahmani, 1997). Cependant, il possède une faible résistance à la neige qui provoque souvent de graves dégâts dans sa ramure (Boudy, 1950). La chênaie verte tolère une tranche de précipitation variante de 384 à 1462 mm et peut se contenter d'un minimum de 250 mm par an (Ozenda, 1982). Il tolère une légère couverture de neige protégeant les jeunes rejets des froids rigoureux. L'étage sub-humide est par excellence favorable à la croissance du chêne vert car les plus belles futaies se trouvaient sur cet étage. L'espèce est considérée typique de l'étage méditerranéen supérieur (Boudy, 1950). Le *Quercus ilex* est une espèce très plastique également vis-à-vis de l'altitude, surtout en Afrique du nord (Dahmani, 1997). Le chêne vert est une espèce de plaine et de colline sur la partie sud de la méditerranée ou on la

rencontre à des altitudes de 500 m en France et 1300 m en Espagne et jusqu'à 1500 m en Algérie et au Maroc (Boudy (1952).

5. Importance économique

Le chêne vert est l'une des trois principales espèces des milieux forestiers en Algérie. C'est aussi l'une des espèces de base dans le plan national de reboisement.

5.1. Caractéristiques technologiques et usages du bois du chêne vert

Les différentes études effectuées sur cette essence ont montré que le bois de chêne vert est un bois lourd et dur. Il offre de bonnes propriétés mécaniques dans la résistance et élevées à la compression et à la flexion. De même, il possède une bonne résistance aux agents destructeurs. Sa densité varie de 0,903 à 1,182 (Boudy, 1952).

En Afrique du nord, le bois de chêne vert a été utilisé depuis longtemps comme combustible ligneux soit sous forme de bois ou charbon, avec un pouvoir calorifique élevé (environ 4500 calories par stère).

Le bois de *Quercus ilex* est utilisé comme bois des charpentes. Ces dernières sont lourdes et durables à cause de la densité du bois et de plages de fibres à parois épaisses. Comme il est très recherché en menuiserie grâce à sa structure homogène et son aspect. L'écorce du chêne très appréciée pour l'extraction du tanin, substance très recherchée dans le secteur industrielle en raison de son excellente qualité (Jacquot, 1938).

5.2. Utilisation des feuilles

Les feuilles du chêne vert sont utilisées en médecine. Elles sont employées en usage interne contre les hémorragies, les dysenteries, les vers intestinaux et les ulcères. En usage externe, elles sont préconisées pour les dartres et les maladies de la peau (Seigue, 1985).

5.3. Importance du fruit

Les fruits du chêne sont doux est consommés souvent par l'homme. La plupart des glands sont amers et sont très appréciés par les animaux (Guinier, 1947). Les glands du *Quercus ilex* sont comestibles et même font l'objet d'un commerce non négligeable.

Sur le plan pastoral, il est important de noter que le chêne vert présente une importante valeur fourragère et peut offrir une disponibilité pastorale durant toute l'année par le biais de ses différentes strates (Dahmani, 1997).

5.4. Phytothérapie

La confiture des glands du chêne a été employée autre fois contre la débilité, la scrofule, la coqueluche et même les hémorragies. L'écorce grâce à son tanin est employée contre les hémorroïdes, les engorgements abdominaux et les plaies. Elle est aussi anti-diarrhéique (Plaisance, 1977).

6. Peuplement du chêne vert

6.1. Les types de peuplements du chêne vert

Deux grandes catégories de peuplements liées au traitement forestier sont réparties : les futaies et les taillis.

6.1.1. Futaies

En Algérie on distingue deux types de futaies. Les futaies sèches sont localisées surtout sur les monts de Hodna, les montagnes sèches de l'Aurès et sur l'Atlas Saharien. Ce sont des forêts ouvertes avec des peuplements surbaissés et relativement assez claires, le sol forestier est très pauvre et la croissance est lente. Les futaies humides se localisent dans l'atlas Tellien ; notamment dans la région de Tlemcen. Les arbres ont une très belle allure et peuvent atteindre de 18 à 20 m de hauteur et 0,5 m de diamètre en moyenne. On rencontre un bon sol forestier en général.

6.1.2. Taillis

Les plus fréquentes taillis sont dégradés et souvent en voie de disparition. Cette dégradation résulte de l'action des exploitations abusives par l'homme, des fréquents incendies et surtout le pâturage intensif.

6.2. Sylviculture

La sylviculture du chêne vert est toujours orientée vers les objectifs de production, conditionnées par les besoins de chaque période. Cette production est en perpétuelle évolution sous l'action de la pression humaine, variable d'une époque à l'autre.

La coupe dite de broussaillage des taillis, intermédiaire entre les deux précédentes c'est-à-dire le recépage des morts bois et beaucoup plus prudente, a théoriquement pour but, en favorisant la pénétration de l'air et du soleil dans le couvert et d'améliorer le rendement des écorces en tanins.

Le chêne vert est traditionnellement traité en taillis en raison de son utilisation mais il existe quelques rares et belles futaies de chêne vert. L'idée du traitement en taillis sous-futaie a toujours été présente dans l'esprit du forestier. La chênaie se présente dans la plus part des cas sous forme de taillis et de matorrals plus ou moins dégradés dont le cortège floristique tend à être homogénéisé par l'influence anthropique (Dahmani, 1997).

L'aménagement sylvo-pastoral, avec introduction d'espèces fourragères associées à une mise en défend par rotation, serait alors la meilleure façon d'utiliser les peuplements de chêne vert.

Dans une telle perspective, étant données les conditions écologiques très sévères, une limitation stricte de la charge et le contrôle régulier de ses effets sur le milieu s'imposent (Barbero et Loisel, 1980).

7. Dépérissement et dégradation du chêne vert

7.1. Symptomatologie de dépérissement du chêne vert

Un dépérissement est un processus faisant intervenir de multiples causes qui agissent en synergie. Cela se traduit pour l'arbre par une perte de vitalité et des mortalités de rameaux et de branches. C'est au niveau du houppier que se traduisent, en général, le plus rapidement des symptômes du déclin. On observe alors un éclaircissement du houppier, conséquence d'une réduction de la ramification fine et de la masse foliaire (Nageleisen, 2005).

Trois phénomènes interviennent dans la structure du houppier : le dessèchement de rameaux ou branches, la chute de rameaux verts par décurtation et la réduction de la longueur des pousses annuelles (Nageleisen, 1993). Ces dessèchements vont dans un certain nombre de cas jusqu'à la mortalité totale du houppier.

D'autres symptômes plus spécifiques peuvent apparaître. Leur nature dépendra des facteurs en cause, notamment des facteurs biotiques. Il s'agit généralement :

- **de suintements noirâtres** sur le tronc dont peuvent se rendre responsables des insectes sous-corticaux, des xylophages, des champignons (armillaire, *Phytophthora*...) ou des événements climatiques (gel) ;
- **de décollements d'écorce** liés à l'activité d'insectes sous-corticaux ;
- **de rejets de sciures blanches** qui attestent la présence d'insectes xylophages dans le bois ;
- **des pourritures des racines** dues à des champignons.

7.2. Les causes de dépérissement du chêne vert :

L'affaiblissement indéniable des peuplements forestiers du bassin méditerranéen est lié à l'action et l'interaction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques qui entraînent, directement ou indirectement, une diminution progressive de la vigueur des arbres (Ben jamâa *et al*, 2002).

7.2.1. Eléments écologiques défavorables

Parmi tous les éléments écologiques défavorables, la sécheresse reste un facteur déclenchant le plus important. Dans le cas du chêne vert, elle est même une cause de mortalité directe sur les sols à faible réserve en eau (sol sur substrat calcaire) et en exposition sud.

La conjonction défoliation-sécheresse apparaît particulièrement défavorable pour les peuplements et se révèle être potentiellement un facteur déclenchant très important pour des peuplements vieillissants sur des stations à pédoclimat estival sec (Nageleisen *et al* 1990).

A l'opposé des sécheresses, les gelées printanières tardives détruisent en général les jeunes pousses au cours de la saison végétative.

7.2.2. Les mauvaises pratiques de gestion

- Une gestion sylvicole inappropriée.
- Un écorçage mal conduit (mauvaise technique, période mal choisie, fréquence d'extraction excessive).
- Un pâturage excessif (La présence des animaux entraîne une diminution de la régénération naturelle).
- Un travail du sol inapproprié.
- Un abandon des peuplements.

7.2.3. Les attaques d'insectes

Comme tous les peuplements forestiers, le chêne vert est exposé à un nombre considérable d'espèces d'insectes. Ces ravageurs présentent des comportements les plus divers.

7.2.3.1. Les phyllophages

Les attaques de chenilles défoliatrices sont à l'origine d'importants dépérissements en forêt. Parmi ces défoliateurs qui dévorent avec voracité les feuilles des essences du genre *Quercus*. La spongieuse *Lymantria dispar* et la tordeuse verte *Tortrix viridana* inquiètent périodiquement les forestiers. De même, les espèces du groupe des *Catocala* occasionnent des dégâts cycliques sur *Quercus ilex*. Ces insectes provoquent des défoliations partielles et souvent totales des chênaies. A cela s'ajoute les compétiteurs de la spongieuse, particulièrement l'*Orgyia trigotephras* et l'*Erannis defoliaria* (Attal-Bedreddine, 1995).

Les Coléoptères du genre *Polydrosus* et des espèces de Cassides peuvent avoir des répercussions sur feuillage des chênaies en général (Chakali et Ghelem, 1996).

7.2.3.2. Les xylophages

Les insectes de l'écorce et du bois appartiennent essentiellement à l'ordre des Coléoptères et font partie des familles des *Scolytidae*, des *Cerambycidae* et des *Buprestidae*.

Les écorces des branches des chênes sont recherchées par l'Ipide monophage, *Eccoptogaster intricatus* Ratz vivant exclusivement aux dépend des essences feuillues (Balachowsky, 1949). Parmi les espèces qui s'attaque au bois *Xyleborus monographus* Fabr., *Platypus cylindrus* et le grand capricorne *Cerambyx cerdo* qui est le xylophage par excellence des chênes en général (Jacquiot, 1938).

Les xylophages perturbent largement la physiologie des arbres atteints et entraînent des dégâts technologiques importants. Les bois fraîchement abattus sont aussi particulièrement attractifs pour les insectes xylophages (Joly, 1975).

7.2.3.3. Les gallicoles

Les galles ou les cécidies sont des formations anormales du végétal qui sont liées à la présence d'un ravageur insecte ou acarien. Prés de 50% des galles connus dans l'hémisphère nord se rencontrent chez les espèces du genre *Quercus*. Tous les organes peuvent être atteints, les fleurs, les glands, les racines, les bourgeons et les feuilles. Les groupes d'insectes qui sont les plus responsables de la formation de ces galles appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et font partie de la famille des Cynipidae (Ben Mechri, 1994). On compte plus de 200 types de galles sur les espèces du genre *Quercus* (Dajoz, 1980).

7.2.4. Les attaques de champignons

Quelques champignons pourraient cependant apparaître comme des facteurs émergents. Le *Phytophthora cinnamomi* est un champignon racinaire cantonné essentiellement dans le Sud.

7.2.5. Les maladies cryptogamiques et parasitaires

Les maladies sont en majeure partie la cause des pertes en valeur et en productivité de nos ressources forestières. La pathologie forestière des feuilles est la plus répondeuse sur les espèces du genre *Quercus* (Lanier *et al.*, 1976).

D'une manière générale les maladies sont souvent d'origines fongiques localisées sur les différentes parties de l'arbre.

Les principales maladies connues se résument ainsi :

- **Les pourridies** : sont localisées au niveau des racines des chênes. L'agent responsable est *Armillaria mellea* (Jacquot, 1938).
- **Oïdium du chêne** : l'agent responsable est *Microsphaera quercina* qui se développe sur les jeunes pousses de l'année.
- **Les cloques foliaires** : l'agent causal de la maladie est *Taphrina coerulescens*.
- **La rouille** : Attal Bedreddine (1995), note que l'espèce responsable est *Uredo quercus*
- **Les pourritures du bois** : On distingue deux pourritures. La pourriture rouge qui se forme au niveau de la cellulose et se distingue par une masse rougeâtre. La pourriture blanche qui se reconnaît par une masse blanchâtre et molle.
- **La cuxute** : parmi les végétaux nuisibles qui s'attaquent aux jeunes taillis du chêne vert, *Cuxuta monogna* qui a envahi d'importantes yeuseraies au Maroc (Boudy, 1950).

7.2.6. Les incendies de forêt

Le chêne vert est moins sensible à l'action du feu que le chêne liège et le pin d'Alep, car son sous-bois est moins développé. Les dégâts sont généralement peu importants dans les futaies et les vieux taillis, malgré que le feu entraîne un retard de 5 à 6 ans dans la croissance du peuplement (Boudy, 1950; 1952).

Dans les jeunes taillis de 10 à 15 années composés de cépées très touffues et dont le substratum est souvent recouvert d'un tapis épais de feuilles sèches, le feu cause de

sérieux dommages. Les souches ne sont pas tuées et rejettent en drageonnant. Le dommage est généralement repéré assez vite par l'ensemencement massif qui suit toujours l'incendie ou en aménagent les tranchées par feu et les enclaves qui arrivent toujours à freiner la propagation du feu (Bendaikha, 1964).

DEUXIEME PARTIE

Matériels et méthodes

1. Présentation de site d'étude, M'Zarir

Le choix de la station d'étude n'est pas aléatoire. Plusieurs sorties ont été effectuées au préalable dans diverses stations du massif forestier du Parc National de Djurdjura afin de localiser des foyers d'infestation de la spongieuse, *Lymantria dispar* dans le but de conduire nos investigations sur divers aspects comportementaux de l'insecte.

La yeuseraie du M'Zarir est localisée dans la forêt domaniale de Oued Sahel qui couvre une superficie de 60 hectares. La station retenue se localise dans le secteur de Tala Rana de la commune de Saharidj, située à 47km à l'est de la ville de Bouira. Elle s'étend sur une superficie de 6 hectares reposant sur une inclinaison dépassant les 20%. Ce peuplement de chêne vert se localise à une altitude comprise entre 1104 et 1218 mètres et une exposition Sud-Ouest (Fig. 15).

Les principales espèces végétales associées au chêne vert dans la station d'étude sont : *Juniperus oxycedrus*, *Sparcium jeunceum*, *Anacyclus clavatus*, *Rubus ulmifilius*, *Rosa sempervirens*, *Calycotom spinosa*, *Daphne gnidium*, *Ampelodesma mauritunicum* et *Ulmus* sp.



Figure 15. Vues générales de la yeuseraie de M'zarir

2. Méthodologie adoptée au terrain

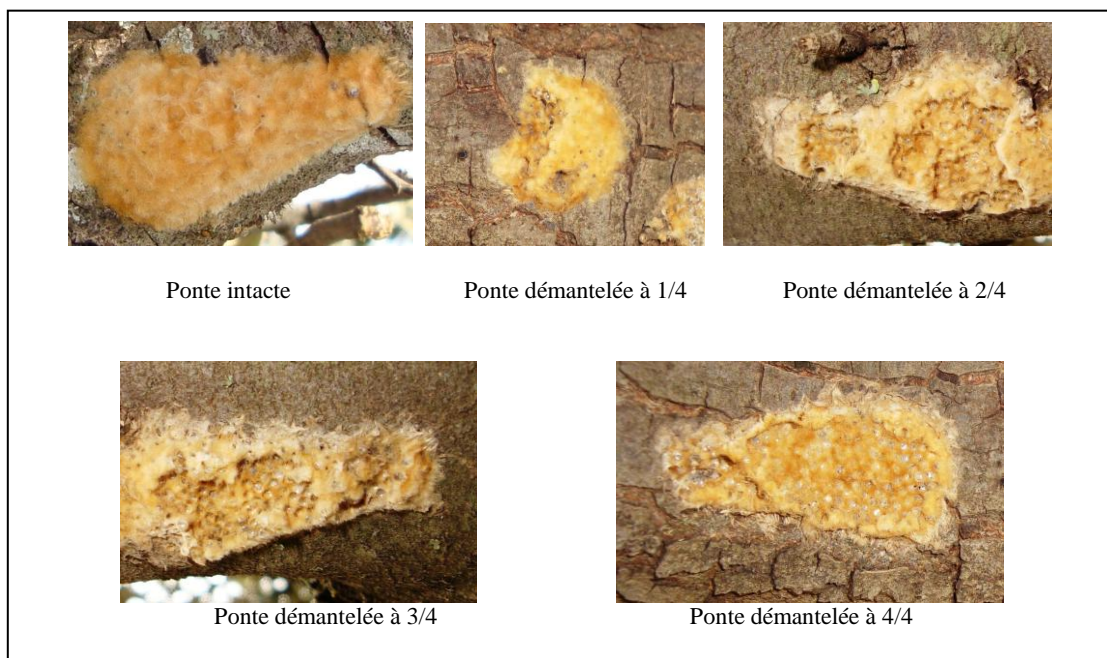
2.1. Quantification des pontes

A la fin du mois de juillet de l'année 2009, nous avons procédé à un comptage des pontes en yeuseraie de M'Zarir afin de tirer des renseignements sur leur importance et leur répartition dans ce biotope naturel. Le dénombrement des pontes à concerner 30 arbres de *Quercus ilex* choisis selon le dispositif en croix qui à fait l'objet de plusieurs études notamment par Luciano *et* Prota (1985) en Sardaigne, et par Fraval *et al* (1988) et Villemant (1993) au Maroc. Ce dispositif est situé au milieu de la parcelle d'étude afin d'éviter les effets de lisière. Les pontes sont comptabilisées par dénombrement direct sur la totalité de l'arbre en explorant le tronc et ses anfractuosités. Le dénombrement est réalisé parallèlement par deux personnes

afin de quantifier au mieux les pontes souvent difficiles à détecter. En majorité les femelles effectuent leurs pontes sur les parties inférieures des branches pour assurer au mieux leur protection.

2.2. Estimation des démantèlements

Le taux de démantèlement estime la part des œufs d'une ponte manquante de fait de l'action des prédateurs-démanteleurs ou sous l'action d'autres facteurs accidentels (Bétail qui frotte contre les troncs, action mécanique de branches voisines ou action de l'homme (Villemant, 1993). Il est évalué par l'observateur sur une échelle de 5 valeurs (0, 1/4, 2/4, 3/4, 4/4) à partir des estimations de la surface manquante (Fig.16).



(Originales, 2009)

Figure 16. Catégories des pontes de *Lymantria dispar* observées sur terrain

2.3. Préparation du matériel biologique

2.3.1. Récolte des pontes

La récolte des pontes a été effectuée à la fin du mois de juillet 2009, après avoir effectué le dénombrement. Il est à souligner que les pontes considérées sont ceux de la génération de l'année 2009. Une vingtaine de branches de chêne vert contenant des pontes sont prélevées pour récolter individuellement des pontes intactes. Les échantillons choisis sont conservés dans des boîtes en carton pour un transport adéquat et garder les pontes intactes. Les pontes

démantelées ne sont pas pris en considération. Dans un premier volet, à l'aide d'un pied à coulisse, nous procédons aux mesures des longueurs et des largeurs des pontes. Le matériel biologique ainsi examiné et conservé séparément dans des boîtes de Pétri de 8cm de diamètre. Les différentes pontes préparées sont numérotées et munies de leur caractéristiques et sont conservées séparément dans des boîtes d'élevage pour un examen et un dénombrement des œufs en laboratoire.

2.3.2. Récolte des chenilles et des nymphes

Des lots de chenilles âgées sur feuilles, sur troncs d'arbres, sur couronnes des arbres, ont été récoltés à la première et la deuxième semaine du mois de juin 2009. Le matériel biologique récolté est conservé dans des boîtes d'élevage de dimensions 28cmX 18cmX 12cm aérées en matières plastiques pour terminer leur développement larvaire. L'alimentation des chenilles est assurée par des brindilles de chêne vert tendre récoltées en yeuseraie. Un contrôle quotidien est effectué pour noter le début du stade nymphal. Le matériel ainsi préparé est contrôlé jusqu'à l'émergence du papillon dans le but de déterminer la durée du stade nymphal. Au cours de la dernière décade du mois de juin, deux récoltes périodiques des chrysalides ont été conduites en yeuseraie et mis en élevage pour établir la courbe de l'émergence des papillons de la spongieuse. Chaque nymphe récoltée est conservée dans un flacon en plastique de dimension 6,5 cm x 4 cm et dont la face supérieure est couverte avec du tulle à mailles très fines permettant une aération et un contrôle facile des émergences d'adultes ou des parasites (Fig17).



(Originales, 2009)

Figure 17. Nymphes conservées individuellement

2.4. Suivi des phases chronologiques de développement

Du mois d'avril de l'année 2009 au mois de mai de l'année 2010, un suivi régulier a été mené dans la station retenue pour déterminer les dates des différentes écophases de cycle biologique de l'insecte dans son biotope naturel.

3. Méthodologie adoptée au laboratoire

3.1. Biométrie des pontes et dénombrement des œufs

Un effectif de 70 pontes intactes a été pris en considération à partir des pontes récoltées au terrain, soit 2 à 3 pontes par arbre selon la disponibilité du matériel biologique.

3.1.1. Mensurations des pontes

Des mesures des longueurs et des largeurs maximales ont été notées pour chaque échantillon de pontes choisi afin de calculer les surfaces théoriques assimilées à des rectangles (Fig.18). Les surfaces réelles des pontes du bombyx disparate au cours de l'année 2009 sont calculées à partir de l'équation modèle proposée par Bellabas (2010) ; $S_r = (0,258 \times S_t) + 0,346$

Pour le calcul du volume des échantillons, nous notons les épaisseurs aux deux extrémités et au milieu de la ponte, soit au total trois mesures par ponte afin de tirer des moyennes plus fiables. Chaque ponte mesurée est conservée dans une boîte de Pétri de 8cm de diamètre et de 0,8 cm de hauteur pour le dénombrement des œufs. La technique de préparation des pontes et celle adoptée par Herard *et* Fraval (1980). Elle consiste à dépouiler les œufs en les frottant avec un pinceau fin dans un entonnoir pourvu d'un filtre qui retient les œufs et laisse passer les poils. La maille du tamis est de l'ordre de 0,8 mm retenant même les œufs fragmentés.



(Originales, 2009)

Figure 18. Mensuration des pontes de *Lymantria dispar*

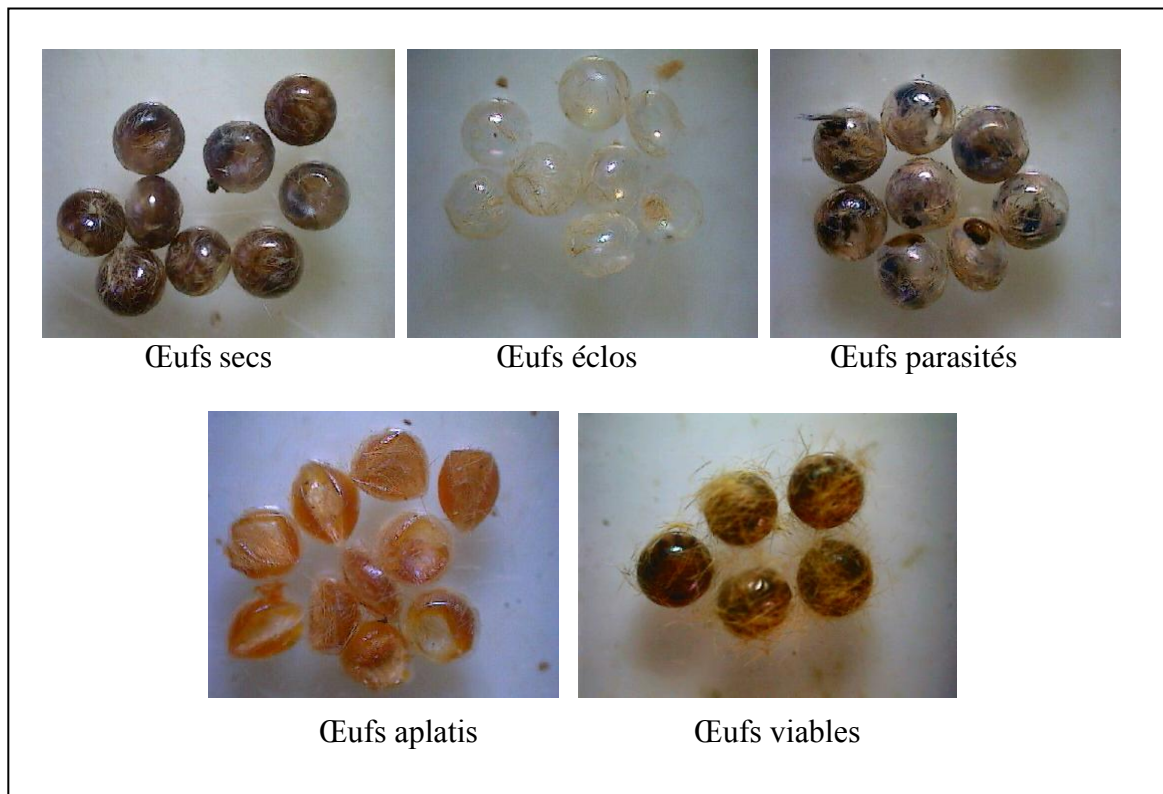
3.1.2. Dénombrement des œufs

Le dénombrement des œufs est réalisé séparément pour chaque ponte sous une loupe binoculaire pour distinguer les différents types d'œufs (viables, aplatis, cassés, parasités et secs). Pour les œufs éclos, un comptage quotidien de chenilles à l'émergence a été réalisé pour suivre les éclosions au cours du temps. Parallèlement, la température journalière est notée pour tirer la relation qui existe entre les deux paramètres.

Les différentes catégories d'œufs se différencient par leur forme. Les œufs non viables peuvent être séparés des œufs viables par un tri à vue, sous la loupe binoculaire. Les catégories d'œufs distinguées selon Fraval *et al.*, (1989) et Villemant (1993) sont les suivantes :

- Les œufs viables correspondant aux œufs éclos. Ces œufs apparaissent pleins et turgescents. Ils sont de couleur rose-orangé lors du dépôt de la ponte, deviennent brun noir une fois le développement embryonnaire achevé.
- Les œufs aplatis sont des œufs non fécondés ou dont l'embryon est mort. Ils ont une forme aplatie.
- Les œufs secs sont d'un brun-noir opaque et contiennent une jeune chenille desséchée. Ils sont souvent légèrement aplatis.
- Les œufs cassés sont des fragments de chorion correspondant à des morceaux d'œufs parasités ou dévorés par des prédateurs.
- Les œufs parasités par *Ooencyrtus kuvanae*, ont un chorion très transparent, se distinguent par le trou de sortie circulaire de l'adulte qui est bien visible. Les œufs dans lesquels le parasite n'a pas achevé son développement sont difficiles à distinguer, dans ce dernier cas ils sont presque noirs.

La figure 19 représente les différentes catégories des œufs présentes dans les pontes de *Lymantria disp*



(Originales, 2010)

Figure 19. Les différentes catégories des œufs de *Lymantria dispar* récoltées dans la yeuseraie de M'Zarir

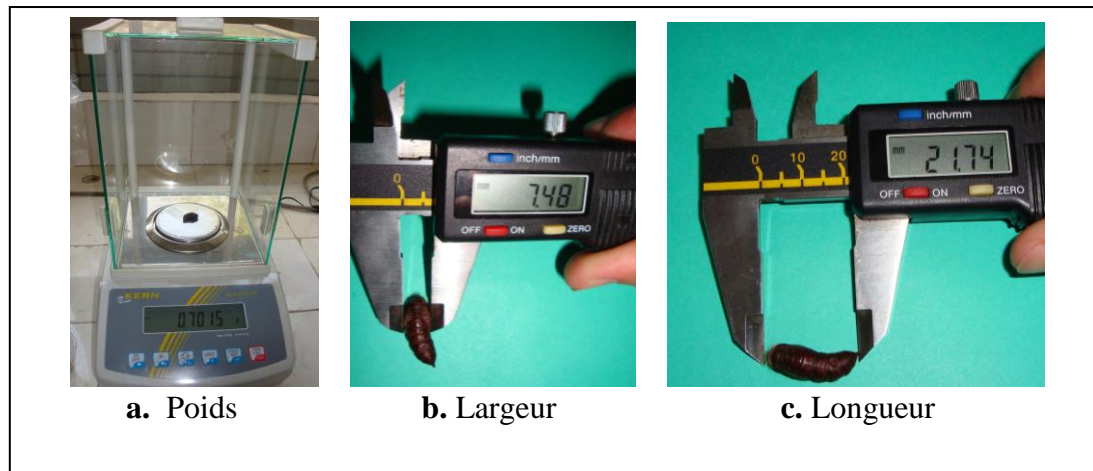
3.2. Recherche des démantelers des pontes

Les pontes prélevées dans la station retenue ont été contrôlées et examinées minutieusement sous la loupe binoculaire afin d'en récolter la faune associée au Bombyx disparate. Après avoir examiné les échantillons récoltés, les pontes comportant des larves de prédateurs sont mises en élevage au laboratoire afin qu'elles terminent leur développement.

3.3. Mesures et pesée des chrysalides

Au laboratoire, les chenilles âgées sont mises séparément pour qu'elles évoluent au stade nymphal. Les chrysalides ainsi préparées sont pesées individuellement à l'aide d'une balance électronique. La longueur et la largeur maximale de chaque échantillon sont notées à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Fig.20). Les échantillons sont numérotés, triés par sexe et classés par lot. Chaque nymphe est conservée dans un flacon en plastique transparent de dimension 6,5 cm x 4cm recouvert par un tissu à maille fine pour assurer une aération suffisante et un contrôle facile. Le travail a été effectué séparément pour les quatre lots

récoltés à différentes dates. Le matériel biologique ainsi préparé est contrôlé quotidiennement pour suivre les émergences des adultes mâles et femelles de *Lymantria dispar* et de leurs parasites respectifs. Les températures sont notées au cours du temps.



(Originales, 2009)

Figure 20. Pesée et mensuration des chrysalides

3.4. Contrôles des émergences des papillons et des parasites

Les émergences des adultes et des parasites sont notés quotidiennement pour suivre les fluctuations des vols au cours du temps. A l'émergence les envergures et les longueurs des papillons mâles et femelles du bombyx sont mesurées individuellement. Les parasites qui émergent des nymphes sont récoltés et identifiées. Les principaux parasites ont subi des tests de longévité à l'échelle expérimentale.

3.5. Longévité et mensuration des adultes

A l'émergence, les papillons sont isolés et contrôlés quotidiennement jusqu'à leur mortalité pour le test de longévité. Dans le second volet, les envergures et les longueurs des adultes mâles et femelles sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Fig. 21).



(Originales, 2009)

Figure 21. Mensurations des adultes de *Lymantria dispar*

3.6. Elevage des parasites du stade nymphal

Les parasites éclos des chrysalides mis en observation sont isolés en présence de gouttelettes de miel sur des languettes en papier dans des gobelets transparent de 6,5 cm x 4cm recouvert par un tissu à maille. L'alimentation en miel est renouvelée en moyenne tous les deux jours afin de leur assurer une longévité maximale. La durée de vie de chaque individu est notée à la mortalité.

4. Méthodes d'analyse

4.1. Analyse descriptive

Les analyses statistiques descriptives ont pour but d'exposer les données observées sous forme telle qu'on puisse facilement en prendre connaissance. Ces analyses simples sont suffisantes pour exploiter les données biométriques sur diverses populations considérées par une analyse fréquentielle, une régression simple et une analyse de la variance. Dans ce volet d'analyse statistique à l'aide du logiciel Excel 2007, plusieurs calculs sont effectués : les moyennes, les écart-types et le coefficient de variation.

1. Régression simple

L'analyse des régressions linéaires permet de décrire les relations entre la variable dépendante et les variables indépendantes ou explicatives pris en considération. Le coefficient de détermination R^2 , représente la mesure de la proportion de la variable explicative par la variable à expliquer. Elle évalue le degré de groupement entre les deux variables et permet aussi de juger la qualité de l'ajustement des points par la droite de régression. Par le biais du logiciel Excel 2007, les probabilités sont calculés pour chaque cas afin d'évaluer l'importance de la signification.

2. Le test Anova

L'analyse de la variance est une méthode consiste à tester l'égalité des moyennes de plusieurs populations en analysant leur variances. Ce type d'outil exécute une extension de l'analyse de variance par un seul facteur afin d'inclure plusieurs échantillons pour chaque groupe de données. Les tests anova ont été exécutés à l'aide du logiciel Statistica 6.2.

3. Analyse croisée

Le type de tracé proposé place une boîte de 50% de variation autour du point central, représentant la médiane ainsi que des étendues de variation de 50% en haut et en bas de la boîte. Dans les tracés des boîtes proposées dans l'analyse croisée, les étendues des valeurs d'une variable sélectionnées sont tracées séparément. La médiane permet de minimiser l'effet des valeurs extrêmes (Chakali, 2006).

4. Classification hiérarchique

La classification hiérarchique permet la distinction et la hiérarchisation des principales variables considérées. Le regroupement successif de ces variables conduit à un dendrogramme de type dichotomique dont la réunion reconstitue l'ensemble de départ (Chakali, 2006). Ce test a été réalisé par le logiciel Statistica 6.2.

TROISIEME PARTIE

Résultats et discussions

1. Chronologie de développement de la spongieuse dans la yeuseraie de M'Zarir

Les divers états biologiques du *Bombyx disparate* au cours du temps obtenus à partir des observations périodiques effectuées au terrain au cours des années 2009 et 2010 sont synthétisés dans le tableau 5.

Tableau 5. Comportement biologique de *Lymantria dispar* en yeuseraie de M'Zarir

Stades	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec
Adulte												
Œuf												
Larve												
Nymphe												

Œufs en hibernation
 Chenilles sur feuilles
 Chrysalides sur les feuilles
 Adultes (Papillons)

Le *Bombyx disparate* présente une seule génération par an, les premières éclosions des jeunes chenilles en yeuseraie ont eu lieu le 16 avril 2009, le développement larvaire s'est échelonné jusqu'au 06 juin début de la formation des chrysalides. L'émergence et le dépôt de la première ponte ont été observés le 26 juin. En l'année 2010, l'éclosion des chenilles a été observée le 06 avril au terrain, soit en avance de 10 jours par rapport à l'année précédente. En comparaison avec les travaux effectués par Mecellem (2009) à Chréa, la formation des chrysalides a débuté le 25 juin et le papillon a été observé le 6 juillet. Ce comportement biologique reste sous la dépendance des variables environnementales et de la phase de la gradation de l'insecte.

2. Dénombrement des pontes en yeuseraie

2.1. Analyse descriptive des pontes quantifiées

Les résultats des pontes quantifiées sur les 30 arbres en yeuseraie de M’Zarir sont regroupés dans le tableau 6.

Tableau 6. Analyse descriptive des pontes quantifiées en yeuseraie de M’Zarir (2009)

Effectifs des arbres échantillonnés	Nombre total de pontes dénombrées	Nombre moyen de ponte par arbre	Ecart-type	Valeurs extrêmes
30	108	3,6	2,4	1 – 8

Le dénombrement des pontes effectué sur 30 arbres de chêne vert a mis en évidence une moyenne de 3,6 avec un écart-type de 2,4 qui est relativement élevé par rapport à la moyenne. Les valeurs extrêmes recueillies restent variables entre les arbres. On comparaison entre les moyennes calculés avec celle trouvé en l’année 2008 par Belabbas (2010) dans la même région, la moyenne des pontes calculée est de $50,6 \pm 37,75$. Ce résultat caractérise le passage de la phase de culmination vers la phase de rétrogradation.

2.2. Analyse fréquentielle des pontes dénombrées

Les résultats de l’analyse fréquentielle des pontes dénombrées dans la station du chêne vert sont présentés dans la figure 21.

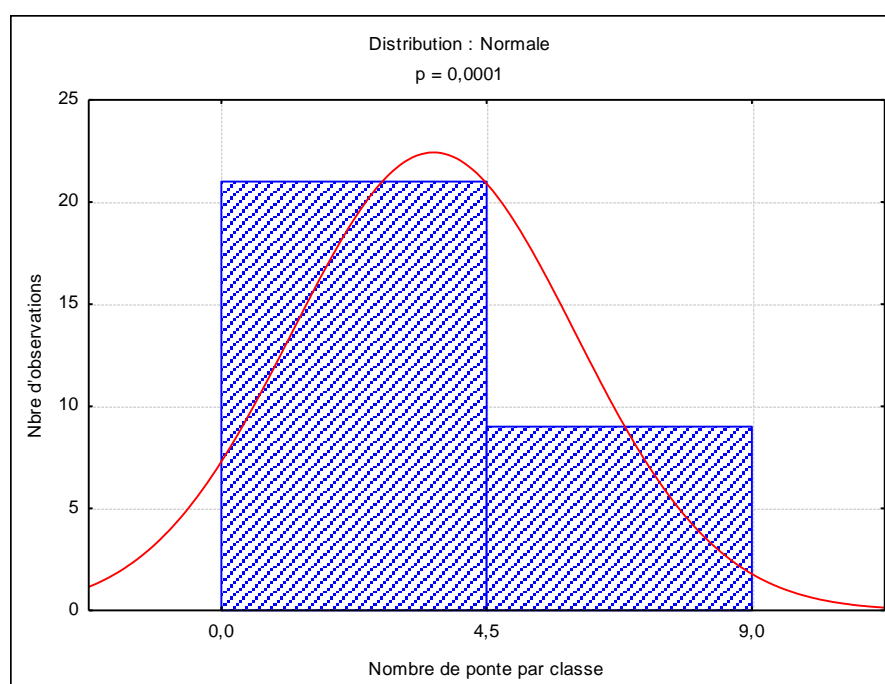


Figure 21. Distribution des pontes en phase de rétrogradation sur chêne vert à M’Zarir.

L'analyse fréquentielle des pontes quantifiées au yeuseraie montre que les nombres des pontes se répartissent significativement en deux classes ; 0 à 4,5 et de 4,5 à 9 pontes, avec respectivement 70 % et 30% par rapport au nombre total de la population ($p=0,0001$).

3. Biométrie des pontes

3.1. Analyse descriptive des mensurations des pontes

Les résultats des mensurations des pontes en provenance de la yeuseraie de M'Zarir sont regroupés dans le tableau 7.

Tableau 7. Analyse descriptive des mensurations pontes en provenance de la yeuseraie de M'Zarir

Variables	Longueurs (cm)	Largeurs (cm)	Ep1 (cm)	Ep2 (cm)	Ep3 (cm)	Ep Moy (cm)
Moyenne	2,66	1,78	0,34	0,48	0,32	0,38
Ecart-type	0,62	0,38	0,11	0,09	0,09	0,07
Valeurs extrêmes	1,46 - 4,17	0,94 - 2,84	0,18 - 0,67	0,33 - 0,79	0,11 - 0,65	0,27 - 0,59

Les mensurations relevées en yeuseraie de M'Zarir donnent des longueurs des pontes variant entre 1,46 et 4,17cm avec une moyenne de 2,66 cm et un écart-type de 0,61. La largeur des pontes varie entre 0,94 et 2,84 cm avec une moyenne de 1,78 cm et un écart-type de 0,38. L'épaisseur des pontes est réduite mesurant de 0,27 à 0,59 cm avec une moyenne de 0,38 cm et écart- type de 0,07. En 2008 les mensurations en longueur étaient de 2,33 à 5,17 cm avec une moyenne de 3,61cm et un écart-type de 0,65. La largeur des pontes varie entre 1 et 2,09 cm avec une moyenne de 1,5 cm et un écart-type de 0,25. Les épaisseurs des pontes notées sont de 0,23 et 0,47cm avec une moyenne de 0,32 cm et un écart-type de 0,05 (Belabbas, 2010). Une réduction des tailles des pontes est notée au cours de temps.

Les mesures conduites par Khouss (1993) dans le Parc National de Djurdjura, ont données des moyennes plus réduites, soit 1,5 cm en 1987, 2,5 cm en 1988 et 3,6 cm en 1989. La variation de la taille des pontes est en fonction de la phase de l'état de la gradation. Villemant (2006) note que, à la phase de progradation les pontes se caractérisent par une plus grande taille (>30mm). Dans la phase de rétrogradation les pontes sont de tailles inférieures à 25 mm. Ceci confirme nos résultats sur la phase de rétrogradation.

3.2. Analyse descriptive des surfaces et des volumes des pontes

Les résultats biométriques des surfaces et des volumes des pontes récoltées dans de la yeuseraie du Parc National de Djurdjura (M'Zarir) sont regroupés dans le tableau 8.

Tableau 8. Analyse descriptive des surfaces et des volumes de pontes

Années	Surface réelle (cm ²)		Volume (cm ³)	
	2008	2009	2008	2009
Effectifs	61	70	61	70
Moyenne	1,76	1,58	0,64	0,60
Minimum	1,17	0,76	0,3	0,24
Maximum	2,88	2,99	1,2	1,48
Ecart-type	0,41	0,43	0,19	0,20

Le calcul des surfaces des pontes du bombyx disparate dans la yeuseraie de M'Zarir en l'année 2009 a donné une moyenne de 1,76 cm² avec un écart-type de 0,43. Le volume des pontes comprises entre 0,24 et 1,48cm³ avec une moyenne de 0,60 cm² et un écart-type de 0,20. Dans la même yeuseraie, les mesures établies par Belabbas (2010) en l'année 2008, ont donné des surfaces de pontes variant de 1,17 à 2,88 cm² avec une moyenne de 1,76 cm² et un écart-type de 0,41. Le volume des pontes se situe entre 0,30 et 1,20 cm³ avec une valeur moyenne de 0,64 cm³ et un écart-type de 0,19. La taille des pontes varie d'une année à l'autre et d'une région à une autre selon la phase de gradation de *Lymantria dispar*.

Pour arriver à des meilleures informations biologiques, nous nous proposons d'effectuer des analyses fréquentielle des surfaces et des volumes des pontes.

3.3. Analyse fréquentielle des surfaces des pontes

La figure 22 représente la distribution des classes des surfaces des pontes examinées.

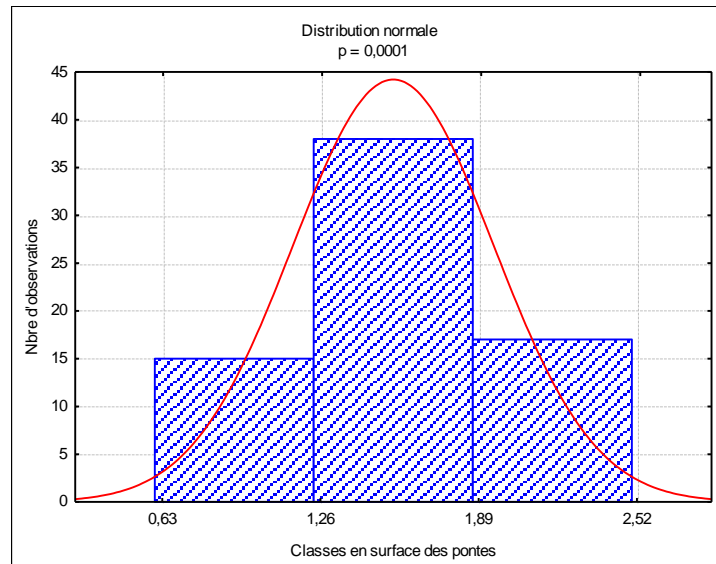


Figure 22. Répartition des pontes en classes de surfaces

Les pontes examinées en 2009 révèlent trois principales classes de surfaces avec une très grande signification ($p=0,0001$). La classe des pontes comprise entre 0,63 et 1,26 cm² présente 15 cas soit 21,43%. Le plus grand nombre d'observations, soit un pourcentage de 52,85% appartient à la classe des surfaces comprises entre 1,26 et 1,89 cm². Les surfaces des pontes de la troisième classe, comprises entre 1,89 et 2,52 cm² représentent 17 cas, soit 24,28%.

3.4. Analyse fréquentielle des volumes des pontes

Les distributions des classes des volumes de pontes sont présentées dans la figure 23.

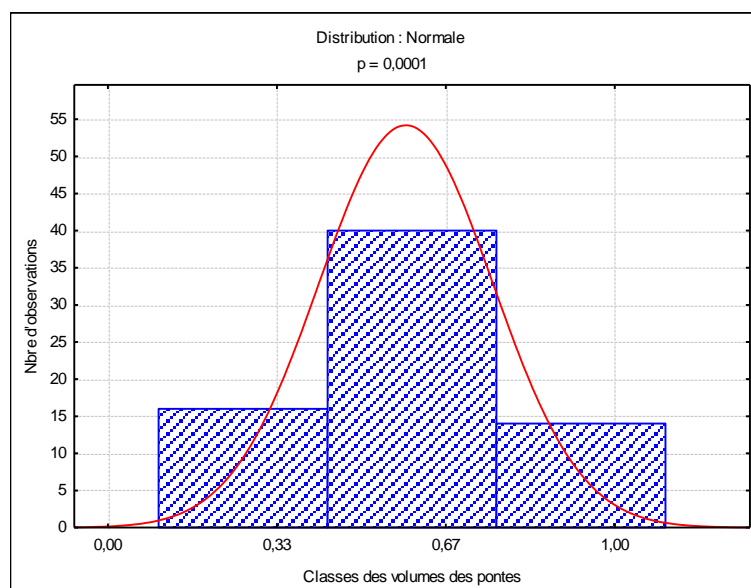


Figure 23. Répartition des pontes en classes de volumes

La figure 22 met en évidence trois catégories de volumes des pontes. Les pontes ayant un volume compris entre 0,45 et 0,73 représentent 40 cas, soit 57,14%. Les effectifs des pontes des deux autres catégories sont de l'ordre de 15%.

3.5. Relation entre les surfaces réelles et les volumes des pontes sur chêne vert

La figure 24 représente la relation entre la surface et le volume des pontes de *Lymantria dispar* en provenance de la yeuseraie de M'Zarir.

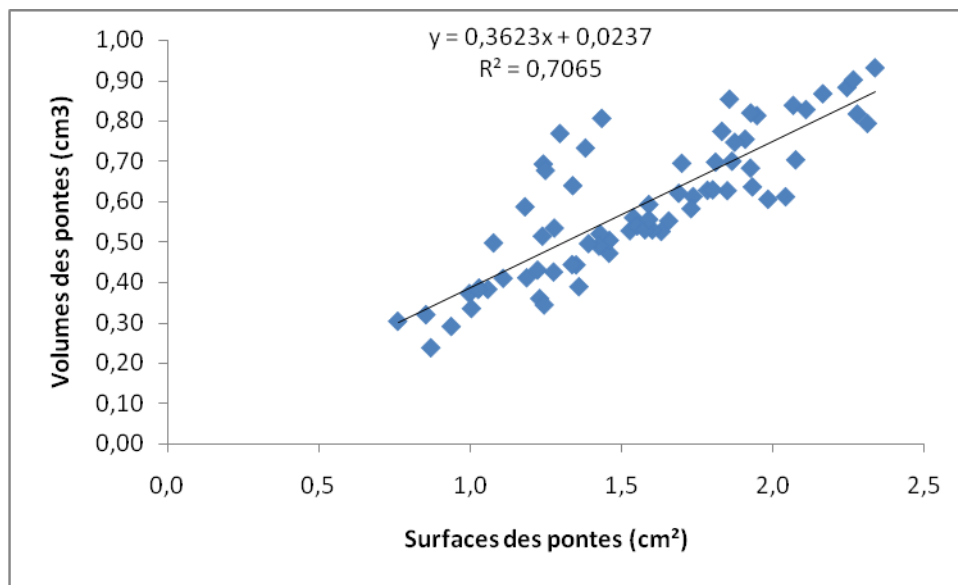


Figure 24. Relation entre les surfaces et les volumes des pontes mesurées

La droite de régression met en évidence une relation très hautement significative entre les deux paramètres ($p=0,0001$). Les deux variables considérées montrent une grande association entre elles.

3.6. Relation entre les surfaces réelles des pontes et le nombre des œufs par ponte sur chêne vert

La droite de régression du nombre des œufs en relation avec les surfaces des pontes sur chêne vert en 2009 sont représentées dans la figure 25.

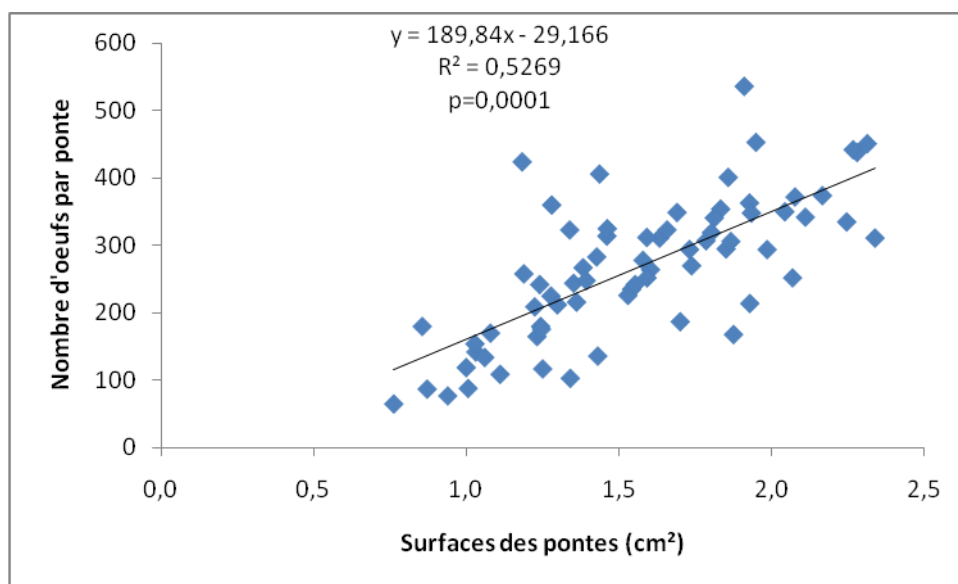


Figure 25. Relation entre la surface et l'effectif total des œufs sur le chêne vert

Les données de la figure 25, portant sur la relation entre la surface de pontes et des effectifs des œufs, montrent une différence très hautement significative ($p=0,0001$).

4. Dénombrements des œufs

4.1. Effectifs des œufs en provenance de la yeuseraie de M'Zarir

Les résultats de la quantification des œufs sont regroupés dans le tableau 9.

Tableau 9. Analyse descriptive des effectifs des œufs de *Lymantria dispar* examinés en l'année 2010

Effectif de pontes examinées	70
Effectif total d'œufs	18667
Nombre moyen d'œufs par ponte	267
Ecart-type	104,38
Valeurs extrêmes	65 – 536

Le dénombrement des œufs effectué sur 70 pontes récoltées en 2009 a mis en évidence une moyenne de 267 œufs par ponte avec un écart-type de 104. En l'année 2008 dans la même station d'étude, Belabbas (2010) note une moyenne de 288 œufs par ponte avec un écart-type de 100. Ces résultats caractérisent le début de la phase de rétrogradation des populations de *Lymantria dispar* dans son milieu naturel. Des différences du nombre d'œufs sont notées, cela peut être expliqué par les surfaces disponibles à la femelle pour l'émission de ces œufs.

4.2. Analyse fréquentielle des effectifs des œufs du Bombyx disparate

Les données de la figure 26 mettent en évidence la répartition des effectifs des œufs en classes.

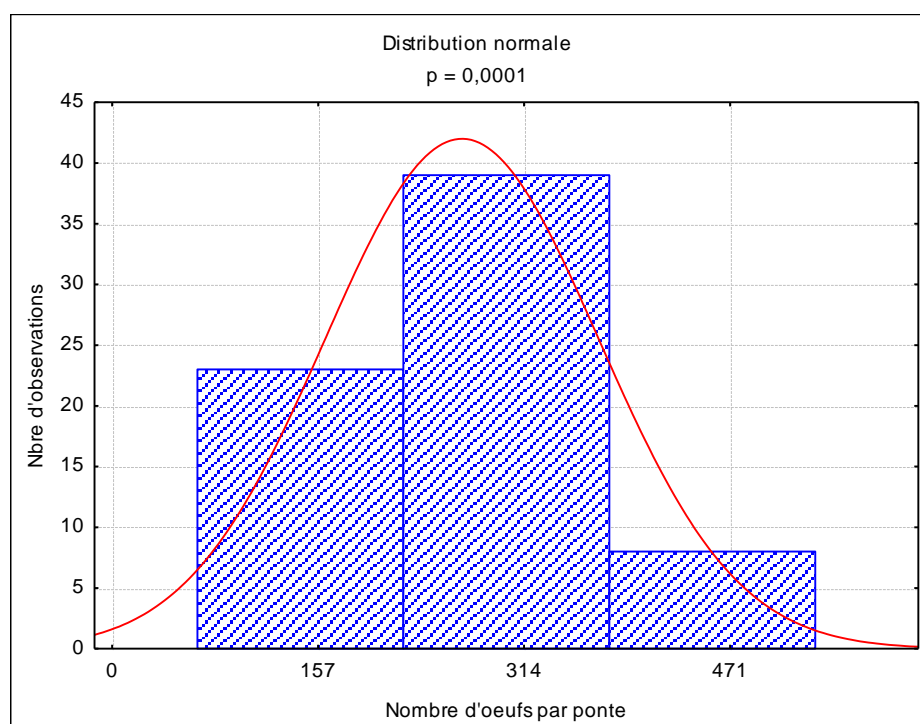


Figure 26. Répartition des effectifs d'œufs quantifiés en 2010

Trois catégories de classes, avec une probabilité très hautement significative ($p=0,0001$) sont mises en évidence. La première, regroupe un nombre compris entre 0 à 200 œufs, avec 23 cas observés. La seconde classe rassemble 39 cas observés, dont les effectifs varient de 200 et 350 œufs. La dernière classe, regroupant les effectifs allant de 350 et 540 œufs par ponte, se limite à 7 observations. Ces données sont en parfaite concordance avec ceux établies par Mecellem, (2009) et Belabbas (2010) qui notent trois classes. Le nombre des œufs reste sous la dépendance de l'état de la gradation.

4.3. Taux des différentes catégories d'œufs

Les résultats des comptages des différents types d'œufs sont reportés dans le tableau 10.

Tableau 10. Comparaison des différentes catégories d'œufs (2010)

Catégories d'œufs	Eclos	Cassés	Aplatis	Secs	Parasités
Effectifs	3863	37	203	4077	10487
Pourcentages	20,69	0,20	1,09	21,84	56,18

Le nombre total des œufs viables dénombrés présentent un effectif de 3863 œufs soit un faible taux de 20,69%, contrairement aux œufs non viables qui témoignent un pourcentage de 79,31%. L'effectif des œufs cassés comptés est très faible soit un pourcentage 0,2% qui est presque nul et celui des œufs aplatis est de 1,09%, ils ne dépassent pas 1%. Les taux calculés pour les catégories des œufs secs et parasités sont respectivement de 21,84% et de 56,18%. Le nombre d'œufs parasités, essentiellement par *Ooencyrtus kwanae* (Fig.27) est très élevé. L'importance des parasites embryonnaires confirment la phase de rétrogradation de l'insecte. En comparaison avec les études effectuées dans la yeuseraie de Tala Rana en l'année 2008, Belabbas (2010) note un taux de parasitisme de pontes de 27,47%. Villemant (2003) note que l'action des antagonistes augmente d'une année à une autre avec l'évolution de l'infestation et joue un rôle décisif dans la phase de rétrogradation.

**Figure 27.** *Ooencyrtus kwanae* parasite embryonnaire de *Lymantria dispar*

4.4. Comparaison des moyennes des catégories d'œufs

Une analyse statistique complémentaire, comparaison des moyennes à un standard a été conduite dans le but de tirer plus de renseignements sur les différentes catégories d'œufs. Les résultats de l'analyse globale de la variance reportés dans le tableau 13.

Tableau 11. Comparaison des moyennes des différentes catégories d'œufs à un standard

Variables	Moyenne	Ecart-Type	N	Erreur-T	Valeur t	Dl	p
Œufs cassés	0,5286	1,2822	70	0,15326	3,44896	69	0,0009
Œufs éclos	55,1857	82,5349	70	9,86481	5,5942	69	0,0001
Œufs aplatis	2,9	4,6537	70	0,56622	5,21378	69	0,0001
Œufs secs	58,2429	61,5984	70	7,36241	7,91084	69	0,0001
Œufs parasités	149,8143	116,2703	70	13,89696	10,78036	69	0,0001
Effectif total des œufs	266,6714	104,3846	70	12,47637	21,37417	69	0,0001

La comparaison des moyennes des différentes catégories d'œufs de chaque ponte en provenance de la yeuseraie de M'Zarir, montrent des différences très hautement significatives dans tout les cas ($p=0,0001$). Ces résultats expliquent la grande variabilité entre les nombres d'œufs quantifiés pour chaque ponte.

5. Importance des démantèlements des pontes

L'estimation des taux des démantèlements a été conduite à la fin de l'hiver. Les résultats des démantèlements des pontes de *Lymantria dispar* par classe sont consignés dans le tableau 12.

Tableau 12. Taux de démantèlement des pontes

Classes Variables	Pontes intactes	0 -25%	25 -50%	50 -75%	75- 100%	Total
Effectifs	37	44	48	63	92	284
Pourcentage	13,03	15,49	16,90	22,18	32,39	100

Sur 284 pontes, 37 seulement sont complètes, soit 13% de l'effectif total. Pour les quatre classes considérées, les taux de démantèlements varient de 15,49 à 32,39%, respectivement pour la première et la dernière classe. Dans la même station, Belabbas (2010) a mentionné que les pontes intactes et les pontes totalement démantelées sont les plus représentées en l'année 2008. Mecellem (2009) a noté qu'en yeuseraie de Chréa, les pontes intactes représentent la classe renfermant le nombre le plus élevé, soit 31,62%. De même, Villemant (2005) a noté une proportion plus élevée pour la classe des pontes totalement démantelées. La plante hôte, la position des pontes sur les arbres, les caractéristiques climatique des régions d'études et la phase de gradations de ravageurs sont les principales variables qui conditionnent les démanteleurs.

6. Arthropodes récoltés à partir des pontes de *Bombyx disparate*

Les observations menées sur 70 pontes de *Bombyx disparate* récoltées dans la yeuseraie de M'Zarir ont permis de répertorier une entomofaune relativement riche mais d'importance variable. La liste des espèces est présentée dans le tableau 13.

Tableau 13. Arthropodes récoltés à partir des pontes du *Bombyx disparate*

Classes	Espèces	Effectifs
Arachnides	Araignée sp1	1
	Araignée sp 2	1
	Araignée sp 3	1
	Acarien sp	1
Myriapodes	Myriapode	1
Insectes	Thrips sp	15
	Psoque sp	3
	Dermeste	7
	Coléoptère sp1	1
	Coléoptère sp 2	1
	Diptère sp1	1
	Nitulidae	1
Total	12	34

Il est important de souligner que la faune répertoriée se subdivise en divers groupes de destructeurs des pontes appartenant à deux classes. Les Arachnides sont représentés par les acariens et les araignées. Les antagonistes oophages dévorent un grand nombre d'œufs, sont les larves des Dermestidae. Les Psocoptères et les Thysanoptères sont moins diversifiés dans les pontes de *Bombyx disparate*. Les Coléoptères sont représentés par 2 espèces. L'analyse des pontes de *Lymantria dispar* en provenance de la yeuseraie de M'Zarir met en évidence une diversité faunistique de 12 espèces avec un effectif de 34 individus répertoriés. A ce sujet Mecellem (2009) notent une plus grande diversité arthropodologique des pontes du bombyx *disparate* soit 14 espèces représentant un nombre de 59 individus dans la yeuseraie du Parc National de Chr a. Dans la subéraie de la Mamora au Maroc, Villemant (1993) dresse une liste plus complète des insectes prédateurs-démantelers (22 espèces) des pontes du *Lymantria dispar*.

Les principales espèces r colt es sont repr sent es par la figure 28.



Araignée sp1



Araignée sp2



Psoque sp1



Thrips sp1



Acarien sp



Nitulidae



Myriapode

(Originales, 2010)

Figure 28. Arthropodes récoltés dans les pontes de *Lymantria dispar*

7. Éclosions des pontes au cours du temps

La figure 29 représente la courbe cumulative des éclosions des pontes en fonction du temps dans la yeuseraie de M'Zarir.

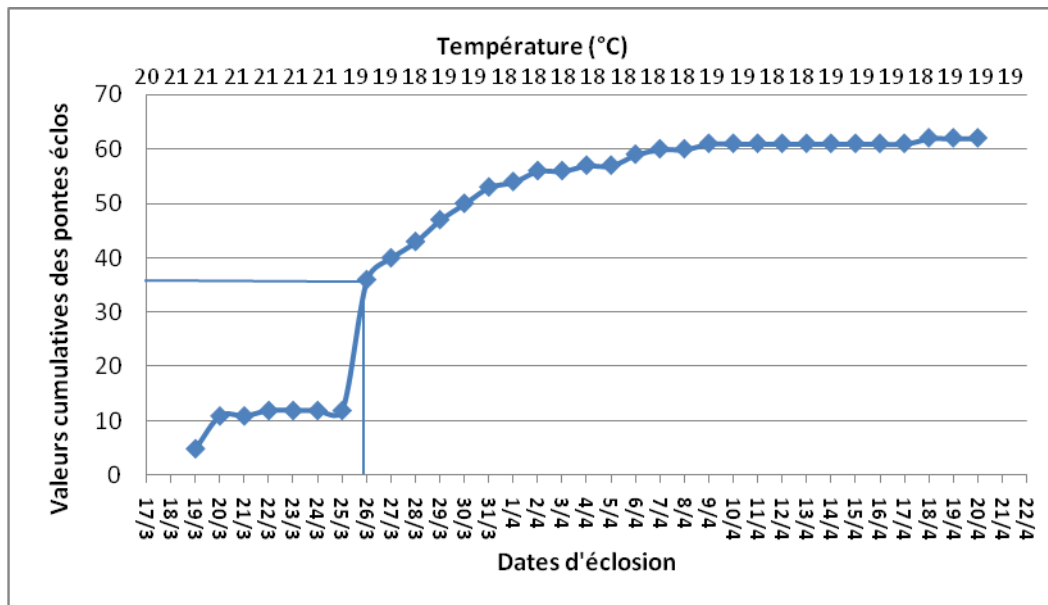


Figure 29. Cumule des éclosions des pontes de *Lymantria dispar* au cours du temps

L'échelonnement des éclosions des pontes s'est déroulé du 19 mars au 19 avril 2010. Sur 70 pontes mises en observation, 62 ont donné des éclosions et 8 ne comptaient pas d'œufs viables. Un effectif de 11 pontes a éclos les deux premiers jours, soit un taux de 15,7% de population. Du 20 au 25 mars, aucune éclosion n'a été notée malgré la même température enregistrée que précédemment. La date du 26 mars correspond à la date de calage, date à laquelle on note 50% des éclosions de la population, soit un nombre de 24 pontes. A partir du 27 mars, l'éclosion n'a pas dépassé 4 pontes par jour. Les observations directes menées au terrain ont montré que l'éclosion a débuté tardivement vers le 06 avril 2010 en yeuseraie. Les conditions climatiques régissent les éclosions des œufs qui sont généralement synchronisées avec le débourrement des chênes en général. La période d'éclosion dépend des conditions environnementales.

En comparaison avec les résultats de l'année précédente notés par Belabbas (2010), les éclosions des pontes en provenance de la yeuseraie de Tala Rana ont été notées au cours de la période allant du 17 au 24 mars 2009. Dans le Parc National de Chréa l'auteur précité note une période plus courte allant du 15 mars au 21 mars 2008. En Tunisie, la période dure généralement un mois (Ben Jamâa *et al*, 2001). Au Maroc, elle peut certains années, atteintes deux mois et plus (Fraval *et al*, 1988 ; Fraval, 1989).

8. Chronologie des éclosions des œufs

La figure 30 représente la courbe cumulative des éclosions des œufs en fonction du temps en provenance de yeuseraie prospectée.

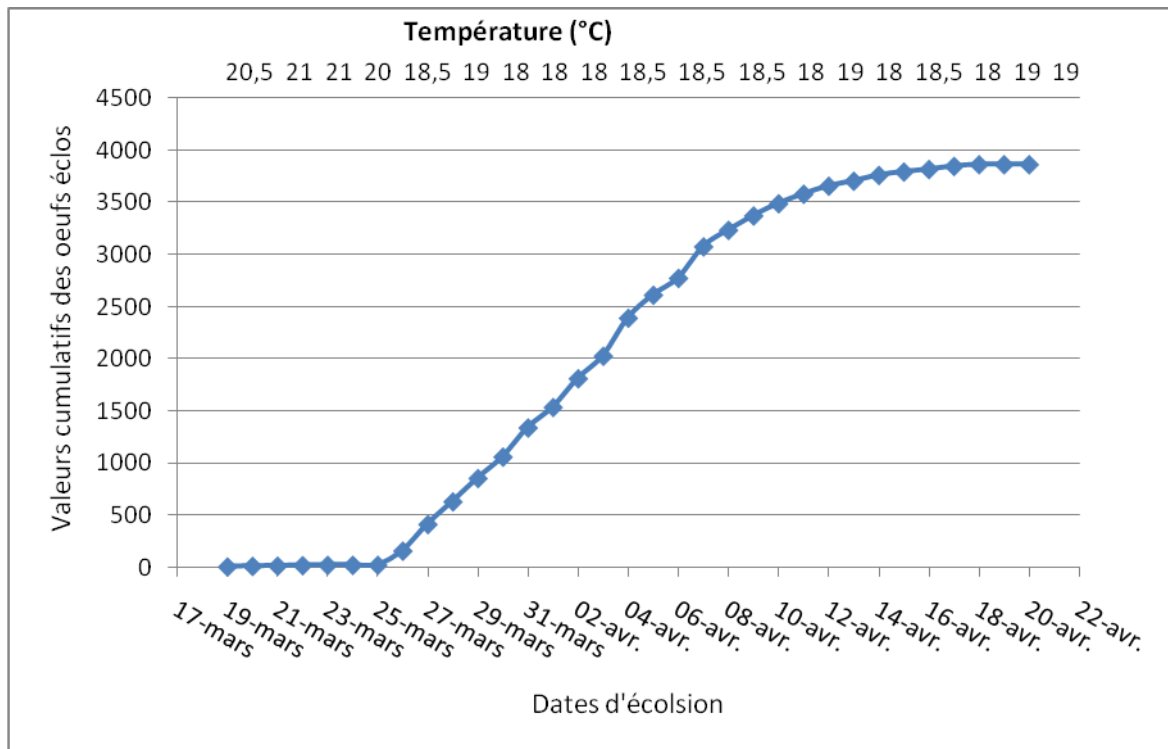


Figure 30. Eclosions des œufs en provenance de la yeuseraie de M'Zarir.

Aux températures moyennes allant de 18 à 21°C, les éclosions des œufs se sont échelonnées pendant un mois. La date du 2 avril correspond à la date de calage, date à laquelle on note 50% des éclosions de la population des chenilles, où des interventions s'avèrent nécessaires. Dans la subéraie de Mamora, Fraval et Mazih (1980) mentionnent une durée plus réduite des éclosions de *Lymantria dispar*, est de 15 jours. A Tikjda, la durée des éclosions des œufs de *Lymantria dispar* s'élève à 22 jours dans la yeuseraie de Tala Rana (Belabbas, 2010). Dans la yeuseraie de Chréa la durée des éclosions s'échelonne sur 25 jours (Belabbas, 2007).

9. Taux hebdomadaire des éclosions des chenilles au cours du temps

Les éclosions des chenilles des 70 pontes mises en observation du 19 mars jusqu'au 20 avril 2010. Les données recueillies chaque semaine sont représentées dans le tableau 14.

Tableau 14. Eclotions des chenilles du premier stade

Dates d'éclosion	19/03- 25/03	26/03- 01/04	02/04- 08/04	09/04- 15/04	16/04- 20/04	Total
Effectifs des éclosions	25	1512	1697	559	70	3863
Pourcentages	0,65	39,14	43,93	14,47	1,81	100

A la première semaine d'éclosion, le taux des émergences reste très faible, soit 0,65% de l'effectif global. Au cours des deux semaines qui suivent, les taux des émergences notés atteignent un maximum de 83,07% qui coïncide avec la période végétative des fagacées en général qui assurent une alimentation de la population dans son milieu naturel. Vraisemblablement cet état rentre dans la stratégie du développement du bombyx disparate. A la quatrième semaine, les taux des éclosions diminuent à 14,47%. A la dernière semaine, les émergences se limitent à 1,81%.

Au total 3863 chenilles ont émergé des 70 pontes mises en observation, soit en moyenne 55 chenilles par ponte. Johnson *et al* (1983) notent une moyenne de 311 larves émergentes par ponte, au total de 7788 chenilles émergentes des 25 pontes récoltées. Cette différence est en relation avec l'état de la gradation et l'action des antagonistes en phase de rétrogradation.

10. Biométrie et poids du stade nymphal

10.1. Analyse descriptive des mensurations et des pesées des nymphes

Les moyennes des mensurations biométriques et les poids des chrysalides de *Lymantria dispar* des quatre lots en provenance de la yeuseraie de M'Zarir sont répertoriées dans le tableau 15.

Tableau 15. Mensurations et pesées des chrysalides de *Lymantria dispar*

Sexes	Mâles	Femelles
Effectifs	449	304
Longueurs moyennes (mm)	21,44±2,50	24,4± 2,62
Largeurs moyennes (mm)	7,41± 0,55	8,43± 1,13
Poids moyen(g)	0,38 ± 0,13	0,76± 0,28

Les résultats de l'analyse descriptive des mensurations des chrysalides du Bombyx disparate montrent que les chrysalides femelles sont de tailles plus grandes et de poids plus important que celle des chrysalides mâles. En comparaison avec les mesures notées par Bensaâda (2007), les tailles des chrysalides mâles et femelles issues de la yeuseraie de Chréa sont plus importantes. Les moyennes des longueurs, des largeurs des chrysalides sont respectivement 25,68 et 9,42mm pour les femelles et sont 20,42 et 7,57mm pour les mâles. Cette variabilité

est due à la taille des chenilles âgées c'est-à-dire à l'abondance de l'alimentation et la qualité des feuilles de chêne vert.

L'analyse par comparaison des moyennes présentée dans le tableau 16, met en évidence la signification des paramètres pris en considération.

Tableau 16. Comparaison des mensurations et des poids des chrysalides

Effet Variables	MC Modèle	SC Résidu	dl Résidu	MC Résidu	F	p
Poids	189,057	21022,80	751	27,99308	6,7537	0,0095
Longueurs	3471,595	17968,34	751	23,92588	145,0979	0,0001
Largeurs	492,039	526,74	751	0,70138	701,5264	0,0001

La comparaison par ANOVA entre les nymphes des deux sexes montre une haute signification pour la variable poids ($p= 0,0095$) et une différence très hautement significative entre les longueurs et les largeurs ($p=0,0001$).

Afin de tirer des informations plus fiables sur les poids et les tailles des populations des nymphes au cours des 4 périodes de récoltes en relation avec l'intensité de l'alimentation, une analyse statistique par ANOVA a été effectuée (Fig.31 à 33).

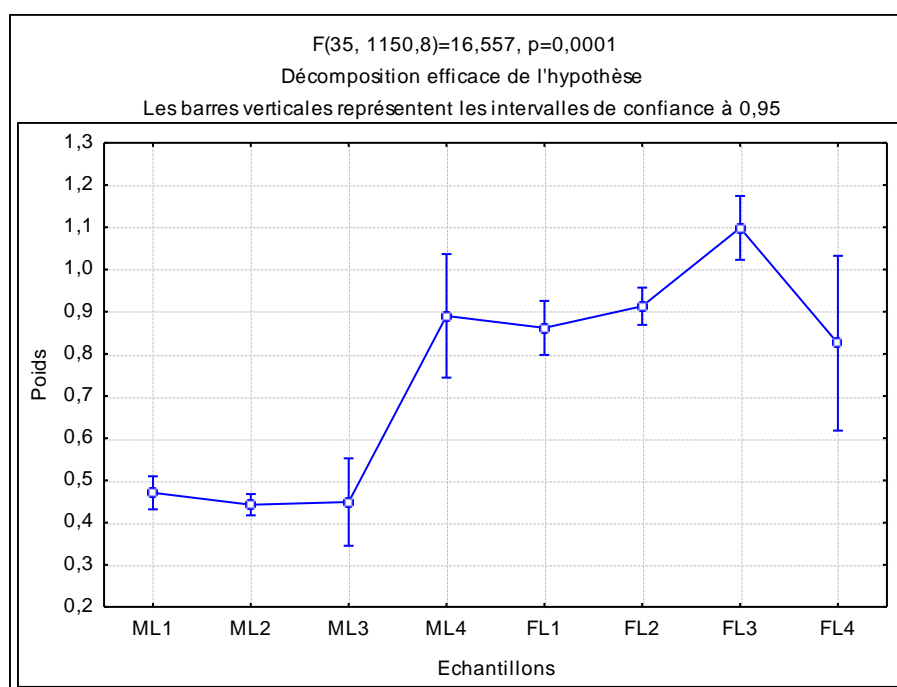


Figure 31. Comparaison des moyennes des poids des nymphes récoltées au cours du temps

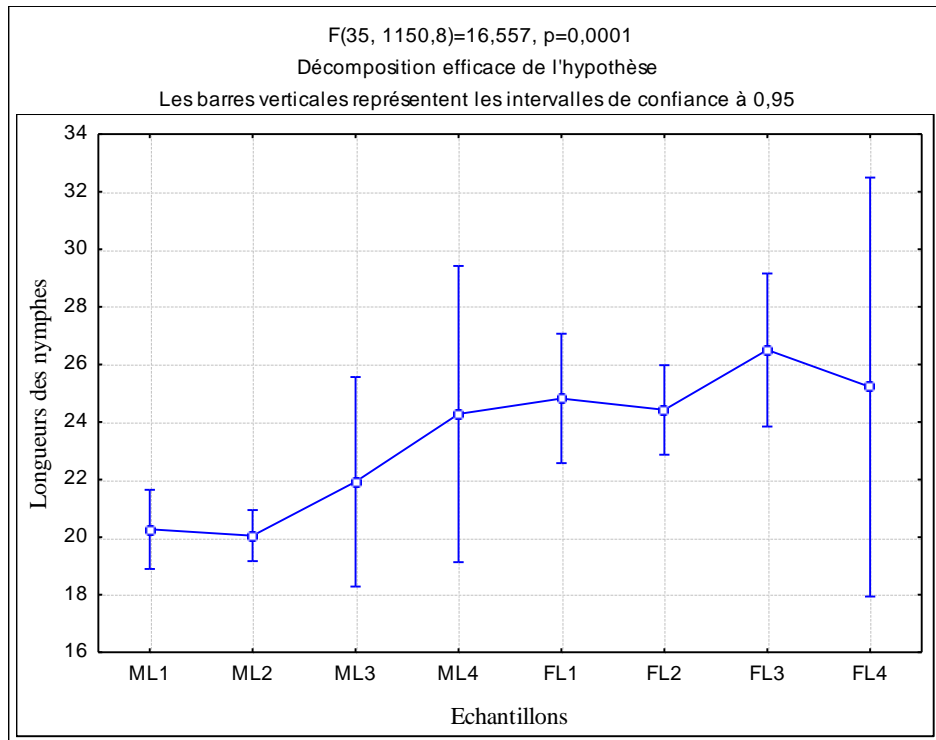


Figure 32. Comparaison des moyennes des longueurs des nymphes récoltées au cours du temps

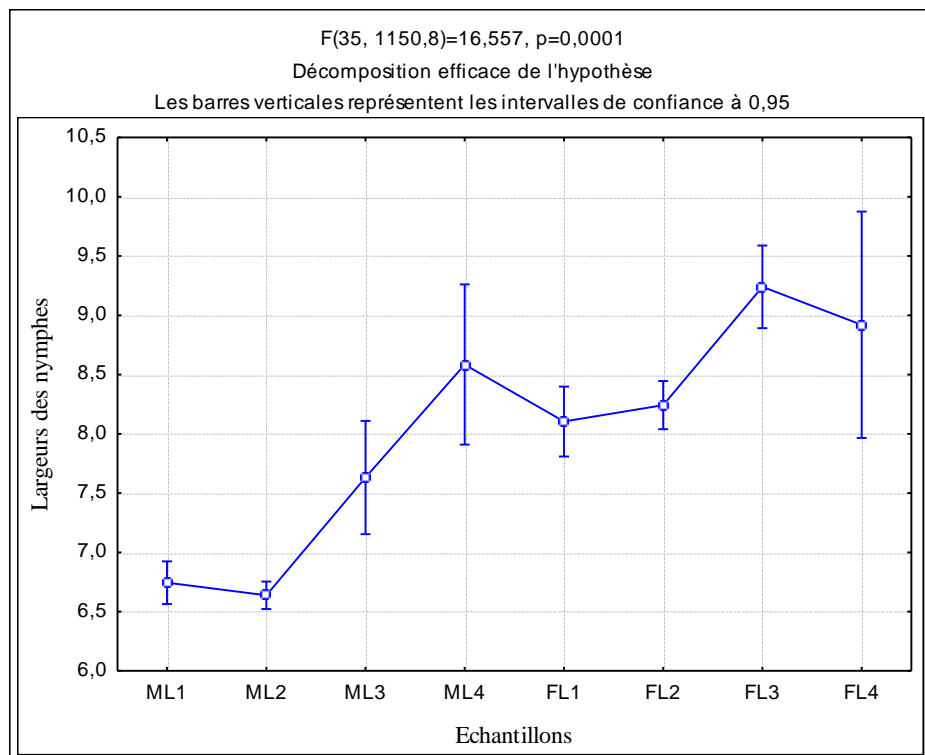


Figure 33. Comparaison des moyennes des largeurs des nymphes récoltées au cours du temps

L'analyse des figures 31, 32, 33 nous a permis de constater que la population des nymphes mâles récoltées à la troisième et à la quatrième semaine de mois du juin, se sont les mieux développées. Pour la population des nymphes femelles récoltées à la troisième semaine de mois du juin, représente la population la plus développée. L'importance des poids et des tailles des populations des chrysalides peut être expliquée par une alimentation plus intense au début de mois du juin. Les chenilles alimentées de leur nourriture préférée, se développent plus vite et deviennent des nymphes plus lourdes (Fraval *et al*, 1989).

10.2. Relation entre les longueurs et les largeurs des nymphes

Les droites de régression des longueurs et des largeurs des chrysalides mâles et femelles de la population examinée sont représentées par les figures 34 à 35.

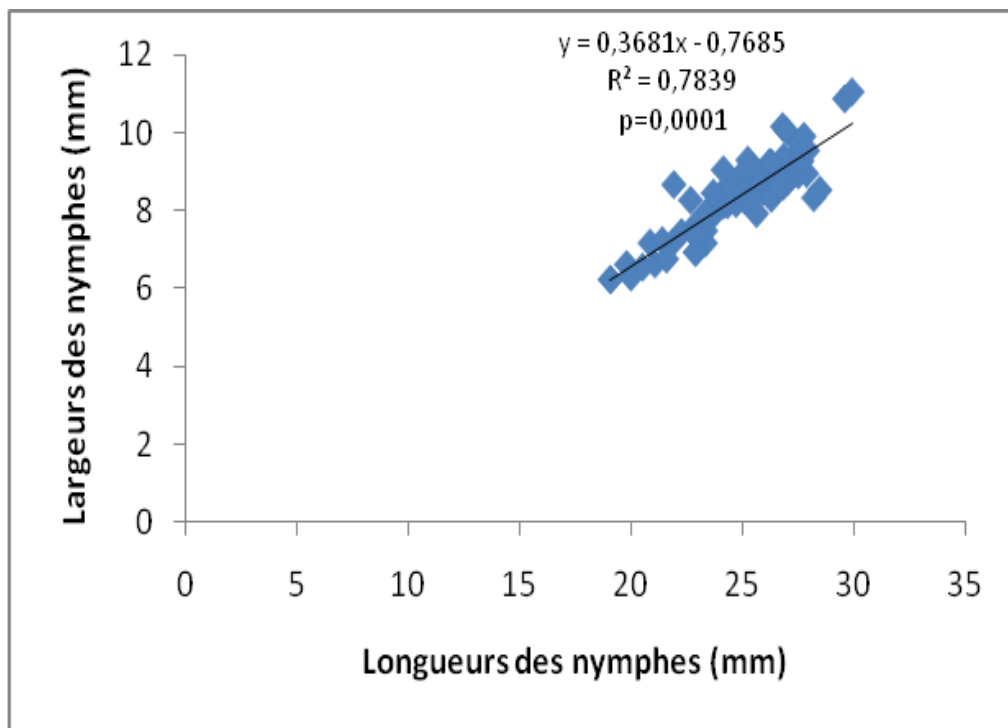


Figure 34. Relation entre la longueur et la largeur des chrysalides femelles. Les longueurs des chrysalides femelles mesurées varient de 19,03 à 29,88mm. Le coefficient de détermination R^2 est de 0,78 et la probabilité calculée est très hautement significative ($p=0,0001$).

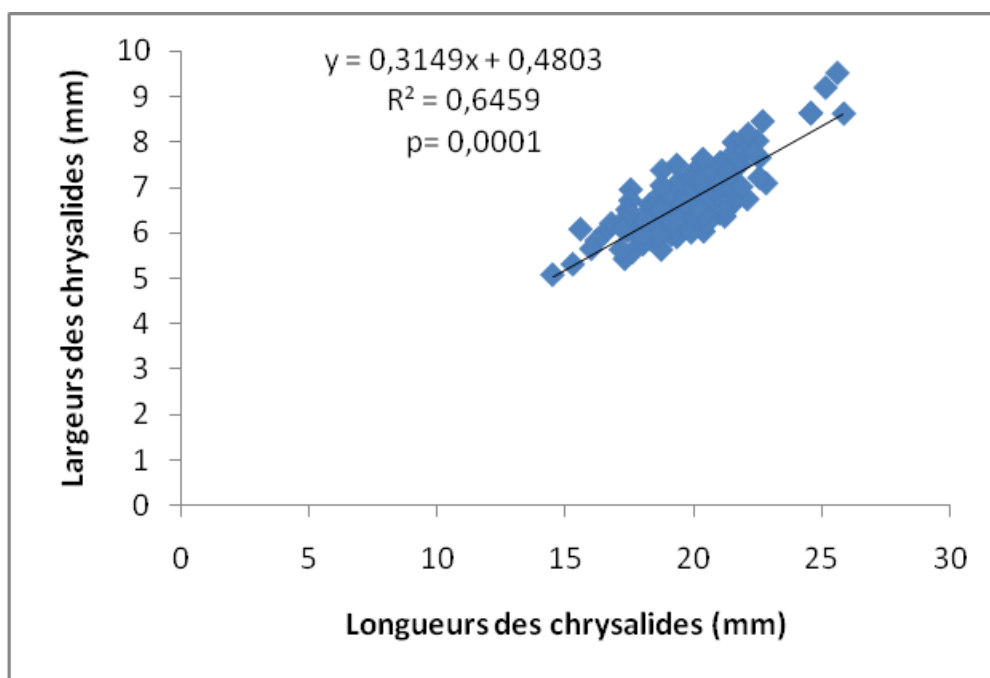


Figure 35. Relation entre la longueur et la largeur des chrysalides mâles

Les longueurs calculées varient de 14,50 à 25,84mm. Le coefficient de détermination calculé est de ($R^2=0,64$) avec une probabilité très hautement significative ($p=0,0001$) qui montre une relation entre les paramètres étudiés.

11. Chronologie de l'entrée au stade nymphal

Les résultats des taux de l'état nymphal au cours du temps sont regroupés dans le tableau 17.

Tableau 17. Taux des populations entrées au stade nymphal au cours du temps

Mois de juin	1ère semaine		2ème semaine		3ème semaine		4ème semaine	
T°moyenne (°C)	25		26		27		27	
Sexes	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Effectifs	5	1	106	14	299	83	2	0
Taux (%)	1,21	1,02	25,73	14,29	72,57	84,69	0,49	0

Les résultats du tableau 17, montrent que 98,28% de la population entrent au stade nymphal au cours de la deuxième et la troisième semaine de mois de juin à la température moyenne de 26,5°C. Chez les femelles, 84,69% de la population passent au stade nymphal au cours de la troisième semaine. Parallèlement à cette période, un taux de 72,57% de la population mâle est

rentré au stade nymphal. Les taux des chenilles entrées au stade nymphal varient au cours du temps entre les deux sexes et restent en relation avec les effectifs.

Les courbes de la figure 36, met en évidence l'évolution du stade nymphal chez les deux sexes au cours temps.

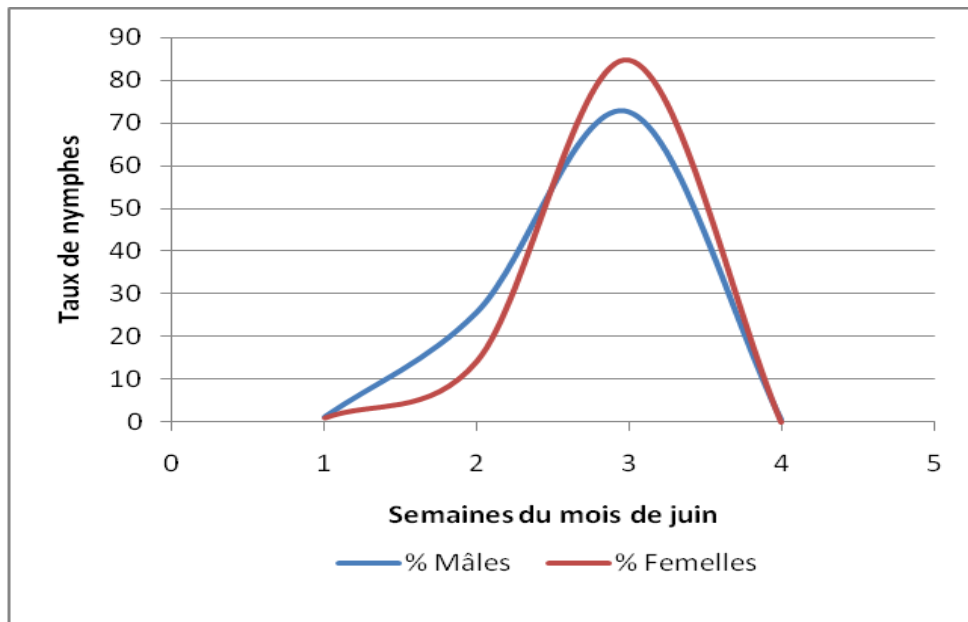


Figure 36. Chronologie de l'état nymphal des deux sexes

Un léger décalage de l'entrée au stade nymphal à la faveur des mâles est noté au cours de la première semaine du mois de juin. Vraisemblablement les mâles à leur émergence ont besoin d'une maturité avant de s'accoupler avec les femelles.

A ce sujet, Fraval *et al.* (1989) notent que les adultes mâles apparaissent les premiers et volent à la recherche des femelles qui sont peu mobiles accrochées fréquemment au tronc des arbres à proximités de leur lieu d'émergence. En comparaison avec l'étude effectuée par Fraval *et al.* (1988) dans la subéraie de la Mamora, les premières nymphoses ont lieu à la mi-mai, les dernières début juin.

12. Durée du stade nymphal

Les durées du stade nymphal de la population de *Lymantria dispar* sont regroupées dans le tableau 18.

Tableau 18. Durée du stade nymphal à la température moyenne de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ et à une humidité de $60 \pm 5\%$.

Durée (jours)	8		9		10		11		12		13		14		15	
Sexes	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Effectifs	0	1	3	4	8	15	28	1	13	0	3	0	0	0	1	0
Taux (%)	0	4,76	5,36	19	14,3	71,4	50	4,76	23,2	0	5,36	0	0	0	1,79	0

Chez le bombyx disparate, la durée du stade nymphal varie de 8 à 15 jours. Le plus grand pourcentage de la population femelle effectue leur durée nymphale en une dizaine de jours. Un taux de 50% La population mâle passe leur état nymphal de 11 à 12 jours. Herard (1984) mentionne une durée du stade nymphal de 14 jours pour les mâles et 12 jours pour les femelles (chenilles très bien nourries). De même, De Lepiney (1930) note que le stade nymphal dure généralement environ 2 semaines.

La période du stade nymphal peut être conditionnée par plusieurs facteurs notamment l’environnement naturel et l’alimentation des chenilles.

13. Sex-ratio des chrysalides de *Lymantria dispar* sur chêne vert

L’histogramme de la figure 37 illustre les pourcentages calculés des populations mâles et femelles du stade nymphal.

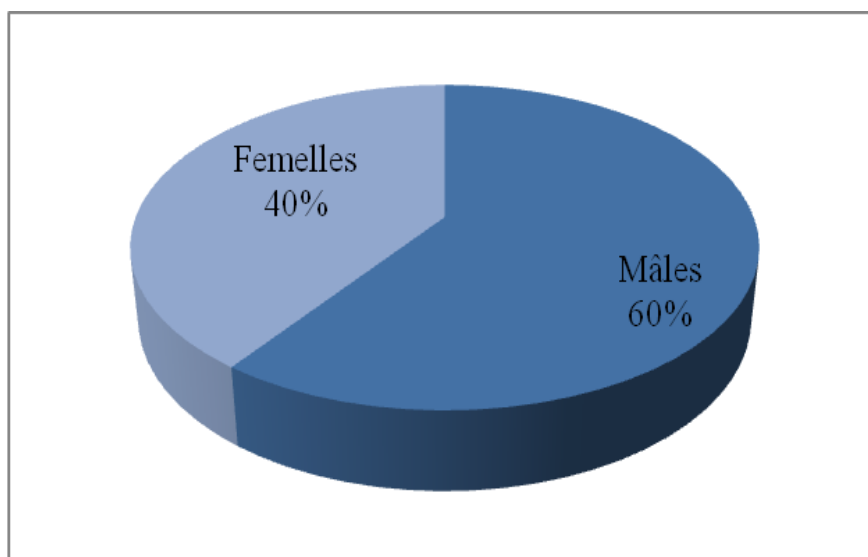


Figure 37. Proportion du sexe du stade nymphal de *Lymantria dispar*

Sur un total de 753 nymphes sexées, la valeur du sex-ratio calculée s'élève à 1,50 en faveur des mâles. A ce sujet, Bensâada (2007) et Mecellem (2009) notent des valeurs respectives de 1,95 et 0,79 en yeuseraie de Chréa. Ces valeurs de sex-ratio restent différentes d'un site à autre dans une même région et d'une région à une autre. Ces différences s'expliquent par les mouvements des populations des chenilles en cours de leur répartition et extension dans leur milieu environnant. De même, la composition d'une population reste dépendante de la phase de la gradation.

14. Emergence et biométrie des adultes de *Lymantria dispar*

14.1. Émergence

Les taux des émergences des adultes mâles et femelles de *Bombyx disparate* sont représentés dans le tableau 19.

Tableau 19. Taux des émergences des adultes au cours du temps

Dates de récoltes des nymphes	Effectifs		Taux des émergences (%)	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
08-juin-09	56	25	100	84
13-juin-09	251	75	53,78	58,67
21-juin-09	74	98	10,81	15,31
27-juin-09	68	106	5,88	1,89
Total	449	304	45,21	26,97

Les taux des émergences ont diminué considérablement pour les deux populations récoltées au cours de la dernière décade du mois de juin. Cette régression s'explique par l'importance du parasitisme nymphal qui limite considérablement le niveau de la population du ravageur au cours de sa rétrogradation. Au même mois, Fraval *et al* (1988) notent un taux d'émergence de 25,88% de la population totale des chrysalides de *Lymantria dispar*.

14.2. Chronologie des émergences des adultes

Les courbes des émergences des papillons des deux sexes en provenance de la yeuseraie de M'Zarir en l'année 2009 sont regroupées dans la figure 38.

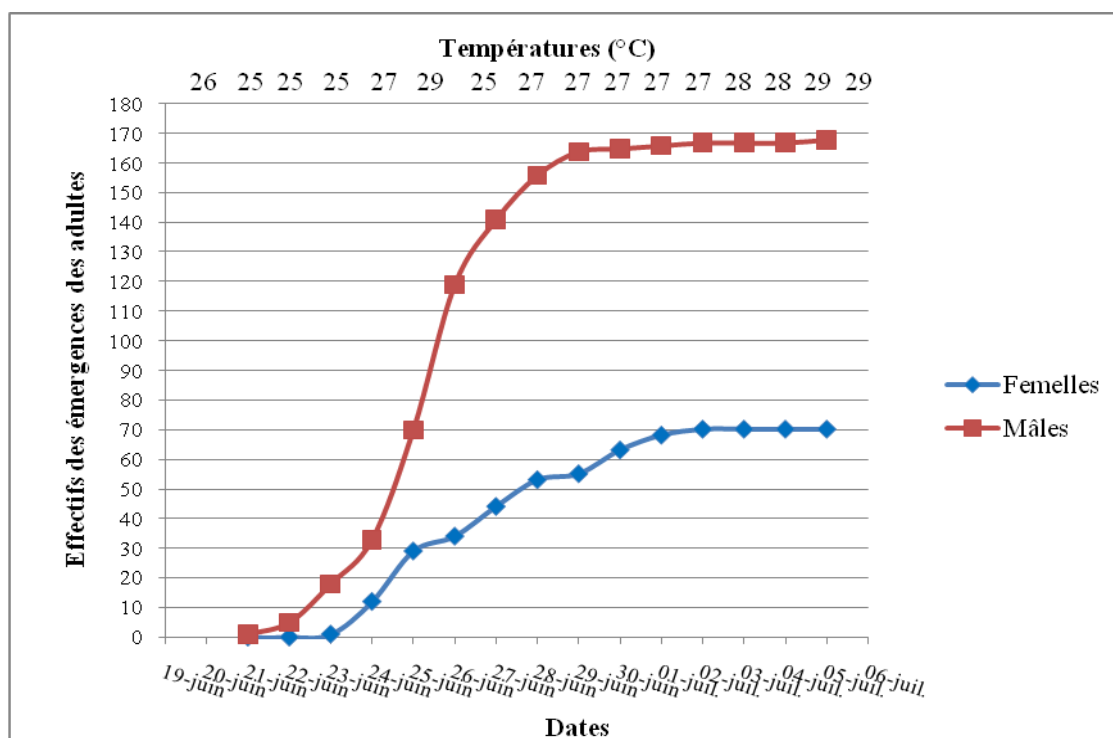


Figure 38. Emergences cumulées des papillons de *Lymantria dispar* au cours du temps

L'analyse de la figure 38, met en évidence que l'émergence des adultes mâles *Lymantria dispar* se sont échelonnées du 21 juin au 5 juillet 2009. L'échelonnement des émergences des femelles s'est déroulé du 23 juin au 5 juillet 2009 à la température de $26,8 \pm 1,4^\circ\text{C}$. Sur 168 papillons mâles, 159 ont émergé au cours de la dernière semaine du mois juin, soit 94,64 % de la population globale. Au début juillet, les émergences sont réduites à individu par jour. Sur 70 papillons femelles et durant un intervalle 5 jours à partir du 24 juin, 52 ont émergés soit 74,28% de la population. Au terrain les émergences ont été notées qu'à partir du 26 juin. L'échelonnement des émergences reste régit par toutes les variables environnementales dans le milieu naturel.

14.3. Longévité

Les résultats de la longévité des adultes de la spongieuse sont représentés dans le tableau 20.

Tableau 20. Durée de vie des adultes de *Lymantria dispar*

Sexes	Femelles	Mâles
Effectifs	61	147
Durées de vie moyennes	$5,9 \pm 1,6$	$6,3 \pm 1,5$
Valeurs extrêmes	2 - 9	2 - 11

La longévité moyenne des adultes de *Lymantria dispar* est très limitée, 5,9 et 6,3 jours respectivement pour les femelles et les mâles. Les valeurs extrêmes varient de 2 à 9 jours pour les adultes femelles et s'étalent jusqu'à 11 jours pour les mâles. Odell *et al.* (1985), note que les papillons ne s'alimentent pas et présentent des pièces buccales régressées, réduites aux galéas des maxilles. Leur durée de vie est de 4 jours. Une durée de 9 jours chez les deux sexes est notée par Semlali (1986). La durée de vie des papillons reste courte et les accouplements se produisent quelques heures après les émergences.

14.4. Biométrie des adultes

Les mensurations des adultes de *Lymantria dispar* en provenance de la yeuseraie de M'Zarir sont regroupées dans le tableau 21.

Tableau 21. Analyse descriptive des mensurations des adultes de *Lymantria dispar*

Sexes	Mâles	Femelles
Effectifs	203	82
Envergures moyennes (mm)	38,47 ± 4,20	46,61 ± 3,99
Longueurs moyennes (mm)	17,78 ± 2,03	23,29 ± 2,77

Les résultats de l'analyse descriptive des mensurations des adultes de *Lymantria dispar* montrent l'importance des tailles des femelles par rapport aux mâles. Les femelles mesurent en moyenne 46,61 ± 3,99 mm de l'envergure et 23,29 ± 2,77mm de longueur. Les adultes mâles ont en moyenne de 38,47 ± 4,20 mm d'envergure et 17,78 ± 2,03 de longueur.

14.5. Relation entre les envergures et les longueurs des adultes de *Lymantria dispar*

Les droites de régression des envergures et des longueurs des adultes mâles et femelles sont représentées par les figures 39 et 40.

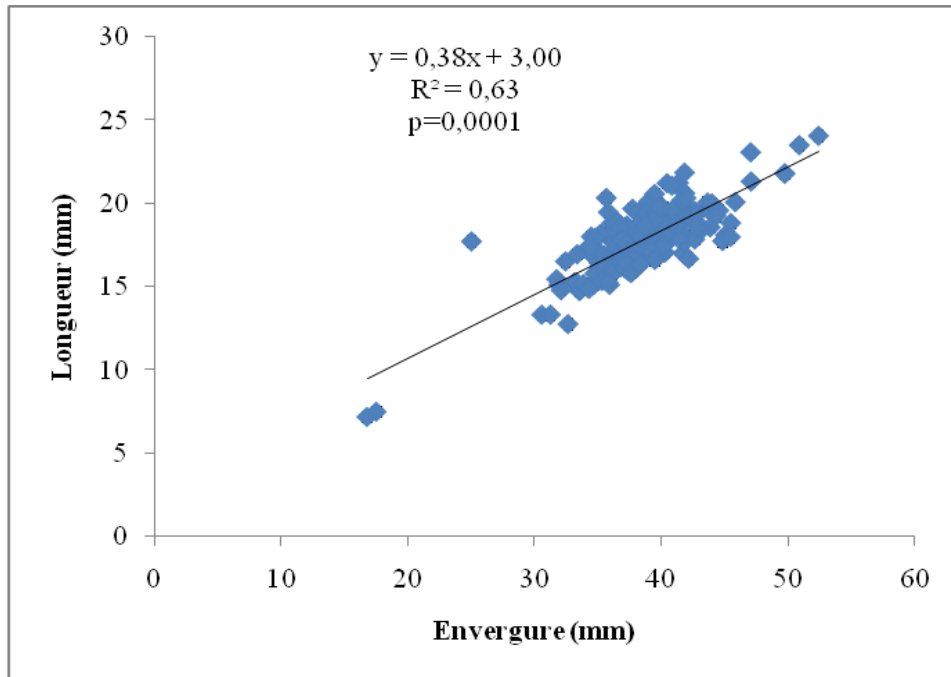


Figure 39. Relation entre l'envergure et la longueur des adultes mâles

Les données des envergures des papillons mâles sont en étroite relation avec les longueurs ($p=0,0001$). Le coefficient de détermination trouvé est de l'ordre de 0,63.

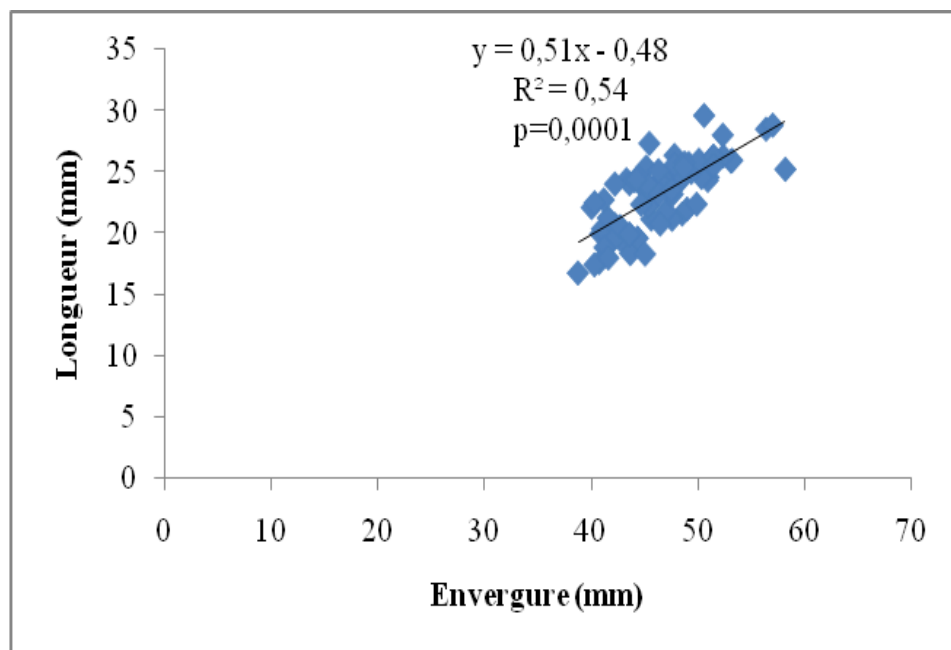


Figure 40. Relation entre l'envergure et la longueur des papillons femelles

De même pour les femelles, les mesure des envergures et des longueurs donne une signification ($p=0,0001$) et un coefficient de détermination de $R^2=0,54$.

15. Sex-ratio des adultes de *Lymantria dispar*

Le sex-ratio des adultes est représenté dans la figure 41.

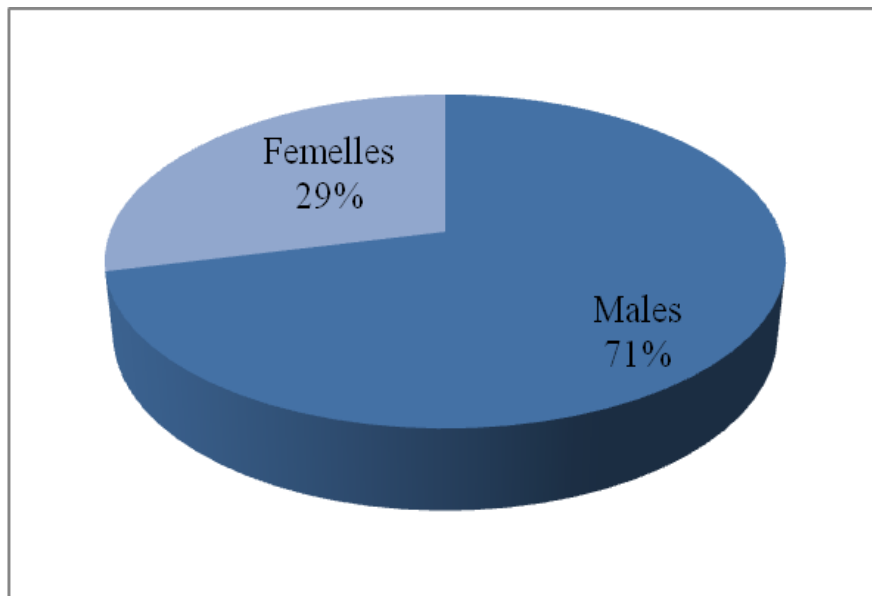


Figure 41. Sex-ratio des adultes de *Lymantria dispar*

Le sex-ratio de la population de *Lymantria dispar* issue de la yeuseraie étudiée est de 2,48 en faveur des mâles. Cette valeur caractérise la fin de la gradation chez le bombyx disparate. En phase de progradation, Boudissa (2006) mentionne que la valeur du sex-ratio est de 0,79 pour la population de la yeuseraie de Chréa. De même, Morsli (2008) note que le spectre du rapport mâle et femelle mentionne un sex-ratio de 1,07 en faveur des mâles. Dans la subéraie de Mamora en phase de culmination, Fraval *et al* (1989) notent un sex-ratio très limité de 0,16.

16. Classification hiérarchiques des variables explicatives considérées

L'objectif principal est de rassembler les variables par les mesures de similarité pour identifier les plateaux, où de nombreuses classes sont générées à une distance d'agrégation voisine. Le diagramme horizontal de l'arbre retraçant l'agrégation successive des objets est représenté par la figure 42.

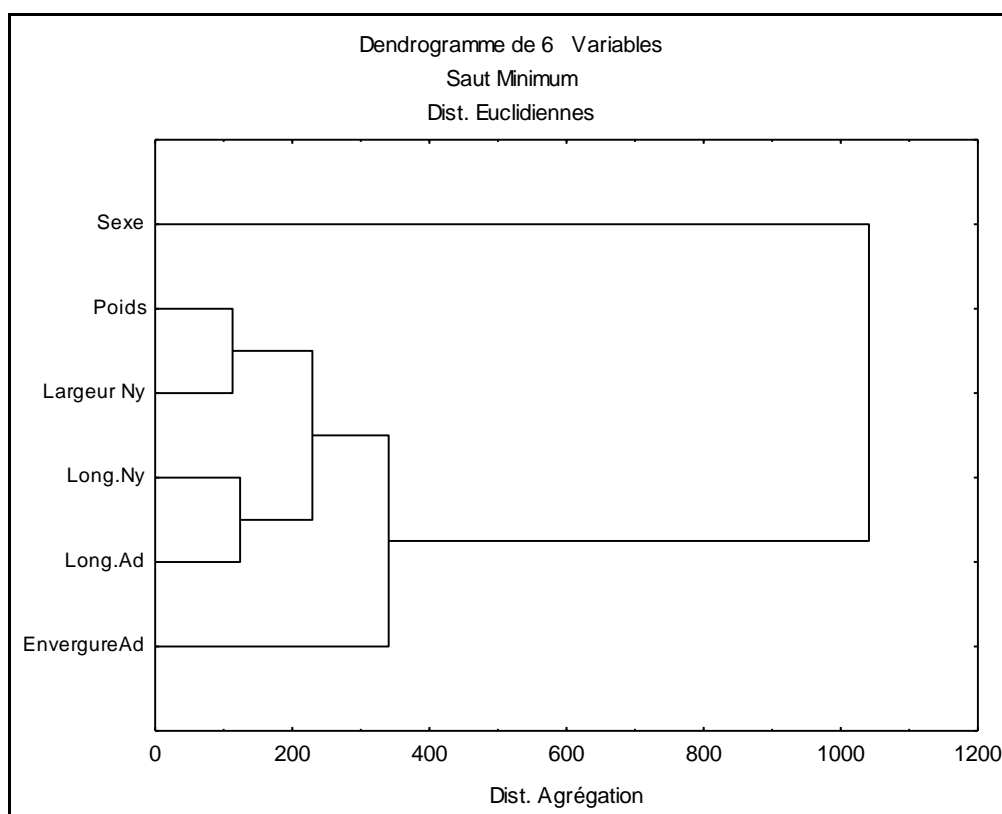


Figure 42. Classification hiérarchique des variables considérées

La distance d'agrégation en fonction des étapes consécutives montre qu'elle regroupe la similarité des variables voisines, longueurs des nymphes et celles des adultes. Il existe une proportionnalité entre les deux paramètres précédents. En deuxième position, la largeur des nymphes présente une similarité avec les poids des chrysalides. Les mesures des envergures des adultes sont en relation avec les variables précédentes. La variabilité des facteurs considérés reste sous la dépendance de sexe des chrysalides.

17. Parasites et prédateurs du stade nymphal

17.1. Diversité spécifique

Trois espèces de parasites ont émergé du matériel biologique récoltées dans la station prospectée au cours de la phase nymphale ; il s'agit du Chalcididien, *Brachymeria intermedia*, il reste le parasitoïde nymphal le plus actif durant les phases de pullulation du ravageur dans la plupart des pays d'Europe et d'Afrique du Nord (Fraval *et al.*, 1989). La Seconde espèce est la Tachinaire, *Exorista segregata* qui peut même parasiter des chenilles âgées. La troisième espèce est l'Icheumonidae, *Pimpla instigator* (Fig.43). La composition du complexe parasitaire de *Lymantria dispar* varie au cours du temps et selon la phase de la

gradation (Barbosa *et al.*, 1975 ; Reardon, 1976 ; Sisojevic, 1979 ; Fuester *et al.*, 1983). A ce sujet, Fuester *et al* (1988) notent que les espèces les plus communes émergentes de chrysalides de *Lymantria dispar* dans le sud-est de la France ont été respectivement *Blepharipa pratensis* (parasite de dernier stade larvaire-chrysalide), *Brachymeria intermedia* parasite strict de chrysalides. Herard et Fraval (1980) mentionnent deux espèces seulement ; *Pimpla* très rare et *Brachymeria* commun et très efficace dans certaines années contre *L. dispar* en Mamora au Maroc.

A propos des prédateurs, les larves du Carabe, *Calosoma sycophanta* s'alimentent principalement des chrysalides de *Lymantria dispar* (Fig.44). A ce sujet, Fraval et Mazih (1980) notent qu'au Maroc les chrysalides ont été détruites dans la proportion de 24 à 31% par les larves de *Calosoma sycophanta*. Le prédateur *Calosoma sycophanta* a été observé dans la station prospectée. Au stade adulte, il dévore avec voracité les chenilles de *Lymantria dispar* (Fig.44).



Brachymeria intermedia



Exorista segregata



Pimpla instigator



Pupes de Tachinaire

(Originales, 2009)

Figure 43. Parasites du stade nymphal du Bombyx disparate



(Originales, 2009)

Figure 44. Prédateur des chrysalides et des chenilles du *Bombyx disparate*

17.2. Taux de parasitisme

L'abondance des parasites des chrysalides en provenance de la yeuseraie de M'Zarir a été importante où les taux de parasitisme enregistrés en l'année 2009 sont représentés dans le tableau 22.

Tableau 22. Taux du parasitisme de l'état nymphal

Dates de récoltes des nymphes	Effectifs	Taux du parasitisme (%)			
		<i>Exorista segregata</i>	<i>Brachymeria intermedia</i>	<i>Pimpla instigator</i>	Total
08/06/2009	81	4,94	0	0	4,94
13/06/2009	326	26,99	4,60	0,31	31,90
21/06/2009	172	47,09	39,53	0	86,63
27/06/2009	174	19,54	32,18	0	51,72
Total	753	27,49	18,46	0,13	46,08

Parmi les 753 chrysalides prélevées pendant le mois de juin et mises en observation au laboratoire, 27,49% de la population est parasitée par *Exorista segregata*, 18,46% par *Brachymeria intermedia* et une seule par *Pimpla instigator*. Le reste des autres chrysalides (10,49%) sont pourries. Le parasitisme au stade nymphal dépasse les 50% de la population totale des chrysalides récoltées au cours de la dernière décade du mois de juin. Ce qui explique davantage le passage à la phase de rétrogradation de la spongieuse dans la yeuseraie de M'Zarir.

En comparaison avec l'étude effectuée en Mamora par Farval *et al.*, (1988), un taux de 49,41% de nymphes étaient parasitées par *Brachymeria intermedia*, 7,06% par une tachinaire, la plupart des autres ayant pourri pour une cause indéterminée. En juin 2002, en Corse, près de 70% des chrysalides ont été éliminées par les tachinaires et les larves de calosomes

(Villemant, 2005). Les ennemis naturels de *Lymantria dispar* joue un rôle décisif sur la réduction des populations de la gradation suivante (Fuester *et al.*, 1988).

17.3. Longévité des parasites du stade nymphal

La longévité des deux espèces parasites du stade nymphal est représentée dans le tableau 23.

Tableau 23. Longévité des parasites du stade nymphal à la température moyenne de 28°C et avec une humidité de 65%

Parasites	<i>Exorista segregata</i>	<i>Brachymeria intermedia</i>
Effectifs	164	91
Longévités moyennes	6,3± 2,4	13,2± 4,6
Valeurs extrêmes	4 - 18	4 - 25

A la température de 28°C, la longévité moyenne des adultes des tachinaire (*Exorista segregata*) est de l'ordre de 6 jours. Cette durée peut varier de 4 à 18 jours. Les premières émergences des adultes des parasites ont été notées le 25 juin et les dernières le 13 juillet 2009. Les adultes de *Brachymeria intermedia* vivent en moyenne deux fois plus que les tachinaires. Les *Brachymeria* sont des bons voiliers, ils se nourrissent de nectar et de miellat (Villemant, 1989).

18. Chronologie des émergences des parasites et des adultes de *Lymantria dispar*

La figure 45 représente les courbes des émergences des papillons et des parasites du stade nymphal.

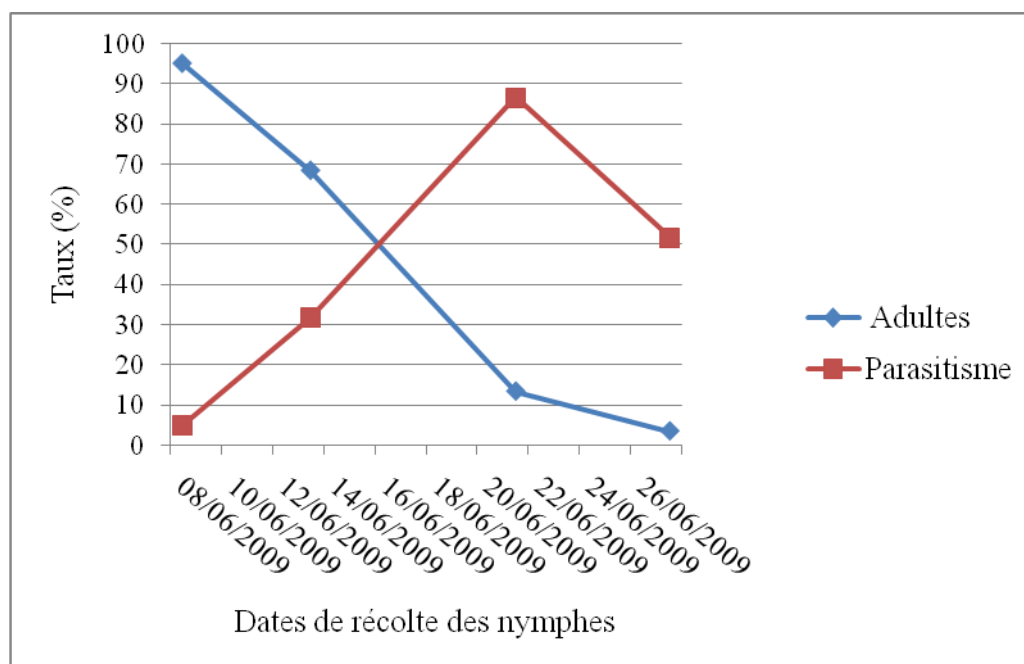


Figure 45. Chronologie des émergences des parasites et des adultes de *Lymantria dispar*

L'analyse de l'histogramme nous permet de constater une régression des taux des émergences des papillons de *Lymantria dispar* provenant des chrysalides des quatre prélèvements au cours de mois de juin. Cette diminution est due à l'effet des antagonistes du stade nymphal où on note une élévation de taux du parasitisme au cours du temps. Le maximum d'émergence de parasites des nymphes est noté pour les populations récoltées à la troisième semaine de mois de juin.

19. Compétiteurs du Bombyx disparate

A la fin de l'évolution de la gradation deux principales espèces compétitrices ont été observées en abondance dans la yeuseraie prospectée ; il s'agit de *Ephesia (Catocala) nymphaea* et de la tordeuse verte (*Tortrix viridana*).

19.1. *Ephesia nymphaea* (Catocala)

Des défoliations localisées provoquées par plusieurs espèces du genre *Catocala*, *Ephesia nymphaea* (Lepidoptera – Noctuidae) ont été notées dans les yeuseraies de M'Zarir et de Chréa par Mecellem (2009). Les chenilles d'*Ephesia nymphaea* éclosent fin mars, début avril et achèvent leur développement à la fin juin. Les chenilles se nymphosent entre deux ou trois feuilles du chêne. Cet aspect caractéristique facilite la reconnaissance de l'espèce (Fig.46). Les émergences des adultes sont notées à partir du 18 juin (Fig.46). Ces espèces ont participé

à la défoliation de centaine d'hectare de chêne vert au Maroc entre 1980 et 1982 (El Yousfi, 1984) et depuis 1986 (Messaoudi, 1988 in Fraval *et al.*, 1989).



(Originales, 2009)

Figure 46. Aspect de l'état nymphal et l'adulte d'*Ephesia nymphaea*

19.2. *Tortrix viridana* (Tordeuse verte)

La tordeuse verte présente une génération par an. Après l'éclosion, les jeunes chenilles s'alimentent d'abord à l'intérieur des bourgeons, le feuillage sera consommé plus tard. Les papillons de la tordeuse verte opèrent des déplacements de grandes amplitudes (Fig.47) (Du Merle, 1999). Plusieurs gradations ont été observées à partir des années 90 dans les subéraies et les zenaies de la Kabylie. La diversité et répartition des chênes en Kabylie sous l'influence de divers facteurs stationnels contribuent à la distribution de *Tortrix viridana* (Chakali et Ghelem, 2008). A Chréa en l'année 2009, la tordeuse verte a été rencontrée en altitude sur chêne vert (Mecellem, 2009). Ce défoliateur s'attaque à la majorité des chênes de la région paléarctique (Du Merle, 1980).

Dans la zone prospectée, l'infestation de la tordeuse verte précède celle de *Lymantria dispar* de quelques semaines. De ce fait, elle constitue un véritable compétiteur de ce dernier.



(Originale, 2009)

Figure 47. Adulte de *Tortrix viridana*

Conclusion

Depuis l'année 1989, *Lymantria dispar* L., le bombyx disparate se manifeste d'une façon cyclique et périodique par des défoliations spectaculaires dans certaines chênaies du Djurdjura. Les dernières infestations sont observées dans les yeuseraies du Djurdjura depuis l'année 2006.

L'étude a été conduite dans la yeuseraie de M'Zarir durant les années 2008 et 2009. Les recherches de principales caractéristiques biologiques et écologiques de ce ravageur ont été mises en évidence. Les résultats obtenus viennent compléter les différents travaux déjà réalisés sur *Lymantria dispar* au cours de son dernière gradation.

La chronologie de développement du Bombyx disparate menée en yeuseraie à M'Zarir a mis en évidence un décalage du cycle de l'ordre d'une dizaine de jours entre les années 2009 et 2010.

Le dénombrement des pontes effectué sur le chêne vert a montré un effectif plus réduit par rapport à l'année précédente. L'évaluation des taux de démantèlement a montré que les pourcentages des pontes démantelées sont plus représentés dans la yeuseraie de M'Zarir en l'année 2009. Ces aspects restent sous la dépendance de toutes les variables environnementales et de la phase de gradation de l'insecte.

L'étude biométrique des pontes et le dénombrement des œufs en provenance de chêne vert ont été effectués en l'année 2009, afin de mieux caractériser l'état de la gradation du Bombyx disparate. La taille (longueur, largeur, épaisseur, surface et volume) des pontes varie d'une année à l'autre et d'une région à une autre en fonction de la phase de l'état de la gradation de *Lymantria dispar*. Les résultats des surfaces et des volumes des pontes du bombyx disparate dans la yeuseraie de M'Zarir montrent une faible réduction entre les moyennes de l'année 2008 (Bellabas, 2010) et l'année d'étude.

L'analyse des catégories d'œufs donne un faible taux des œufs viables (20,69%), contrairement aux œufs non viables (73,31%). L'importance des *Ooencyrtus kuvanae*, parasites embryonnaires et la diversité des destructeurs des pontes sont des facteurs participant à la rétrogradation de l'insecte notée en l'année 2009. La comparaison des moyennes des différentes catégories d'œufs montre une grande variabilité entre les effectifs des œufs par pontes.

Au laboratoire, les éclosions des œufs ont été observées le 19 mars 2010 et se sont échelonnées pendant un mois. Les observations directes au terrain ont montré que les pontes ont éclos plus tardivement, vers le 06 avril 2010. Les taux des émergences notés atteignent

leur maximum au cours des deux semaines de la période d'éclosion, qui coïncide avec la période végétative des fagacées qui assurent une alimentation de la population dans son milieu naturel.

Afin de comprendre la relation entre les poids et les tailles des nymphes avec l'intensité de l'alimentation au cours du temps, une étude biométrique des chrysalides récoltées a été mise évidence.

L'analyse des résultats montre une variabilité significative pour les quatre lots de nymphes. L'importance des poids et des tailles des populations peut expliquer par une alimentation plus intense au début de mois du juin.

La chronologie de l'état nymphal montre un léger décalage en faveur des mâles au cours de la première semaine du mois de juin. Un pourcentage de 98,28% de la population totale des chrysalides entrent en stade nymphal au cours de la deuxième et la troisième semaine de mois de juin. La durée du stade nymphal varie de 8 à 15 jours (10 jours pour les femelles et 11 à 12 jours pour les mâles). Cette durée est en relation avec l'environnement naturel et l'alimentation des chenilles.

Le sex-ratio des nymphes récoltées en yeuseraie est en déséquilibre en faveur des mâles (1,50).

Les émergences des papillons *Bombyx disparate* se sont échelonnées du 21 juin à 5 juillet 2009. Les émergences des adultes femelles ont précédé 2 jours après celles des mâles. L'analyse des taux des émergences des adultes au cours de temps montre une régression considérable des populations récoltées au cours de la dernière décade de mois de juin qui s'explique par l'importance des parasites du stade nymphal notée à l'état de rétrogradation.

Le sexage des adultes de *Lymantria dispar* issus de la yeuseraie étudiée caractérise la fin de la gradation chez le bombyx *disparate*. L'étude biométrique des adultes des deux sexes mis en évidence une haute relation significatives entre les paramètres considérés. La durée de vie des adultes reste très courte soit en moyenne 5,9 et 6,3 jours respectivement pour les femelles et les mâles.

Le taux du parasitisme du taux du stade nymphal est de 46,08% de la population total. Parmi les parasites répertoriés, les tachinaires: *Exorista segregata* avec un pourcentage de l'ordre de 27,49%, les Chalcidien: *Brachymeria intermedia* avec un taux de 18,46% et une seule espèce d'Icheumonidae: *Pimpla instigator*. L'importance des parasites du stade nymphal et la présence de prédateur larvaire et nymphal (*Calosoma sychophanta*) explique d'avantage le passage à la phase de rétrogradation de la spongieuse dans la yeuseraie prospectée.

L'étude de la longévité des parasites du stade nymphal montre que les adultes de *Brachymeria intermedia* vivent en moyenne de 13 jours, soit deux fois plus que les tachinaires (6 jours).

A la fin de l'évolution de la gradation des défoliations localisées provoquées par deux principales espèces compétitrices de *Lymantria dispar* : *Tortrix viridana* et *Ephesia nymphaea*.

Le prochain pic de pullulation devrait se manifester au plus tard vers 2018. Alors, il est souhaitable de poursuivre ces travaux afin de mieux comprendre, tenter de prévoir l'évolution des gradations à venir et afin d'opter pour des méthodes de surveillance et de lutte biologique pour une bonne protection des forêts spécialement des chênaies. Une investigation au cours de la phase de latence serait d'un grand intérêt pour mieux raisonner l'évolution du défoliation dans son biotope naturel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Attal-Bedreddine A., 1995. *Contribution à l'étude des insectes du chêne vert, Quercus ilex L., dans le parc national de Chréa*- Thèse de Magister. Inst. Nati. Agro. El-Harrach, Alger. 97p.
2. Balachowsky A., 1949. Faune de France-50 coléoptères scolytides. Ed. Lechevalier, Paris, 320p.
3. Balachowsky A., Mesnil L. 1935. *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées*. Tome 1. Busson, Paris, 627p.
4. Barbero M., Loisel R., 1980. Le chêne vert en région méditerranéenne. *Revue forestière de France* .N°6, pp.531-543.
5. Barbosa P., Capinera J.L., Harrington E.A., 1975. The Gypsy moth parasitoid complex in Westem Massachusetts: a study of parasitoids in areas of high and low host density. *Environ. Entomol.*, 4(5), 842-846.
6. Becker M., Picard J. F., Timbal J., 1980. Je reconnais les arbres, arbustes et arbrisseaux. Région méditerranéenne. Ed. Masson, 160p.
7. Belabbas Z., 2007. *Etude des pontes de Lymantria dispar (Linnaeus ., 1758) (Lepidoptera : Lymantriidae) sur le chêne vert et sur le cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Chréa*. Mém. Ing. Inst. Nati. Agro. El-Harrach. Alger.58p.
8. Bellabas Z., 2010. *Caractéristiques biologiques et écologiques des pontes du Bombyx disparate, Lymantria dispar L. (Lepidoptera : Lymantriidae) dans les yeuseraies des Parcs Nationaux de Chréa et de Djurdjura*. Thèse Mag. Ecol. Nati. Sup. Agro. El-Harrach, Alger. 114p.
9. Ben Jamaa M.L., M'nara S., Villemant C., Khaldi A., 2002. *Lymantria dispar L (Lepidoptera, Lymantriidae) en Tunisie : état actuel des connaissances et perspectives de recherche*. *IOBC/wprs. Bull.*, 25 (5) : 101-108.
10. Bendaikha L., 1964. Les incendies de forêts. *Revue l'Algérie agricole*, 24p.
11. BenMechri S., 1994. *Etude bioécologie des insectes xylophages et des mangeurs des glands de trios chênaies : Subéraie, Afarecaie et Zeenaie de la forêt de Tamentout*. Thèse Mag., Inst., Sci., Nat. Annaba, 105p.
12. Bensaâda F., *Caractéristiques biologiques des stades nymphal et embryonnaire du Bombyx disparate, Lymantria dispar (L.) dans un peuplement mixte à Chréa (Blida)*. Thèse. Ing. Inst. Nat. Agro. El-Harrach. 72p.

13. Bess H.A., 1961. Population ecology of the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera, *Lymantriidae*). Bull. Conn. Agr. Exp. Stn., 43 pp.
14. Bouabdellah S. et Boukerdena F., 1997. *Distribution spatio-temporelle des pontes de Lymantria dispar L. (Lepidoptera : Lymantriidae) dans la forêt de Zitouna (Collo)*. Mém. Ingénieur .Inst. Nati. Agro. El Harrach. Alger. 60p.
15. Boudissa K., 2006. *Contribution à l'étude de la bioécologie de Lymantria dispar en châtaigneraie et en yeuseraie à Chrèa (Blida)*. Thèse. Ing .Inst. Nati. Agro. El- Harrach. Alger, 66 p.
16. Boudy P., 1950. *Economie forestière nord africaine*. Tome 2(1) : Monographie et traitements des essences forestières. Ed. Larose, Paris, 525p.
17. Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. La maison rustique, Paris, 505p.
18. Boudy P., 1955 *Economie forestière nord africaine* .Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris, 483p.
19. Bouhraoua R.T., 2003. *Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes*. Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac.Sci.,Univ.Tlemcen , 267p.
20. Chakali G., 2006. Bioécologie de l'hylisine des pins *Tomicus destruens* Wollaston, 1865 (Coléoptera : Scolytidae) dans la forêt naturelle des Senalba Chergui (Djelfa-Algérie). Thèse. Doct. Inst. Nat. Agro. El-Harrach. Alger. 139p.
21. Chakali G., Ghelem M., 1996. Les insectes ravageurs du chêne liege (*Quercus suber* L.) en Algérie. Séminaire sur la régénération des forêts de chêne liege dans les pays méditerranéens, Tabarka, Tunisie, 6p.
22. Chakali G., Ghelem M., 2008. Etat sanitaire des subéraies en Algérie, *Annale de la recherche forestière au Maroc*. Tome (39) 93 9 : 93-99.
23. Chakali G., Attal-Bedreddine A., Ouzani H., 2002. Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Quercu ilex*, en Algérie. *IOBC Wprs. Bull.*25 (5) :101-108.
24. Dahmani M., 1984. *Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (Quercus rotundifolia Lamk) des monts de Tlemcen (ouest Algérien) approche phytoécologies et phytosociologiques* .Thèse. Doct. 3^{eme} cycle. Inst .Bio. USTHB. Alger. 238p.

25. Dahmani M., 1997..*Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (Quercus rotundifolia Lamk) des monts de Tlemcen (ouest Algérien) approche phytoécologies et phytosociologiques.* Thèse Doc., Inst .Bio. USTHB.238p.
26. Dajoz, R., 1980. *Ecologie des insectes forestiers.* Gautiers-Villars. Paris, 489 pp.
27. De Lepiney J., 1930. Contribution à l'étude du complexe biologique de *Lymantria dispar* L. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*, 23, 100pp.
28. Derbal R., 2000. *Contribution à l'étude des insectes des glands dans les yeuseraies de la région de Ras El-Oued Bordj Bou Arréridj.* Thèse Ing. Inst. Natio.Agro. El-Harrach. Alger. 65p.
29. DGF, 2005. Superficies, potentialités, et bilan d'incendies des forêts algériennes.
30. Du Merle, P. 1980. Utilisation de pièges sexuels dans une étude de la tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* L. en montagne Méditerranéenne. Colloques de l'INRA sur les phéromones sexuelles et les médiateurs chimiques chez les insectes : utilisation en lutte intégrée, *Colmur* : 125-129.
31. Du Merle, 1999. Développement parthénogénétique chez la tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* L. (Lepidoptera, Tortricidae). *Bull.Soc, entomol,Fr.* , 104 (1) : 85-90.
32. El Hassani, A., Graf, P., Hamdaoui, M., Harrachi, K., Messaoudi, J., Mzibri, M., Stili, A. 1994. *Ravageurs et maladies des forêts au Maroc. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts.* Edition D.P.V.C.T.R.F., Rabat, 203 p.
33. El Yousfi M., 1984. *Les contraintes exercées sur le chêne-liège au Maroc: exemple de la Mamora.* Rabat: Sta. Rech. for., 44 p.
34. Ferka Zazou N., 2006. *Impact de l'occupation spacio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, Wilaya de Sidi Bel Abbes, Algérie.* Thèse. Magister. Foresterie. U.Aboubekr Belkaïd Tlemcen. 114p.
35. Fraval A., 1984. Influence de la qualité et de la quantité de l'alimentation sur les fluctuations des populations de *Lymantria dispar* en forêt de la Mamora (Maroc). *Agronomie*, 4 (9) : 819-828.
36. Fraval A., 1986. La régulation des populations de *Lymantria dispar* (Lepidoptera., Lymantriidae) en subéraie marocaine atlantique : effets du climat, des entomophages et des facteurs anthropiques. *Appl. Ent.*, 102 :38-52.
37. Fraval A., 1989. *Lymantria dispar*, Ed. Actes. Rabat, 220 p.

38. Fraval A., Herard F., 1975. Programme de prospection de la faune antagoniste de *Lymantria dispar* (L.) au Maroc U.A.V. Doc. Labo. Zool. I.A.V. Hassan II Maroc, 45 p.
39. Fraval A et Mazih A., 1980. Mortalité de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. Lymantriidae) sur trois placeaux de la subéraie de la Mamora, en 1978. *Ann. Rech. For. Maroc*, 20, pp : 269-288.
40. Fraval A., El Yousfi., 1989. Dispersion active et passive de *Lymantria dispar* (L) (Lép ; Lymantriidae), cas de la subéraie Marocaine atlantique. *J. Appl.Ent.108*. Rabat. Maroc : 335-346.
41. Fraval A, Villemant C, Chorfi B et Ramzi H. 1988. Etude d'une infestation locale de la subéraie de la Mamora par le Bombyx disparate, *Lymantria dispar* (L.) (Lep. Lymantriidae), en 1987. *Ecologia Mediterranea XIV (3/4)*. pp :101-119.
42. Fraval A., Graf P., Hamdaoui M., Kadiri Z., Ramzi H., Villemant C., 1989. *Lymantria dispar*. Actes Editions, Rabat, 220 p.
43. Fuester R.W., Gruber F, Drea J.J., Herfried H., 1988. Parasites of *Lymantria dispar* (Lepidoptera. Lymantriidae) in France and their relation to a biological control program. *Acta. Ecologica*, Vol. 9 (4): 385-402.
44. Fuester R.W., Drea J.J. Gruber F., Hoyer H., Mercadier G., 1983. Larval parasites and other naturel enemies of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) in Burgenland, Austria, and Würzburg, Germany. *Environ. Entomol*, 12(3), 724-737.
45. Ghazi A. et Lahouati R., 1997. Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst. Nat. Etudes de Stratégie Globale. 45p.
46. Guinier PH., 1947. *Technique forestière* .Ed. La maison rustique. Paris, 316 p.
47. Hamdaoui M., 1994. *Les défoliateurs : Le Bombyx disparate* in El-Hassani A., Graf P., Harrachi k., Messaoudi J., Mzibri M., et Stick A., *Ravageur et maladies des forêts au Maroc*. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts. Ed. Maroc, pp.35-48.
48. Hamra Kroua S., (1986). Note préliminaire sur les ennemis naturels de *Lymantria dispar* dans les forêts de Chêne-liège dans le nord constantinois. *Ann. Inst. Nati. Agro. El Harrach*. Alger. Vol 10. N 1. Pp 26-44.

49. Hamra Kroua S., 1989. *La bioécologie de la "Spongieuse" Lymantria dispar dans les forêts de Chêne-liège dans le nord constantinois*. Thèse de Mag. Univ. Constantine. Algérie, 98p.
50. Herard F., 1984. Etude des relations trophiques entre *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera. Lymantriidae) et *Quercus suber* (L.) (Fagaceae) dans les conditions - simulées en laboratoire - de la forêt de Mamora (Maroc) :1, Enoncé général des résultats. *Actes Inst. Agro. Vét.* (Maroc) ,4 (1) : Pp 147-155.
51. Herard F., Fraval A., 1980. La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.)(Lép.Lymantriidae) au Maroc. *Acta. Ecologica*, 1(1) :35-48.
52. Jacquiot C., 1938. *Le chêne vert*. Ed. Hermam et Cie, Paris, 74p.
53. Johnson P.C., Mason D.P., Radke S.L., Tracewski K.T., 1983. *Gypsy moth, Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae), egg eclosion: degree-day accumulation. *Environ. Entomol.*, 12(3), 929-932.
54. Joly R., 1975. Les insectes ennemis des pins. E.N.G.R.E.F., Vol. I, Nancy, 222p.
55. Kassim S., 1988. *Les ennemis de Lymantria dispar L. (Lep.Lymantriidae) en subéraie de la Mamora (Canton A) en 1987-88*. Mém. Ing. Phytiatre. I.A.V.Hassan II (Rabat) ,73p.
56. Kerris T et Khouas M.G., 2005. La spongieuse *Lymantria dispar* [http/ www.Hacharate .Dz](http://www.Hacharate.Dz).
57. Khouas M.G. 1993. *Contribution à l'étude de l'écologie et du contrôle naturel de Lymantria dispar en chênaie verte du Djurdjura (Tikjda)*. Thèse de Magister Biologie, USTHB, Alger, 133p.
58. Khouas M.G., Demolin G., 1997. Contribution à la dynamique intracyclique de *Lymantria dispar* L. en forêt de Tikijda (Parc National). *Bull. Soc. Hist.nat. Afr.* N° 72 : 65-79.
59. Kireeva I.M., 1975. Variability in morph-physiological characteristics in a population of *Lymantria (Porthetria) dispar* in the lower dnierper region. *Vestnik Zoologi*, 1, 62-66.
60. Kireeva I.M., 1986. Phenetic methods of investigating *Lymantria dispar*. *Lesnoe Khozyaistvo*, (11). 50-52.
61. Lanier L., Joly R., Bellemeur A., 1976. *Mycologie et pathologie forestière*. Ed. Masson, Paris, Paris II, 478p.

62. Lavoit A.V., 2004. *Résistance au stress thermique et lumineux et émissions de CO₂ chez deux espèces de chêne méditerranéens (Quercus ilex et Quercus suber)*. Thèse. DEA. Univ. Marseille. 50p.
63. Luciano P et Prota R, 1985. La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardinia. III. Indicatori biologici della gradazione. *Frustula entomologica*. 7-8. pp : 613-630.
64. Mecellem D., 2009. *Bioécologie et faune associée au Bombyx, Lymantria dispar L. en phase de gradation dans le massif forestier de l'Atlas blidéen*. Thèse. Mag. Ecole. Nati. Sup. Agro. El-Harrach. 103p.
65. Morsli S., 2008. *Ecologie et biologie du Bombyx disparate, Lymantria dispar L (Lep : Lymantriidae) dans le parc national de Chréa*. Thèse. Mag. Inst. Nati. Agro. El-Harrach. 81p.
66. Nageleisen L.-M., 1993. Les Dépérissements d'essences feuillues en France. *Revue forestière française*, vol. XLV, n° 6, pp. 605-620.
67. Nageleisen L.-M. 2005. Les sécheresses, principal facteur déclenchant de dépérissement au cours du XXème siècle. *Forêt entreprise N°162 –Avril 2005/2*, pp. 35-37.
68. Nageleisen L.-M., Hartmann G., Landmann G., 1991. Dépérissements d'essences feuillues en Europe occidentale : cas particulier des Chênes rouvre et pédonculé. In *Actes du 10° Congrès forestier mondial, Paris, Revue forestière française*, n° hors série 2, 1991, pp. 301-306.
69. Nierhaus-Wunderwald D., Wermlinger B., 2001. Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.). *Inst. Fed. Rech. WSL. Birmensdorf. Vol.34*, 8p.
70. Odell M.N., BUTT C.A., Bridgeforth A.W., 1985. *Lymantria dispar*. In: PRITTAM SINGH, R. F. MOORE: *Handbook of insect rearing*. Vol. 2. Elsevier, Amsterdam, 355-367.
71. O.N.M, 2010. *Bulletin décadaire d'information climatique et agronomique*. Ed. Office. Nati. Météo. Cent. Clim. Nati. Dar El Baeida,
72. Oukid M, L., 1991. *Etude d'un ravageur des forêts : Lymantria dispar (Lépidoptera : Lymantriidae). Bioécologie dans la forêt de la Gourrah. Action des facteurs écologiques et activité du thuricide HP et du Dimilin* -Thèse. Mag. Université d'Annaba. Algérie. 87p.

73. Ouakid M.L., Farine J.P., Soltani N., 2005. Effets des extraits de plantes associées au chêne-liège sur l'attraction en enceinte des chenilles de *Lymantria dispar*. *IOBC Wprs Bull.*, 28(8) : 171-178.
74. Ozenda P., 1977. Flore du Sahara. Edit. du CNRS. 625p.
75. Pardé L., 1937. Les feuillus. Ed. La maison rustique, Paris, 380p.
76. P.N.D., 2009. Plan de gestion du Parc National du Djurdjura. 26p.
77. Plaisance G., (1977). Le chêne-liège. *Forêt Privée*, 118, pp-57-64.
78. Rabasse J.M., Babault M., 1975. Etude d'une population de *Lymantria dispar* L., (Lep. Lymantriidae) dans les conditions méditerranéennes. *Sci. Agr. Rennes*, 143-160.
79. Ramzi H., 1987. *Surveillance des ravageurs de la subéraie dans la forêt de la Mamora (canton A, 1986-1987)*. Mém. C.E.A. Ecol. Génét. Pop. Fac. Sci. Rabat. Doc. Déprt. Zool. I.A.V. Hassan II (Rabat), 49pp. +ann.
80. Ramzi H., Atay-Kadiri Z et Elatry-Tazi S, 2006. Les interventions de lutte contre *Lymantria dispar* L (Lép ; Lymantriidae) depuis 1991 en Maamora (Maroc) : Impact sur les fluctuations d'effectifs du ravageur. *Act. Congrès. Inter. Ento. Némat. Inst .Nati .Agro. El Harrah. Alger.* pp : 115 - 128.
81. Reardon R.C., 1976. Parasite incidence and ecological relationships in field population of Gypsy moth larvae and pupae. *Environ. Entomol.*, 5,981-987.
82. Salmon Y., 2004. *Déphasages phénologiques chez le chêne vert (Quercus ilex L) et conséquences fonctionnelles*. Thèse .DEA. Ecol. Natio. Sup. Agro. Montpellier. 105p.
83. Seigue A., 1985. *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes*. Ed. g. p. Maisonneuve. Larose. Paris. 502p.
84. Semlali L.A., 1986. *Contribution à l'étude du développement embryonnaire de Lymantria dipar (L.) (Lepidoptera-Lymantriidae)*. Mém. C.E.A. Embryologie. Doc. Fac. Sci. Dépt. Biol. anim. Rabat, 65pp.
85. Sisojevic P., 1979. Interactions in the host-parasite system, with special reference to the Gypsy moth- Tachinids (*Lymantria dispar* L.-Tachinidae). *16th Inter. Plant Prot. Conf. Izmir (Turquie). 10-16 oct.*, 108-114.
86. Seltzer P., 1946. *Climat de l'Algérie*. Inst, nati, météo. phys., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.

87. Villemant C., 1989. Les ennemis naturels des chenilles et des chrysalides de *Lymantria dispar* (Lép. *Lymantriidae*) au Maroc. Doc. Dépt. Zool. I.A.V. Hassan II. Rabat. Laroka.89.1. pp : 1-44.
88. Villemant C., 1993. *Les prédateurs-démantèleurs des pontes de Porthetria dispar dans les subéraies marocaines*. Thèse. Doc. Université d'Orléans, Tome 1, 281p.
89. Villemant C., 2003. Le Bombyx disparate en corse. *Insectes*, Vol. 3 (130). 10p.
90. Villemant C., 2005. La gradation 2000-2003 du Bombyx disparate en Corse : échantillonnage simplifié des pontes et étendue des défoliations. *IOBC/WPRS Bull.*, 28(8) : 155-162.
91. Villemant C., 2006. Bilan de la situation de *Lymantria dispar* dans l'ouest de bassin méditerranéen. *Actes du Congrès International Entomologie et Nématologie. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger* : 101- 114.
92. Villemant C., Fraval A., 1991. La faune du chêne liege. Actes Editions, Rabat, 336p.
93. Villemant C., Andrei-Rei-Ruzi M.C., Leca E., 2006. Le Bombyx disparate, défoliateur des subéraies et yeuseraies de Corse et du bassin méditerranéen. *Bull. Soci. Scie Hist. Nat. Corse. BSSHNC N°714-715* 145 p.