

Institut national agronomique El Harrach - Alger
Thèse en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques
Département : Zoologie Agricole et forestière
Spécialité : Protection des Végétaux Zoologie Option : Zoophytatrie

***Ecologie et biologie du Bombyx disparate,
Lymantria dispar L. (Lep. : Lymantriidae)
dans le Parc National de Chrèa***

Présenté par :

Mlle Samira MORSLI

Directeur de thèse : M^r CHAKALI G. M/Conférences
ANNÉE UNIVERSITAIRE: 2007/2008

Jury : Président : M^r DOUMANDJI S.E. Professeur Examineurs : M^r MOKABLI A. M/Conférences M^r
BOUHRAOUA R.T. M/Conférences M^r DAHAL R. Invité

Table des matières

Remerciements . .	5
Liste des abréviations . .	6
ص خ لم . .	7
Résume . .	8
Abstract . .	9
Introduction générale . .	10
Première partie Pullution du Bombyx disparate . .	12
Un ravageur aux potentialités étonnantes . .	12
2. Répartition géographique . .	13
3. Le Bombyx disparate : Evaluer le niveau de risque . .	14
4. Dégâts et conséquences . .	15
5. Importance pour la forêt et l'économie forestière . .	16
6. Régulation naturelle . .	16
7. Facteurs de fluctuation et de dispersion des populations . .	19
7.1. La plante-hôte . .	19
7.2. Le climat . .	20
8. Aire de répartition des arbres hôtes . .	20
9. Historique des pullulations de <i>Lymantria dispar</i> . .	20
10. Fréquence des gradations dans les régions maghrébines . .	21
10.1. Dernière gradation de 1986 par pays Maghrébins . .	21
11. Moyens de lutte contre le Bombyx disparate . .	23
11.1. Surveillance pratique . .	23
11.2. Autres méthodes de lutte utilisées . .	24
Deuxième partie : Matériels et méthodes . .	27
Les sites d'étude . .	27
Localisation du Parc National de Chréa . .	27
Localisation de la commun de Bou-Arfa . .	28
Etude des émergences des adultes . .	29
2.1. Emergences dans la nature . .	29
2.2. Emergences au laboratoire . .	29
3.2. Dénombrement des pontes . .	29
Récoltes des pontes . .	30
Contrôle des œufs de <i>Lymantria dispar</i> . .	31
7. L'indice de démantèlement . .	32
8. Action des ennemis oophages . .	33
8.1. Parasite embryonnaire . .	33
8.2. Parasites des chenilles et des chrysalides . .	33
Inventaire des espèces prédatrices de <i>Lymantria dispar</i> . .	34
9.1. Longévité et maintien des adultes de parasitoïdes . .	35
Pesée et biométrie des stades larvaires de <i>Lymantria dispar</i> . .	35

Analyse des paramètres étudiés . . .	35
Troisième partie Résultat et discussion . . .	36
1. Rythmes d'émergence des papillons de <i>Lymantria dispar</i> . . .	36
1.1. Au laboratoire . . .	36
1.2. Dans la nature . . .	38
Quantification des pontes sur les quatre plantes hôtes . . .	38
Quantification et répartitions des pontes par arbre . . .	41
Densité des populations de <i>Lymantria dispar</i> . . .	42
Analyse des catégories des œufs . . .	43
L'indice de démantèlement des pontes . . .	44
7. Incidence des éclosions et le débourrement des arbres . . .	45
8. Chronologie des éclosions des pontes de <i>Lymantria dispar</i> . . .	45
8.1. Sur terrain . . .	46
8.2. Au laboratoire . . .	46
9. Biométrie et poids des stades larvaires . . .	48
9.1. Poids des chenilles . . .	48
9.2. Longueurs des chenilles et des capsules céphaliques . . .	48
9.3. Largeurs des capsules céphaliques . . .	50
10. Stade chrysalides au départ de la nouvelle génération . . .	51
10.1. Variation du poids des chrysalides en 2006 . . .	51
10.2. Variation du poids des chrysalides en 2007 . . .	52
11. Sex-ratio de <i>Lymantria dispar</i> . . .	55
12. Impact des ennemis naturels . . .	57
12.1. Parasites des pontes de <i>Lymantria dispar</i> . . .	57
12.2. Prédateur des pontes de <i>L.dispar</i> . . .	58
12.4. Prédateurs larvaires . . .	61
12.5. Autre agents . . .	62
13. Comportement biologique de l'insecte . . .	62
14. Les plantes hôtes de <i>L. dispar</i> au Parc National de Chréa et à Bou-Arfa . . .	63
Conclusion générale . . .	65
Bibliographie . . .	67
Références électroniques . . .	71
Annexes . . .	72
Annexe 1 . . .	72
Annexe 2 . . .	73

Remerciements

En premier lieu, je remercie Allah le tout puissant pour m'avoir accordé le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail.

Mes vives remerciements vont d'abord à ceux que j'aime le plus dans ce monde mes parents et ma famille qui mon beaucoup aider dans mon travail, ainsi qu'a mes amis (es).

Qu'il me soit permis aujourd'hui de remercier tous ce qui m'ont aidé à mener à terme ce travail.

Tous d'abord, j'ai le plaisir d'exprimer mes plus vifs remerciements et ma profonde gratitude à **Mr CHAKALI G.**, Maître de conférences au département de zoologie agricole et forestière, qui a facilité mes moyens de travail et pour avoir assumé la direction de cette thèse, pour tous le temps qu'il m'a consacré, pour l'aide qu'il m'a fourni, ses encouragements et ses précieux conseils.

Mes remerciements s'adressent également à **Mr DOUMANDJI SE.**, professeur au département de zoologie agricole et forestière, pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury de ma thèse

Il me serait agréable de remercier **Mr BOUHRAOUA R.T.**, Maître de conférences à l'université de Tlemcen, pour son aide précieux, pour ses encouragements qui n'ont pas cessé durant tout le long de ce travail qu'il trouve ici l'expression de ma plus haute considération.

Je tiens également à remercier **Mr MOKABLI A.**, Maître de conférences au sein de l'Institut National Agronomique, **Mr DAHAL R.**, Ingénieur principal et chef de Département au Parc National de Chrèa pour avoir bien accepté d'examiner ce travail.

Ma reconnaissance et mes remerciements à **Mr GHELEM M.**, technicien à l'institut national agronomique d'El Harrach de m'avoir guidé sur le terrain au niveau du Parc National de Chrèa, ainsi que l'équipe des forestiers, en particulier **Mr ZIARI M**, **Mr SBABDJI M**, **M^{me} BAZIZ W**, **M^{me} BENMESSOUD N**, **M^{lle} MECELEM D**, **MrPIAZZETTA P** et **Mr SALIS A** qui ont participé à ce travail.

Toute ma reconnaissance et mes remerciements à **M^{me} VILLEMANT C**, **M^{me} ATAY-KADIRI Z**, **M^{me} ANYTRI-TAZIS**, **Mr EDMUNDO S**, pour leurs encouragements et conseils qu'il trouve ici l'expression de ma plus haute considération.

Liste des abr eviations

I.M.L : Institut Méditerranéens du liège

P.N.C : Parc National de Chr a

DGF : Direction générales des forêts

ص خلم

التحيز التدريجي لجنادوب البلوط *Lymmantria dispar* في الجزائر يتعاقب كل 10 سنوات تقريبا. وقد صلاص الاخول في مرحلة ما قبل التدرج العام 2006. أربع محطات مروفة والتي تختبر مؤرا أولية لهجوم الحشرة المضررة اختيرت في الحديقة الوطنية للشريعة و في بوعرفة. للمرة الأولى أخذت عدة بيانات أثناء هذه الدراسة حول كثافة التبييض وتأثير الأعداء أكلات البيضه البرقات و الشرقات. دراسة التبييض لجنادوب البلوط بينت وفرة نسبية بمعدل 89 إتببيض في كل شجرة على *Castina sativa* و بمعدل 49 تبييض على *Quercus ilex*. عد البيض اظهر بوضوح مثلا قار ب 77 بيضة للتبييض الواحد في البلوط المأخى و قار ب 286 بيضة للتبييض الواحد في الكستنائى التطفل الجنيني ب *Ooencyrtus levanus* ضحييف جدا لا يتدى النسبة 3% نسبة التطفل و النهب البرقى و الشرنقى تبقى مرتفعة و تقارب مع الخاصة بالمناطق الأخرى انسجام فينولوجي جيد بين تبر عم الشجرة المضيقة و تقيص بعض *Lymmantria dispar* تحت تأثير ضروري لانطلاق أول هجوم. تتعلق بالظروف المناخية لكل محطة. أما بالنسبة لحالة الورق عويت عن طريق ملاحظت أجريت على أشجار حصل علامات.

كلمات المفتاح: جادوب البلوط، *Lymmantria dispar*، التبييض، التبر عم، التطفل الجنيني، النهب البرقى و الشرنقى.

Résumé

Les gradations du Bombyx disparate, *Lymantria dispar*, en Algérie se sont succédées tous les 10 ans environ. L'année 2006 a coïncidé avec l'entrée en phase de progradation. Quatre stations reconnues comme étant des foyers primaires potentiels d'infestation du ravageur ont été sélectionnées dans le Parc National de Chrèa et a Bou-Arfa .Pour la première fois des relevés portant sur la densité des pontes, l'impact des antagonistes oophages, larvaires et nymphales ont été effectués durant cette étude.

L'étude des pontes du bombyx disparate a montré une abondance relative de 189 pontes en moyenne par arbre sur *Castina sativa* et 49 pontes en moyenne sur *Quercus ilex*. Le dénombrement des œufs a mis en évidence, une moyenne de 77 œufs par ponte en subéraie et 286 œufs par ponte en châtaigneraie .Le parasitisme embryonnaire par *Ooencyrtus kuvanae* est très faible ne dépassant pas 3 %. Le taux de parasitisme et de prédation larvaire et nymphal reste élevé et se rapprochent de ceux d'autres régions.

Une bonne concordance phénologique entre le débourrement de l'arbre hôte et l'éclosion des œufs de *Lymantria dispar* est en effet nécessaire au déclenchement d'une nouvelle infestation. Elle dépend des conditions micro- climatiques de chaque station. L'état du feuillage a été noté à partir d'observations sur les arbres marqués.

Mots clés : Bombyx disparate, *Lymantria dispar*, pontes, débourrement, parasitisme embryonnaire, prédation larvaire et nymphal.

Abstract

The gypsy moth gradation occurred approximately each decade. In 2006 in Algeria, *Lymantria dispar* entered the progradation phase, 4 stations considered as potential primary infestation sites were selected; in each site, 30 host trees were marked in order to investigate tow of the biotic factors governing the population dynamics of this insect.

Study of eggs-masses of the Gypsy moth showed abundance 189 laying on average per tree on *Castina sativa* and 49 laying on average on Holm oak. The enumeration of eggs highlighted, an average of 77 eggs per laying on the Cork oak and 286 eggs per laying on the chestnut tree. Eggs parasitism by *Ooencyrtus kuvanae* is very weak, not exceeding 3%.

A good phenologie concordance between the host tree beginning foliation and the hatching period of *Lymantria dispar* is necessary to induce a new gradation. It depends on the micro-climatic conditions of each station.

Key words: Gypsy moth, *Lymantria dispar*, Eggs-mass, foliation, predatory

Introduction générale

Les forêts méditerranéennes couvrent une aire géographique d'environ 81 millions d'ha, constituées par une mosaïque d'essences forestières, dont le chêne-liège et le chêne vert, le cèdre de l'Atlas. Toutefois, ces peuplements sont actuellement menacés ; les symptômes de dépérissement les plus caractéristiques sont les défoliations sévères.

Le *Bombyx disparate*, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae) est le principal défoliateur des forêts de chênes de l'hémisphère nord. Les pullulations de ce papillon sont originaires du Japon et de Corée. De là il a gagné de proche en proche : la Chine, l'Afghanistan, l'Iran, l'Europe (depuis la Scandinavie jusqu'à l'Espagne) puis l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc). Il a été introduit en Amérique du nord à la fin du 19e siècle par un chercheur français. Dans ce pays, le *Gypsy Moth* est devenu le ravageur forestier le plus coûteux. Il a su rapidement coloniser le continent où il est actuellement le ravageur principal des forêts (Fig.1).

(Herard et Fraval, 1980 ; Fraval, 1989 Villemant, 2003 ; Villemant *et al*, 2006 ; Villemant, 2006).



Fig. 1 : Dispersion de *Lymantria dispar* dans le monde

(Paparatti, 2006)

Les surfaces défoliées, qui s'étendent parfois sur des centaines de milliers d'hectares, semblent s'être multipliées au cours des dernières décennies. Occasionnelles ou cycliques selon les régions, les gradations de *L. dispar* en région méditerranéenne se manifestent de façon très diverse selon la situation géographique et l'étendue des peuplements concernés (Villemant, 2006).

En Algérie, les régions où pullule cet insecte sont très vastes : il a été signalé dès 1925 (Delassus, 1925 in Ouakid, 2005) puis de manière discontinue dans l'Est du pays (Ouakid, 1991). Dans la région d'El Tarf, à l'Est, d'importantes pullulations ont été signalées à partir de 1984 (Hamra Kroua, 1989), mais aucun suivi des infestations n'avait été alors entrepris. 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, 2005), et du Djurjura (Khouss, 1993). Le suivi des deux gradations a permis de préciser le cycle évolutif du ravageur en fonction des données écologiques (climat, altitude, végétation) et de dénombrer les différentes écophases (Ouakid, 2005).

En 2006, nous avons effectué un suivi des populations de *Lymantria dispar* dans la forêt de Bou-Arfa et du Parc National de Chrèa. La présence totale de défoliation, l'abondance et la grande taille des pontes, qui renferment une proportion élevée d'œufs viables, suggèrent que les populations du ravageur sont en début de progradation. Des stations d'étude et de surveillance du ravageur et de ses ennemis naturels en période de progradation ont été mises en place entre 2006 et 2007 sur quatre essences forestières, considérés comme foyers d'infestation potentiels.

L'étude s'est basée sur l'effet et l'action du facteur trophique sur la dynamique de population de *Lymantria dispar*, notamment sur le dénombrement des pontes pour déduire les zones contaminées.

L'intérêt de l'étude vise à la contribution et à la caractérisation des différents états biologiques de l'insecte dans son milieu naturel, dont le but est de prévoir une gestion plus rationnelle dans les interventions.

La première partie est consacrée à une synthèse des pullulations de *Lymantria dispar*. La deuxième partie regroupe des informations sur la forêt de Bou-Arfa et le Parc National de Chrèa et la méthodologie adoptée. La troisième partie porte sur les résultats et discussions, et à l'étude du comportement de quelques particularités biologiques de l'espèce.

Première partie Pullulation du Bombyx disparate

Le bombyx disparate, *Lymantria dispar* L. (Lep. Lymantriidae) est le principal défoliateur des forêts de chênes de l'hémisphère nord. On le rencontre dans les pays d'Europe méditerranéenne. Les pullulations de ce ravageur originaire du Japon et de Corée ont été signalées depuis la fin de 19^e siècle en France et en Espagne, et quelques décennies après en Algérie et au Maroc. Les chenilles, capables de consommer plusieurs centaines d'espèces végétales, attaquent préférentiellement les chênes. L'évolution actuelle du climat et des écosystèmes forestiers sous l'effet de l'activité humaine influence la dynamique des populations du ravageur comme le rythme de ses gradations.

Après une rapide présentation de *L. dispar* et de sa biologie, nous donnerons un aperçu historique de ses pullulations dans la région Maghrébine, avant d'analyser les méthodes mises en œuvre pour lutter contre ses infestations.

Un ravageur aux potentialités étonnantes

Le papillon n'a qu'une génération par an ; il doit son nom au fort dimorphisme sexuel des adultes. Le mâle, brun, svelte et bon voilier, a des antennes bipectinées ; la femelle, blanche et pourvue d'un volumineux abdomen beige, ne vole pas.

En juillet, elle dépose sur un tronc, un creux d'arbre ou de roche, une ponte ovale qu'elle recouvre avec les écailles de son abdomen. La ponte, de 3 à 4 cm de grand diamètre, renferme en moyenne 300 à 600 œufs. Le développement embryonnaire dure 2 à 3 semaines puis la jeune larve reste en diapause durant 9 mois (de juillet à avril) à l'intérieur de l'œuf (Villemant, 2006 ; Martin *et al*, 2007)

L'éclosion des œufs a lieu en mars avril, dès que les températures deviennent favorables, Les chenilles, qui seules s'alimentent, se développent en deux mois environ et passent par cinq stades larvaires, voire six pour certaines femelles (Fig. 2)(Villemant, 2003).

Il peut arriver que les conditions soient défavorables soit par une mauvaise qualité ou une limitation en quantité des ressources alimentaires, soit à cause d'un retard de débourrement des arbres (Martin *et al*, 2007).

Le développement larvaire dure en fonction de la température, de la qualité du feuillage ainsi que la densité des populations (Ridet, 1972 ; Hérard, 1984).

Le cycle de développement du Bombyx disparate est représenté par la figure 2

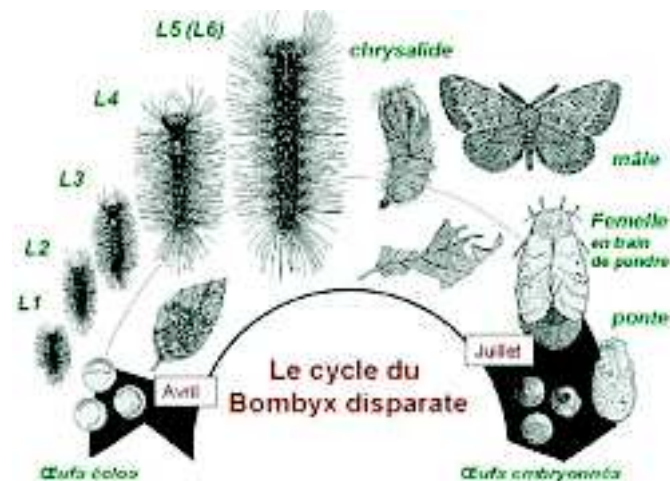


Fig. 2: Cycle biologique du *Bombyx disparate*

(Villemant, 2003)

La chrysalide, brune et glabre, demeure accrochée au tronc dans un filet de soie lâche. Les adultes émergents en Juin-Juillet (Villemant *et al*, 1995). La femelle émet une phéromone : le (7R, 8S)-cis-7,8-epoxy-2-methloctadécane, qui attire les mâles sur plusieurs centaines de mètres (Martin *et al*, 2007).



Fig. 3: Chenilles du premier stade sur la ponte (à gauche), les différents stades larvaires (à droite)

2. Répartition géographique

La distribution spatiale de *Lymantria dispar* en Algérie couvre l'ensemble des écosystèmes à chêne-liège et à chêne vert (Fig.4).



Fig. 4 : Répartition géographique du chêne liège et de *Lymantria dispar* en Algérie

3. Le *Bombyx disparate* : Evaluer le niveau de risque

La dynamique des populations du *Bombyx disparate* est considérée comme un phénomène cyclique où se succèdent des pics de pullulation, des périodes de progradation et de rétrogradation, ainsi que des phases de latence. La synthèse cyclique de son apparition est représentée dans la figure 5.



Fig. 5 : Dynamique cyclique du *Bombyx* (environ 10 ans en Corse) (Martin et al, 2007).

Durant la phase de progradation, la population de *Bombyx disparate* s'accroît progressivement. 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 : pontes de grande taille et très riches en œufs (Villemant, 2003).

Entre une phase de rétrogradation et une phase de progradation, il s'écoule quelques années avant un nouvel accroissement des populations, c'est la phase de latence. Au cours de cette période, les effectifs sont faibles et constants. Sur un cycle de dix ans, cette phase dure entre deux et cinq ans. Cette phase qui joue un rôle important dans la recolonisation du *Bombyx disparate* est pourtant mal connue (Martin et al, 2007).

Quand la densité de chenilles devient considérable, on parle alors de pullulation. Des défoliations importantes voire totales sont visibles sur de grandes surfaces. Dès que la zone infestée est complètement défoliée, les chenilles migrent à la recherche d'une autre source

de nourriture, s'attaquant à d'autres végétaux. Mais elles ne s'attaquent ni au figuier (*Ficus carica*) ni à l'olivier (*Olea europaea*) (Villemant, 2003).

4. Dégâts et conséquences

La défoliation provoque à court terme une baisse de productivité du bois et du liège. La production des glands peut être réduite pendant plusieurs années (Gottschalk, 1990). L'impact à long terme est plus subtil et intervient surtout sur des modifications de la composition spécifique des peuplements forestiers. Les arbres attaqués survivent bien sauf s'ils subissent d'autres conditions de stress (Lovett *et al.*, 2006).

Les chenilles, très voraces, gâchent les limbes plus qu'elles ne les consomment et l'on trouve fréquemment des débris de feuilles au pied des arbres. Lorsque les populations augmentent (début de gradation), ce sont préférentiellement les peuplements ouverts, à faible potentialité, ainsi que les lisières, qui semblent offrir les sites les plus attractifs. Cependant, dès qu'il y a pullulation, tous les types de peuplements peuvent être colonisés.

Les défoliations totales ne durent généralement que 2 ans sur le peuplement. Elles peuvent néanmoins être totales et affecter des massifs de plusieurs milliers d'hectares. Les défoliations partielles, même répétées, ne provoquent pas la mortalité directe des arbres.

Toutefois, elles peuvent largement compromettre l'accroissement des arbres, les glandées et la reprise de jeunes plantations ou régénérations.

Quant à elles, les défoliations totales et successives peuvent constituer des facteurs déclenchant de dépérissements, en particulier pour les peuplements déjà déficients, ou être associées à des mortalités dans des configurations exceptionnelles (Nageleisen, 2005).



Fig. 6 : Dégâts de *Lymantria dispar* sur chêne liège (à gauche), sur rameau de chêne liège (à droite)

La mortalité des arbres défeuillés varie beaucoup selon leurs états physiologiques. Les arbres qui sont en mauvais état ont un taux de mortalité élevée (Fig. 7).

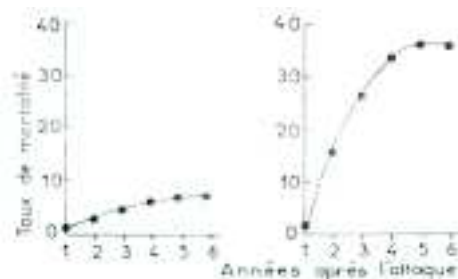


Fig. 7 : taux de mortalité chez divers chênes américains après sévère défoliation par *Lymantria dispar*. À gauche, arbre en bon état physiologique. À droite, arbre en mauvais état physiologique (Campbell et Sloan, 1977 in Dajoz, 1998)

La défoliation peut modifier la composition spécifique de massifs forestiers en réduisant l'importance relative de certains arbres. Des défoliations répétées par *Lymantria dispar* défavorables aux chênes et elles favorisent d'autres arbres comme le pin et l'érable (Fig.8).

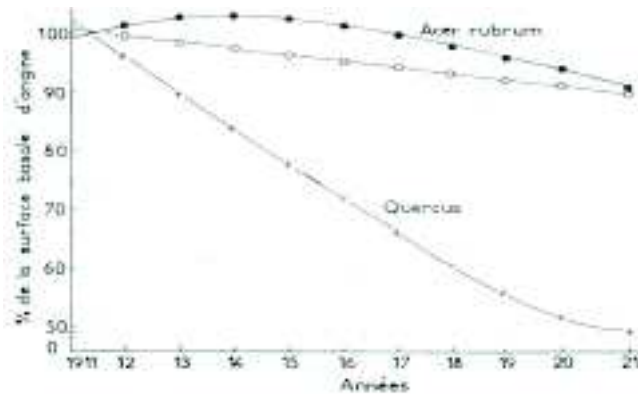


Fig. 8 : Variations de l'importance relative de divers arbres dans un massif forestier soumis à des défoliations répétées par *Lymantria dispar*. L'importance relative des arbres est le pourcentage des surfaces basales de chaque espèce la valeur 100 étant attribuée à l'année 1911. Les cercles blancs correspondent à l'ensemble des arbres. (Campbell et Sloan, 1977) In Dajoz, 1998).

5. Importance pour la forêt et l'économie forestière

Les feuillus défoliés lors d'une pullulation reverdissent généralement au cours du même été, les peuplements touchés se remarquent facilement en automne, une seule défoliation due au *Bombyx disparate* n'est pas néfaste au feuillus.

Par contre les infestations répétées plusieurs années de suite peuvent entraîner une baisse de croissance, une réduction des semences et la formation de bourgeons gourmands. Dans ce cas, le risque, normalement faible, que l'arbre ne meure s'accroît si des facteurs abiotiques (extrêmes climatiques, gels précoces ou tardifs) s'y ajoutent (Nierhaus-Wunderwald *et al*, 2001).

Les signes du dépérissement se manifestent souvent un an après une première invasion de polyphage. Une seule attaque du *Bombyx* peut être fatale à d'autres résineux (Nierhaus-Wunderwald *et al*, 2001). Une défoliation fait perdre de 40 à 100 % de l'accroissement en bois de l'année (Fraval, 1989).

6. Régulation naturelle

Le tableau 1 résumé la liste des principaux ennemis naturels du *Bombyx*

Tableau 1 : Liste des principaux ennemis naturels du Bombyx disparate

Ecologie et biologie du Bombyx disparate, Lymantria dispar L. (Lep. : Lymantriidae) dans le Parc National de Chrèa

Organisme	Agent pathogène (A) Parasites (P) Prédateurs (R)	Stade de développement de l'animal hôte (<i>Lymantria dispar</i>)	Remarques
Virus, Virus polyédres	A	Chenille adulte/ chrysalides	Ces pathogènes d'origine naturelle sont étroitement liés à leur animal hôte. Le virus du bombyx disparate déclenche une polyédrose.
Bactéries <i>Bacillus thuringensis</i> <i>Serratia marcescens</i>	A	Jeune chenille	Ces bactéries du sol, d'origine naturelle, se déposent sur le feuillage après avoir été transportées par le vent, les oiseaux.
Champignons <i>Beauveria bassiana</i> <i>Paecilomyces farinosus</i> <i>Entomophaga maimaiga</i>	A	(papillon)/Œufs/ Chenille/ Chrysalide	Une infection fongique pré suppose une forte humidité de l'air et du sol. Elle atténue largement les pullulations.
Tachinides (Tachinidae) <i>Parasetigena silvestris</i> <i>Blepharipa schineri</i> <i>Compsilura concinnata</i>	P	Chenille adulte ; les parasites naissent dans le corps des chenilles adultes et des chrysalides	<i>P.silvestris</i> gros œufs blancs déposés sur les segments antérieurs de la chenille hôte. <i>B.schineri</i> œufs minuscules déposés au bord des feuilles rongées par les chenilles qui les consomment avec leur nourriture. <i>C.concinnata</i> : œufs déposés dans la chenille, les parasitoïdes quittent le corps de la chenille morte pour se nymphoser, puis vont hiberner dans le sol.
Braconides (Braconidae) <i>Apanteles liparidis</i> <i>A. melanoscelus</i>	P	Jeune chenille	Les larves parasitent les chenilles du bombyx, à la fin de la période larvaire, elles sortent pour accomplir leur nymphose dans des cocons, elles sont souvent nombreuses.
Eupelmidae <i>Anastatus disparis</i>	P	Œufs	Si des jeunes œufs sont parasites, les 2 sexes peuvent se développer. Sinon, seuls les mâles, ou presque, arrivent à se développer.
			Ces prédateurs sont de bons grimpeurs tant à l'état de larve que d'insecte parfait. Ils vont

Carabides (Carabidae) <i>Calosoma sycophanta</i> , <i>C. inquisitor</i>	R	Chenille/Chrysalide	chercher leurs proies sur les arbres et les arbustes et se multiplient rapidement en cas de pullulation du Bombyx.
Silphides (Silphidae) <i>Xylodrepa quadripunctata</i>	R	Chenille / Chrysalide	

(Nierhaus-Wunderwald et al, 2001)

Les prédateurs et les parasites des différentes écophases sont représentées par la Fig.9



Fig. 9 : Les ennemis naturels du *Bombyx disparate*

(Villemant et al, 1995 ; Villemant et al, 2006)

7. Facteurs de fluctuation et de dispersion des populations

7.1. La plante-hôte

La coïncidence entre le débourrement des arbres et l'éclosion des œufs influe fortement sur le développement des pullulations. Après une défoliation totale, le chêne vert et le chêne-liège refont un nouveau feuillage après quelques semaines (Fraval, 1989 ; Villemant *et al*, 2006).

Les chênes qui n'ont pas débourré au printemps ne sont pas défoliés sauf s'ils sont envahis par des chenilles âgées qui se sont développées sur d'autres arbres ayant débourrés normalement (Villemant *et al*, 2006).

De nombreux travaux ont été consacrés à l'alimentation de *L. dispar* et à ses relations avec ses plantes hôtes, la polyphagie de cet insecte peut être exprimée plus ou moins en fonction de la diversité offerte par la forêt. Dans les peuplements forestiers mélangés,

certaines associations d'essences sont plus favorables que d'autres à *L. dispar* et leur répartition contribue à déterminer les zones sensibles (Fraval, 1989).

7.2. Le climat

La résistance des œufs de *L. dispar* au froid est remarquable : une température de $-2,2\text{ C}^{\circ}$ n'affecte pas les œufs protégés par la neige (Fraval, 1989). Mais il reste qu'une gelée tardive peut interrompre brusquement une infestation.

Les étés chauds et secs, en raccourcissant la durée du développement larvaire favorisent l'explosion des populations (Villemant *et al*, 2006).

Le vent est le véhicule de la dispersion de l'espèce. Il intervient dans des limites étroites de vitesses (de 1 à 3 m/s). En lisière, il créerait de bonnes conditions pour celles demeurées sur place et leur assurerait la survie et de bonnes performances de reproduction, les chenilles de l'intérieur périssant de famine (Fraval, 1989). Cette forme de dispersion est la plus efficace ; elle permet l'installation de nouveaux foyers d'infestation.

8. Aire de répartition des arbres hôtes

Lymantria dispar s'attaque à un grand nombre d'essences forestières (plus de 400 espèces y compris des conifères) (Villemant *et al*, 1995). Comme la plupart des insectes polyphages, *L. dispar* a ses préférences : les plantes sur lesquelles il se développe le mieux et le plus rapidement et où les femelles sont plus fertiles. Les arbres les plus souvent attaqués sont le chêne, le châtaignier et les arbres fruitiers à pépins et à noyaux.

Le *Bombyx dispar* ne colonise les résineux qu'en cas de famine car il prospère très mal sur ces arbres (Nierhaus-Wunderwald *et al*, 2001).

9. Historique des pullulations de *Lymantria dispar*



Fig. 10 : Recensement des pullulations signalées depuis les années 90

Villemant et al (1999)

Depuis 1990, les pullulations sur la carte (fig.10) nous font ressortir plusieurs grandes gradations. Des fortes défoliations ont lieu aussi dans les suberaies à l'ouest de la Méditerranée : 22 000 ha sont envahis en 1992 en Tunisie, 28 000 ha la même année dans l'est de l'Algérie et 12 000 ha en Corse en 1994. Au Maroc, avant les traitements, on a estimé à 34 000 ha les surfaces susceptibles d'être défoliées par *L. dispar* en 1994 (Villemant et al 1999).

10. Fréquence des gradations dans les régions maghrébines

En région méditerranéenne où les conditions climatiques sont favorables, le ravageur pullule pendant de longues périodes, provoquant des dégâts considérables. En forêt de la Mamora au Maroc, les infestations qui durent une dizaine d'années surviennent tous les 12-15 ans (Fraval, 1989 ; Villemant et al, 1999 ; Basri et al, 2005). En Kroumirie, au nord-ouest de la Tunisie, les gradations débutent tous les 20-25 ans et durant environ 10 ans (Villemant et al 1999), mais cette gradation peut durer 20 ans (Ben Jamâa et al, 2002). En Algérie, elles sont plus fréquentes et périodiquement tous les 10 ans environ.

10.1. Dernière gradation de 1986 par pays Maghrébins

Ces pullulations durent plusieurs années puis régressent sans que l'insecte disparaisse complètement : l'infestation reprend à nouveau 10 et 15 ans après.

10.1.1. Au Maroc

Gradation de 1986-1996 (Région : Krouminie ; Localité/forêt : Ain Daharme)	
1986 : 1 014 ha	1992 : 15 435 ha
1987 : 3 735 ha	1993 : 22 032 ha
1988 : 4 500 ha	1994 : 12 287 ha
1989 : 7 843 ha	1995 : 8 555 ha
1990 : 10 770 ha	1996 : 5 843 ha

Tableau 2 : Surfaces défoliées enregistrées en Mamora au cours des gradations de *L. dispar*

(Villemant et al, 1999)

Tp : Traitement phytosanitaire ; Dt : Défoliation total

Dernière gradation : 1972-1982 ; 10 ans

Gradation : 1986-1989 ; 4 ans

Gradation : 1992-1996 ; 5 ans.

La dernière gradation du bombyx disparate au Maroc a commencé en 1986 et s'est terminée en 1996.avec un pic d'infestation en 1994, année au cours de laquelle 34 000 ha de forêt ont été complètement défoliés.

10.1.2. En Tunisie

Gradation de 1986-1996 (Région : Rabat ; Localité/forêt : Mamora)		
1986 :	16 ha ;	Tp
1987 :	376 ha ;	Tp
1988 ; 1990 :	0 ha	
1992 :	1 400 ha (1400 ha)	Dt ; Tp
1993 :	1 200 ha (560 ha)	Dt ; Tp
1994 :	34 000 ha (13900 ha)	Dt ; Tp
1995 :	8 500 ha (4700 ha)	Dt ; Tp
1996 :	600 ha (200 ha)	Dt ; Tp

Tableau 3 : Surfaces défoliées enregistrées en Ain Daharme au cours des gradations de *L.dispar*

(Villemant et al, 1999 ; Ben Jamâa, 2002)

Dernière gradation : 1966-1976 : 10 ans

Gradation : 1987-1995 : 9 ans

La dernière gradation du bombyx disparate en Tunisie a commencé en 1986 et s'est terminée en 1998, avec un pic d'infestation en 1992, année au cours de laquelle 22 000 ha de forêt ont été complètement défoliées. On constate que la phase de progradation dure 5 ans, avec une culmination de trois ans et une phase de rétrogradation de cinq ans.

10.1.3. En Algérie

10.1.3.1. Région littorale

Gradation de 1986-1996 (Région : Tlemcen)			
1989 :	50 ha	1993 :	9 750 ha
1992 :	8 800 ha	1994 :	1 890 ha

Tableau 4 : Surfaces défoliées enregistrées à Jijel au cours des gradations de *L.dispar*

(Villemant et Fraval ,1999 ; Villemant, 2006)

Dernière gradation : 1976-1978 : 2 ans

Gradation : 1986-1988 : 2 ans

Gradation : 1992-1995 : 3 ans

La dernière gradation du bombyx disparate en subéraie du littoral a commencé en 1986 et s'est terminée en 1995 avec un pic d'infestation en 1992, année au cours de laquelle 22 000 ha de forêt ont été complètement défoliées.

10.1.3.2. Région d'intérieur (montagneuse)

Gradation de 1986-1996 (Région : Jijel)			
1986 :	9 524 ha	1994 :	100 ha
1992 :	1 257 ha	1995 :	625 ha
1993 :	1 200 ha		

Tableau 5 : Surfaces défoliées enregistrées à Tlemcen au cours des gradations de *L. dispar*

(Villemant et al, 1999 ; Villemant, 2006)

Gradation : 1989

Gradation : 1992-1994 : 2 ans

La dernière gradation du bombyx disparate en chênes de montagne a commencé en 1989 et s'est terminée en 1994, avec un pic d'infestation en 1993, année au cours de laquelle 9 750 ha de forêt ont été complètement défoliés. En général, les infestations durent 3 ou 4 ans dans les subéraies littorales et 2 ans seulement dans les subéraies de montagne.

11. Moyens de lutte contre le Bombyx disparate

11.1. Surveillance pratique

Opération	Date	Station	Interprétation	Observation
Dénombrement des pontes sur les 40 arbres de la station	Juillet dès la fin des pontes	Toute	Carte des nombres de pontes par arbre. Délimitation des zones peuplées	
Prélèvement de 30 pontes de différentes tailles	Æ.	Celles où il y a des pontes	Fécondité de la génération parentale	ou mesures des tailles
Prélèvement de 30 pontes de différentes tailles et degrés de démantèlement	Fin février début mars	Æ.	Carte du nombre d'œufs viables par arbre ; carte des zones à risque	
Notion des éclosions	Mars	Æ.	Chronologie du développement	
Évaluation du feuillage d'accueil	Début des éclosions	Toute la forêt	Carte des qualités de feuillage	Par avion + rectification du fond de carte
Éventuellement : délimitation des zones à traiter, opération de lutte et leur contrôle				
Notation des défoliations	lères défoliations, fin des défoliations	Æ.	Carte des défoliations	Par avion (+ contrôle au sol)

Tableau 6 : Méthodes de surveillance de Lymantria dispar

(Fraval, 1989)

11.2. Autres méthodes de lutte utilisées

Les méthodes complémentaires préconisées sont synthétisées dans le tableau 7.

Méthode de lutte	Matériel	Avantages	Inconvénient	Période
Lutte mécanique	Utilisation des abris artificiels autour des troncs d'arbres	-Atteint les chenilles âgées. -Récupération des chenilles et les détruire. -économique pour l'écosystème forestier		Mai à juin
Piégeage humineux et sexuel	Installations des piègeages	-réduire les populations du stade adultes, réduire le taux de fécondité (œufs stériles) (Fraval, 1989)	Valable en cas d'une population stable (sex-ratio) est équilibré à 0,5	Fin juin au mi juillet
Lutte microbiologique (bacille de thuringe (UPN))	Pulvérisations terrestres au B.Th	Atteint des deux premiers stades larvaires		mi-mars au début avril
Lutte autocide	Lâche de papillons mâles (Stériles)	Faut d'accouplement, pond des œufs stériles.		
Lutte génétique	Croisements interraciaux			

Tableau 7 : Différentes méthodes de lutte utilisées.

(Fraval, 1989; Khou, 1991).

L'utilisation du virus polyédrose sur différentes familles de lépidoptères a montré que ce virus n'a donné d'effet que sur *L. dispar* avec un taux d'infection de 91,8 % (Barber et al, 1993).

Dans les pays producteurs de liège, des essais d'introduction du virus de la polyédrose nucléaire de *L. dispar* ont été tentés : au Maroc, en forêt de la Mamora (Fraval et al, 1981), et en Algérie, où des observations ont été faites sur le développement de la polyédrose dans quelques population du même lépidoptère (Khou et al, 1991).

Des extraits de feuilles et de fruits de l'arbre *Melia azedarah* (Méliacée), pulvérisés sur des chênes-lièges infestés de chenilles ont montré un effet anti-appétant (Fraval, 1989 et Atay Kadiri et al, 2002).

La prévision précoce d'un début de progradation permettra de mettre en oeuvre une stratégie de lutte adaptée et respectueuse de l'environnement (Fig. 11).

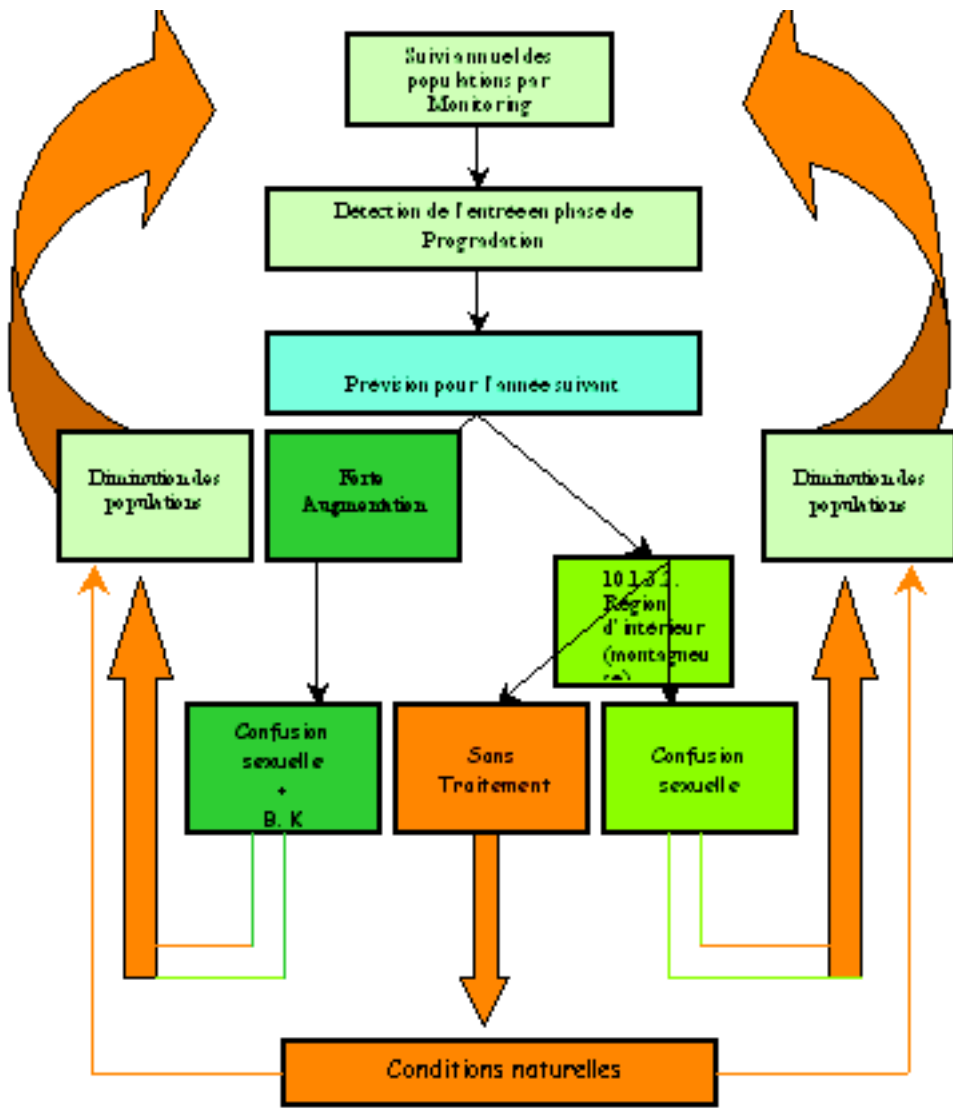


Fig. 11 : Organigramme de lutte contre le Bombyx disparate (Martin et al, 2007)

Deuxième partie : Matériels et méthodes

Les sites d'étude

Plusieurs sorties au préalable ont été effectuées dans divers peuplements du Parc National de Chréa et à Bou-Arfa dans le but de localiser des foyers d'infestation de *Lymantria dispar* afin de délimiter les stations d'étude. Quatre d'essences forestières différentes et infestées ont retenu notre attention ; il s'agit d'une châtaigneraie, d'une yeuseraie et une cédraie et enfin une subéraie.

Les caractéristiques des quatre peuplements retenus sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Coordonnées géographiques des forêts

Noms des forêts	Zone	Latitude	Altitude (m)
Châtaigneraie	Châtaigneraie (P.N.C)	2° 52212 E 36° 26493 N	1025
Yeuseraie	Yeuseraie (P.N.C)	2° 52266E 36° 26337 N	1032-1132
Subéraie	SidiYakhlef (Bou-Arfa)	2° 80000 E 36° 43909 N	500 à 700 ≈ 597
Cédraie	Cédraie (P.N.C)	2° 52212 E 36° 26493 N	1025

Localisation du Parc National de Chréa

A 50 Km du sud-ouest d'Algérie, le Parc National de Chréa s'étant en écharpe sur 26587 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'atlas, il est compris entre les longitudes Est (3°20' et 2°40') et les latitudes Nord (36°30' et 36°19') (Halimi, 1980).

Il domine vers le Nord la plaine de la Mitidja, les collines du Sahel, les monts du Chenoa et la mer méditerranée ; vers le sud, la vue s'étale sur le plateau de Médéa, l'anticlimat de Takiount et les talwegs des oueds Meurdja et Mektaa. (Abdou et Oukhaf, 2002). Vers l'Ouest, les reliefs montagneux de la terminaison orientale de l'Ouarsenis ; et enfin vers l'Est, la vue s'étale sur les hauteurs de la chaîne kabyle (en particulier celle de Djurdjura)(Fig.12).

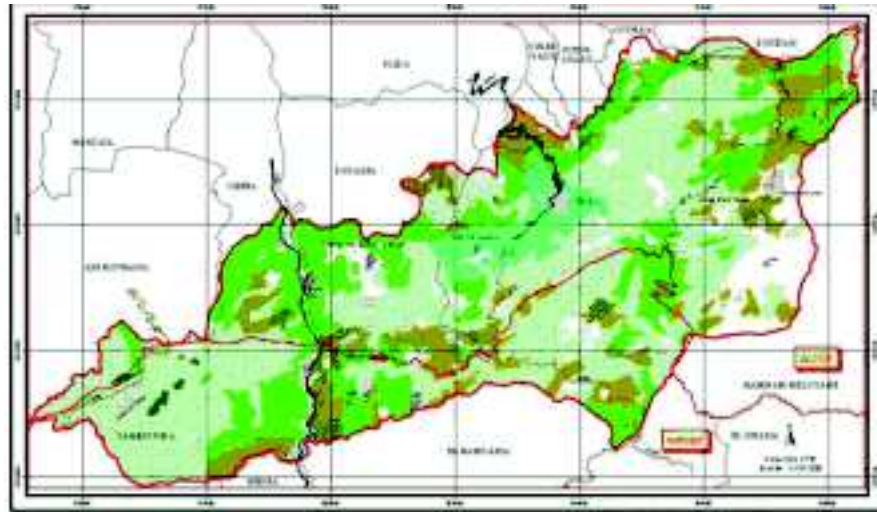


Fig. 12 : Carte de localisation du Parc National de Chrèa

(Dgf : Direction générales des forêt, 2006)

Localisation de la commun de Bou-Arfa

La subéraie de Bou-Arfa se localise dans la région de Blida, elle est située à l'extrémité du Parc National de Chrèa.

Il est compris entre les longitudes Est ($2^{\circ} 800$ et $2^{\circ} 805$) et les latitudes Nord ($36^{\circ}439'$ et $36^{\circ}430'$)

Il domine vers le Nord la plaine de la Mitidja, Oued el Kébir; vers le sud, la vue s'étale sur le plateau de Médéa, et la forêt de Beni Salah. Vers l'Ouest, la Chiffa ; et enfin vers l'Est, Djebel feraoun (Fig.13).



Fig. 13 : Situation géographique commun de Bou-Arfa

(Pnc : Parc National de Chrèa, 2007)

Etude des émergences des adultes

La connaissance des dates d'émergence des papillons et de leur distribution dans le temps est fondamentale pour « caler le cycle » afin de déterminer à l'avance comment se situerait dans le temps les différents stades de développement du ravageur pour un biotope donné.

Au niveau du Parc National de Chréa et Bou-Arfa, nous avons mené des observations et des expérimentations dans la nature et au laboratoire afin de :

Déterminer les variations interannuelles des rythmes d'émergence des papillons.

Déterminer les dates optimales de lutte contre les populations de *L.dispar*.

2.1. Emergences dans la nature

2.1.1. Utilisation du piégeage sexuel

Un Piège sexuel a été installé dans les différentes parcelles en bordure. Il a été placé sur un arbre, à une hauteur de 1.80m au dessus du sol (Fig.14).



Fig. 14 : Piège à phéromone sexuelle installé pour la capture des mâles de Lymantria dispar

2.2. Emergences au laboratoire

En 2006 et 2007, nous avons conditionné au laboratoire des lots de chrysalides, originaire des parcelles d'étude :

Notons que ces échantillons ont été triés par sexe puis élevés dans des boîtes d'élevage de 25.5x13x7cm. À partir du début juillet, les lots de chrysalides ont été mis sous surveillance journalière pour noter les émergences.

Les fréquences journalières d'émergence au laboratoire par rapport à celles observées au piège sexuel.

Les rythmes d'émergences des adultes mâles et femelles.

3.2. Dénombrement des pontes

Le dénombrement des pontes implique que l'arbre entier soit pris comme unité d'échantillonnage (au moins pour un travail précis sur une surface limitée); le dénombrement des pontes de 30 arbres ont été choisis sur un transect linéaire selon un choix systématique,

ce dernier est situé au milieu de la parcelle d'étude afin d'éviter les effets de lisière. Les pontes une fois décelées, sont datées et repérées par des étiquettes numérotées (Fig.15)



Fig. 15 : Ponte datée et repérée par des étiquettes numérotées

Pratiquement, on procède au dénombrement des pontes à vue, depuis le sol. Pour chaque arbre échantillon, on fait le comptage sur le premier mètre du tronc, et 1 mètre au moins autour de l'arbre. Après avoir exploré le tronc et ses anfractuosités, l'observateur parcourt du regard les branches charpentières et les rameaux, choisissant systématiquement la branche de plus petit diamètre à chaque embranchement, la parcourant, revenant à cet embranchement, et ainsi de suite. Le choix des arbres échantillons diffère selon les travaux (Fraval *et al.*, 1977a; Fraval *et al.*, 1978; Fraval *et al.*, 1981a; Hannak, 1986).



Fig. 16 : Méthode de dénombrement des pontes (à droite), détection difficiles des pontes (à gauche).

Pour chaque arbre deux comptages ont été réalisés par deux personnes afin de quantifier au mieux. En majorité les femelles effectuent leur ponte sur les parties inférieures des branches afin de mieux assurer leur protection.

Récoltes des pontes

Des récoltes de branches accessibles et des troncs contenant des pontes ont été effectuées périodiquement du mois d'octobre jusqu'au mois de février.

Chaque ponte est soigneusement conservée dans une boîte de Pétri de 8 cm de diamètre, Les couvercles des boîtes sont perforés d'un diamètre d'environ 2 centimètres et les ouvertures ainsi réalisées sont recouvertes d'un tissu fin pour faciliter l'aération (Fig.17)



Fig. 17 : *Dispositif de préparation des pontes*

Au préalable les pontes sont numérotés et classés par lot. Nous procédons ensuite aux mesures des longueurs et des largeurs maximales pour chaque ponte à l'aide d'un pied à coulisse. (Fig.18)



La technique adoptée pour enlèvement des poils est celle proposée par (Herard et Fraval, 1980 ; Fraval, 1989). Elle consiste à dépoiler 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 (Fig.19)



Fig. 19 : *Dispositif d'extraction des œufs*

Contrôle des œufs de *Lymantria dispar*

Après un premier contrôle (enlèvement des poils, comptage des œufs non éclos, éclos et de ceux ayant des trous de sortie de parasites, les œufs secs, et ceux cassés), nous avons pu évaluer le :

Nombre total d'œufs par ponte (indice de fécondité du bombyx disparate).

Nombre moyen d'œufs éclos (Viabiles).

Parasitisme total.

Œufs sec

Œufs aplatis (non fécondait)

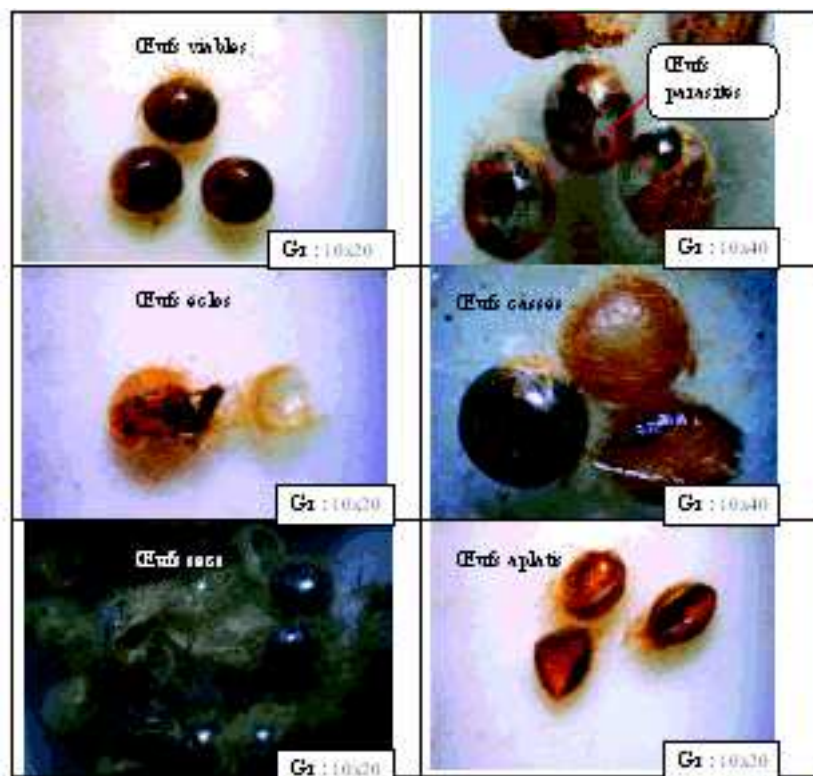


Fig. 20 : Catégories d'œufs de *Lymantria dispar* renseignant sur les causes de mortalité **V**: viables; **P**: parasités par *Ooencyrtus kuvanae*; **C**: cassés; **A**: aplatis (non fécondés); **S**: secs (l'embryon est mort); **E**: éclos. (Originale)

Le comptage des œufs est réalisé sous une loupe binoculaire pour distinguer les différents états d'œufs, un contrôle quotidien des pontes et de température est réalisé dans le but de voir l'influence de la température et sa variation sur l'éclosion des chenilles.

7. L'indice de démantèlement

Estimé visuellement à partir des dégâts subis par la ponte en attribuant, selon un code fixe, la note 0 aux pontes intactes et les notes 1, 2, 3 et 4 à celles ayant perdu respectivement $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, de leur surface (Questienne et Fraval, 1977 ; Chakir et Fraval, 1985 ; Villemant, 2005).

Ces notes sont converties en proportions d'œufs perdus par démantèlements « taux de démantèlement » La méthode, mise au point par Herard et Fraval (1975), elle est rapide et non destructive: la proportion d'œufs manquants correspondant à chaque classe a été évaluée. Tableau 9

I	0	1	2	3	4
P (%)	0	22	34	70	99

Tableau 9 : Correspondance entre l'indice de démantèlement (I) et la proportion d'œufs perdus (P) (Questienne et Fraval, 1977)

Les pontes sont, par la suite, prélevées et dilacérées au laboratoire pour rechercher les prédateurs-démanteleurs, puis débarrassées de leurs poils protecteurs à l'aide d'un dispositif spécial. (Fraval, 1989 ; Chakir et Fraval, 1985).

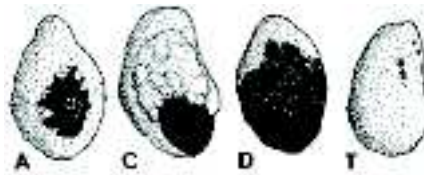


Fig. 21: Types de démantèlement

A: arraché; C: creusé; D: décapé; T: troué. (Fraval, 1989)

8. Action des ennemis oophages

8.1. Parasite embryonnaire

L'action des ennemis oophages est estimée à partir de prélèvements mensuels de 30 pontes et plus par site. Les observations et le comptage des œufs parasités ont été réalisés à l'aide d'une loupe binoculaire.

8.1.1. *Ooencyrtus kuvanae*

La répartition de l'auxiliaire naturel en Algérie coïncide avec celle de son hôte. On le trouve ainsi dans les chênaies de Tizi-Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Annaba, Batna et Chlef. Il est également présent dans les chênaies vertes de Chréa, de Tikjda (Djurdjura), de Tlemcen. (Khou, 2000).

Ces œufs sont distingués des autres lors du tri: soit ils sont vides et présentent un trou de sortie circulaire bien visible, soit ils renferment la nymphe du parasite (Herard, 1978 ; Khou, 2000)

8.2. Parasites des chenilles et des chrysalides

Des chenilles et des chrysalides sont prélevées en nombre variable selon les disponibilités et mis en élevage et observées jusqu'à l'apparition éventuelle d'un parasite interne afin de tirer des renseignements sur les espèces et leur impact (Chakir et Fraval, 1985).

Les prélèvements des chrysalides ont été effectués durant la dernière décade du mois de juin, et conservées dans des boîtes en carton de dimension 30 cm x20 cm x10 cm et dont

la face supérieure est couverte avec de la tulle à mailles très fines permettant une aération et un contrôle facile des émergences d'adultes ou des parasites (Fig.22).

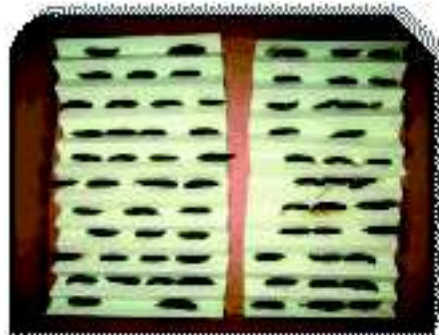


Fig. 22: Chrysalides en élevage au laboratoire

Les échantillons ainsi préparés sont placés à la température ambiante variant de 22 ± 2 °C.

L'impact des différents parasites prélevés permet d'établir des taux de parasitisme (Fraval et Herard, 1975; Mazih, 1978; Fraval *et al.*, 1980; Chakir et Fraval, 1985; Herard *et al.*, 1987 ; Kassim, 1988).

A l'émergence, les papillons sont sexés et transférés dans des cages tout en tenant compte séparément des populations issues de différentes stations. Dans ces cages, des branches sont mises pour faciliter le dépôt des pontes (Fig.23).



Fig. 23 : Dispositif des cages d'élevage des adultes au laboratoire

Inventaire des espèces prédatrices de *Lymantria dispar*

Pour chacune des études d'inventaire le suivi se fait uniquement sur les antagonistes et cela durant toute la période d'émergence. Les adultes ont été identifiés.

L'aspect étudié par cette méthode a été le suivant :

inventaire, abondance relative, exploitation et répartition d'ennemies dans les pontes, chenilles et chrysalides.

9.1. Longévité et maintien des adultes de parasitoïdes

A chaque contrôle, les parasites des chrysalides et les oophages sont isolés dans des boîtes éclairées et aérées, du miel est mis pour l'alimentation.

Les cocons d'hyménoptères et les pulpes de trachinides étaient isolés dans des boîtes de pétri (Herard et Fraval., 1975).

Pesée et biométrie des stades larvaires de *Lymantria dispar*

Au même titre que les autres espèces de lépidoptères défoliateurs, la phase larvaire constitue pour *Lymantria .dispar* le stade de nuisibilité, les prélèvements des larves ont été effectués dans leur majorité à la même date pour les cycles 2005/2006 et 2006/2007.

Dans un premier volet nous avons effectué des pesées individuelles de toutes les chenilles récoltées sur terrain à l'aide d'une balance de précision. Dans un deuxième volet nous procédons aux mesures de la longueur totale de la chenille et la longueur et la largeur des capsules céphaliques dans le but de tirer des renseignements sur les classes des divers stades larvaires du bombyx disparate.

Les effectifs de chenilles qui ont été récoltées dans chacune des parcelles ont été comptabilisés par stade larvaire, ceci nous a permis de définir les variations phénologiques parcellaires d'une année à une autre.

Analyse des paramètres étudiés

L'étude statistique est établie par le Statgraphics Centurion XV.II en utilisant l'analyse de la variance, le test paramétrique, Comparaison de plusieurs échantillons, les graphes sont tracés à l'aide de l'Excel.

Troisième partie Résultat et discussion

1. Rythmes d'émergence des papillons de *Lymantria dispar*

1.1. Au laboratoire

L'échelonnement des émergences des papillons mâles et femelles en provenance de la yeuseraie et de la châtaigneraie, subéraie et cédraie est regroupé dans les tableaux 10,11 et 12.

Date des émergences	Effectif des papillons (yeuseraie)			Effectif des papillons (Châtaigneraie)		
	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Total
15/06/2006	2	2	4	5	0	5
16/06/2006	1	2	3	2	3	5
17/06/2006	0	1	1	1	2	3
18/06/2006	7	4	11	5	1	6
19/06/2006	5	5	10	16	5	21
20/06/2006	13	10	23	6	8	14
21/06/2006	15	4	19	14	4	18
22/06/2006	14	14	28	25	11	36
23/06/2006	3	12	15	8	6	14
24/06/2006	1	6	7	13	5	18
25/06/2006	2	15	17	8	8	16
26/06/2006	1	6	8	9	8	17
27/06/2006	0	3	3	15	6	21
28/06/2006	2	5	7	4	9	13
29/06/2006	1	0	1	0	5	5
30/06/2006	2	0	2	1	3	4
01/07/2006	0	0	0	3	0	3
02/07/2006	2	0	2	0	0	0
TOTAUX	71	89	160	135	84	219

Tableau 10: Echelonnement des émergences des papillons en 2006

Les résultats présentés dans les tableaux ci-dessus, montrent qu'il y'a pas de différence entre les deux sexes dans les dates de sortie.

En 2006, nous avons observé que les premières émergences des mâles et des femelles ont eu lieu en même temps le 15 juillet en yeuseraie, par contre en Châtaignier, les premières émergences des mâles ont eu lieu plus tôt 15 juin que celles des femelles 16 juin. L'écart entre le début et la fin des émergences des mâles et des femelles est faible environ 1 jour en faveur des mâles.

Date des émergences	Effectif des papillons (yeuseraie)			Effectif des papillons (Châtaigneraie)			T° C
	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Total	
31/05/2007	1	1	2	/	/	/	25
02/06/2007	1	4	5	/	/	/	23
03/06/2007	0	2	2	/	/	/	24
04/06/2007	1	0	1	/	/	/	24
05/06/2007	2	2	4	/	/	/	24
06/06/2007	1	3	4	/	/	/	23
11/06/2007	3	0	3	/	/	/	25
12/06/2007	1	1	2	/	/	/	25
13/06/2007	0	2	2	/	/	/	24
16/06/2007	2	12	14	/	/	/	25
17/06/2007	1	6	7	/	/	/	27
19/06/2007	3	2	5	/	/	/	27
25/06/2007	2	1	3	/	/	/	27
28/06/2007	11	12	23	/	/	/	28
01/07/2007	0	0	23	0	0	0	26
02/07/2007	3	7	24	0	0	0	23
03/07/2007	1	1	27	0	0	0	24
04/07/2007	8	1	24	0	23	23	27
05/07/2007	4	0	25	5	5	10	24
06/07/2007	0	0	26	11	8	19	25
07/07/2007	0	0	27	14	58	72	26
08/07/2007	3	2	27	14	35	49	27
09/07/2007	5	5	26	12	17	29	27
10/07/2007	3	1	25	4	6	10	26
11/07/2007	0	3	26	0	2	2	25
12/07/2007	0	4	28	0	0	0	26
13/07/2007	0	17	28	0	1	1	28
14/07/2007	27	4	31	0	0	0	28
TOTAUX	83	93	444	60	155	215	

Tableau 11 : Echelonnement des émergences des papillons en yeuseraie et Châtaigneraie en 2007.

Date des émergences	Effectif des papillons (Subéraie)			Effectif des papillons (Cédraie)			T° C
	Mâles	Femelles		Mâles	Femelles	Total	
27/06/2007	8	11	19	1	0	1	26
28/06/2007	4	6	10	0	0	0	28
01/07/2007	3	7	10	0	0	0	26
02/07/2007	3	11	14	0	0	0	23
03/07/2007	4	19	23	0	0	0	24
04/07/2007	9	26	35	2	6	8	27
05/07/2007	5	8	13	1	6	7	24
06/07/2007	2	5	7	1	15	16	25
07/07/2007	2	19	21	16	34	50	26
08/07/2007	3	4	7	11	28	39	27
09/07/2007	5	2	7	11	14	25	27
10/07/2007	2	1	3	7	0	7	26
11/07/2007	0	1	1	3	2	5	25
12/07/2007	0	0	0	0	0	0	26
13/07/2007	0	1	1	0	0	0	28
14/07/2007	0	1	1	0	0	0	28
TOTAUX	50	122	172	53	105	158	

Tableau 12 : Echelonnement des émergences des papillons en Subéraie et Cédraie en 2007.

En 2007 nous avons enregistré le début d'émergence des femelles en yeuseraie le 31 Mai, en subéraie, cédraie le 27 juin et enfin en châtaigneraie le 04 juillet. Dans cette dernière les femelles émergent tard. L'écart entre les stations est de 1 à 4 jours. Il reste que le taux des femelles est le plus dominant dans les quatre lots.

Ces observations montrent également que les émergences sont plus précoces et de moindre étendue dans les conditions du laboratoire que dans la nature. Cela traduit un « effet laboratoire » résultant d'une atténuation de la variabilité des conditions environnementales, notamment celles liées au climat et à la structure forestière (zones d'ombres ou de plein soleil).

1.2. Dans la nature

L'installation des pièges sexuels sur terrain a révélée que les émergences des adultes se sont échelonnées jusqu'à la fin du mois de juillet. Ceci est en relation avec les conditions du milieu, notamment la température, l'humidité de l'air et vraisemblablement la lumière.

Quantification des pontes sur les quatre plantes hôtes

Les résultats du dénombrement des pontes sur les quatre plantes hôtes sont reportés dans le tableau 13.

	Plantes hôtes							
	<i>Q. ilex</i>		<i>Q. suber</i>		<i>C. sativa</i>		<i>C. atlantica</i>	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
<i>Nombre d'arbres examinés</i>	30	30	30	30	30	30	30	30
<i>Nombre total des pontes</i>	448	1470	2146	3633	654	5656	1749	3616
<i>Nombre moyen de ponte par arbre</i>	15	49	72	121	22	189	58	121
<i>Ecart-type</i>	9,4	28	38,8	58	13,03	90,5	42	31,06
<i>Valeurs extrêmes</i>	4-42	17-121	17-114	59-331	2-55	95-367	7-179	59-204

Tableau 13 : Quantification des pontes au cours de l'année de gradation (2006-2007)

En 2006, les résultats montrent que le nombre moyen de ponte par arbre en yeuseraie et en châtaigneraie, sont respectivement de 448 et 654 pontes avec des moyennes de l'ordre de 15 et de 22. Alors qu'ils sont de 2146 et 1749 pontes avec des moyennes de 72 et 58 en subéraie et cédraie.

Les écarts-types calculés pour les quatre espèces restent élevés par rapport aux moyennes des pontes. Ce qui montre la grande variabilité et la stratégie de la répartition des pontes du bombyx disparate en fonction des différents niveaux de l'arbre. En 2007, on notés une augmentation dans le nombre moyen de ponte par arbre pour les quatre espèces.

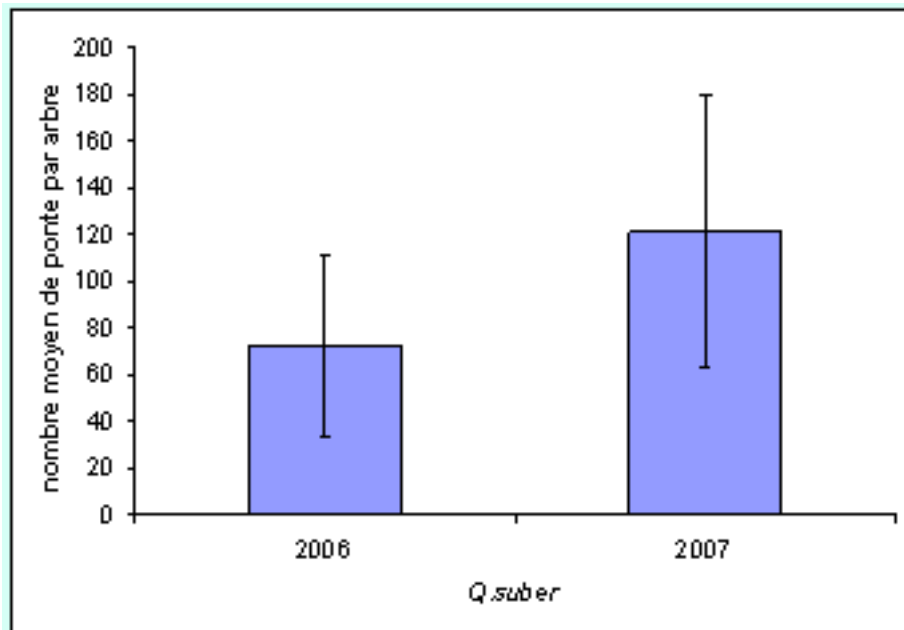


Fig. 24 : Comparaison des moyennes de ponte sur Chêne liège (2006-2007)

Effet courant : $F(1,58)=6,36, p=0,014$

Le graphe ci-dessus représente les variations de la moyenne de pontes sur chêne liège, l'analyse de la variance des moyennes de pontes à montré une différence significative ($P=0,014$).

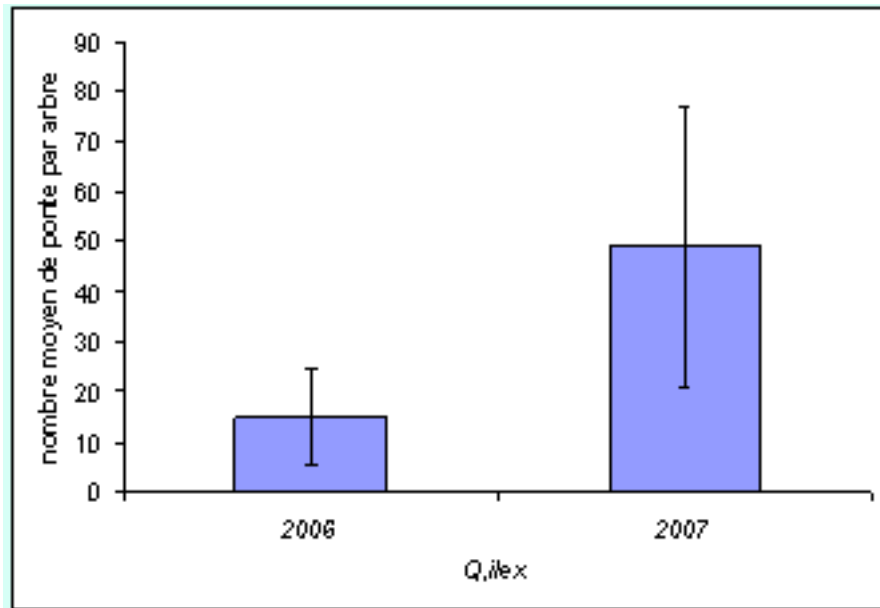


Fig. 25: Comparaison des moyennes de ponte sur Chêne vert (2006-2007)

Effet courant : $F(1,58)=40,53.p=0,0001$

Le graphe ci-dessus représente les variations de la moyenne de pontes sur chêne vert, l'analyse de la variance des moyennes de pontes a montré une différence très hautement significative ($P=0,0001$).

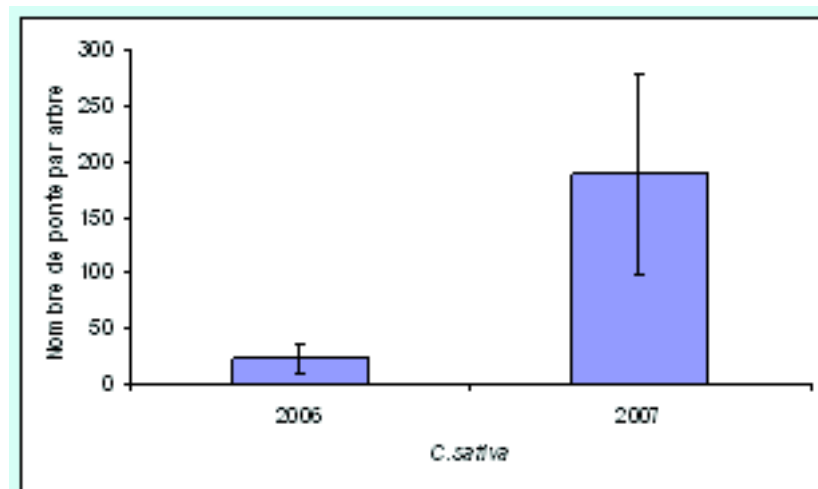


Fig. 26 : Comparaison des moyennes de ponte sur Châtaignier (2006-2007).

$F(1,58)=99,57.p=0,0001$

Le graphe ci-dessus représente les variations de la moyenne de pontes sur Châtaignier l'analyse de la variance des moyennes de pontes montre une différence très hautement significative ($P=0,0001$).

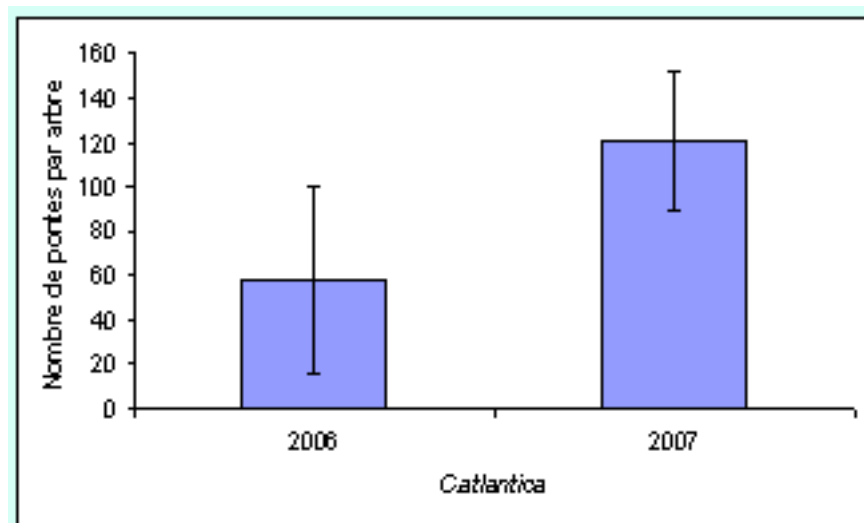


Fig. 27: Comparaison des moyennes de ponte sur Cèdre de l'Atlas (2006-2007)

$F(1,58)=41,93$. $p=0,0001$

Le graphe ci-dessus représente les variations de la moyenne de pontes sur le cèdre de l'Atlas, l'analyse de la variance des moyennes de pontes montre une différence très hautement significative ($P=0,0001$).

Quantification et répartitions des pontes par arbre

Répartition des pontes sur l'arbre (%)

Années	Station	Plantes hôtes	Nombre moyen de pontes par arbre	Tronc	Branches principales
2006	Parc National de Chrèa	Chêne vert	15 ±9	10	90
	Bou-Arfa	Chêne Liège	72± 39	20	80
	Parc National de Chrèa	Châtaignier	22 ± 13	4	96
	Parc National de Chrèa	Cèdre de l'Atlas	58 ± 42	6	94
2007	Parc National de Chrèa	Chêne vert	49 ± 28	15	85
	Bou-Arfa	Chêne Liège	121 ± 58	30	75
	Parc National de Chrèa	Châtaignier	189 ± 90	42	58
	Parc National de Chrèa	Cèdre de l'Atlas	121 ± 31	33	67

Sur l'arbre, la majorité des pontes est déposée sur les troncs lorsque la densité des populations de l'insecte est faible, comme c'est le cas en 2007. Cependant, lors des phases de pullulation, le nombre de pontes augmente sur les branches et les rameaux de la frondaison sur l'arbre (75 % sur branches contre 30 % sur les troncs à Bou-Arfa en 2007).

La surface offerte par le tronc étant limitée, les femelles en surpopulation se déplacent plus activement et gagnent la face inférieure des branches pour pondre.

Densité des populations de *Lymantria dispar*

De 2006 à 2007, on note une nette augmentation de l'effectif moyen de ponte par arbre ainsi que le nombre moyen d'œufs par ponte (tableau 15). En 2007, la proportion d'œufs viables dans les pontes est extrêmement élevée, sauf dans la station du chêne liège qui a été traitée précédemment.

Années	Station	Plantes hôtes	Nombre moyen d'œufs par ponte	Œufs viables (%)
2007	Parc National de Chréa	Chêne vert	239±28	82
	Bou-Arfa	Chêne Liège	77±49	23
	Parc National de Chréa	Châtaignier	286±65	85
	Parc National de Chréa	Cèdre de l'Atlas	256±34	85

Tableau 15 : Effectifs moyens d'œufs par ponte en 2007 selon l'année et la station.

La génération de *L. dispar* de l'année 2007 correspond vraisemblablement au début de la phase de progradation, comme le suggèrent la présence de défoliation et le taux très élevé d'œufs viables contenus dans des pontes de taille relativement grande.

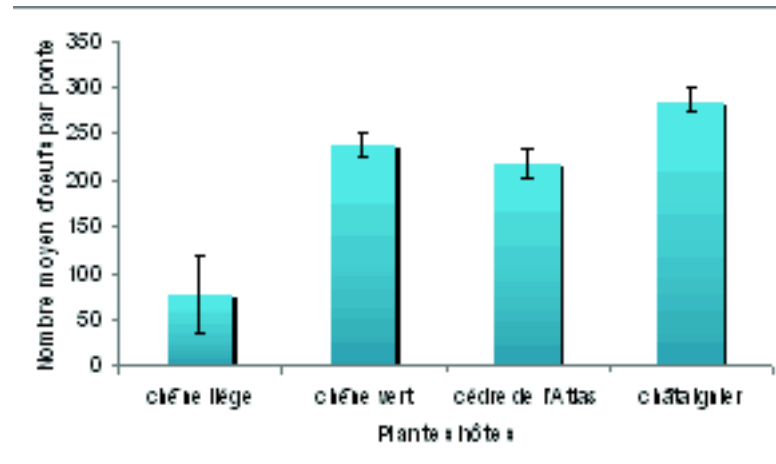


Fig. 28 : Nombre moyen des œufs par ponte

Les moyennes des œufs viables en fonction des sites, sont de 256 œufs par ponte en cédraie et de 77 œufs par ponte seulement en subéraie. En châtaigneraie et en yeuseraie les moyennes d'œufs quantifiés s'élèvent à 286 et à 239 respectivement. Des différences du nombre d'œufs sont notées, cela peut être expliqué par les surfaces disponibles à la femelle pour l'émission de ses œufs. L'écart-type noté est plus significatif pour la plante en provenance du chêne liège. Le nombre d'œufs par ponte est nettement inférieur à ceux noté par Villemant, 2006 ; Martin *et al*, 2007.

Analyse des catégories des œufs

Les pourcentages calculés par différents types d'œufs émis sur les quatre plantes hôtes sont regroupés dans le tableau 16.

Plantes hôtes	Caractéristiques moyennes des pontes de <i>L. dispar</i>		
	Aplatis (%)	Cassés (%)	Secs (%)
Chêne vert	16	1	0,3
Chêne liège	53	19	5
Châtaignier	13	1,08	0.4
Cèdre de l'Atlas	13,12	1,22	1,02

Tableau 16 : Caractéristiques moyennes des pontes (hiver 2006- 2007)

L'effectif d'œufs viables par ponte varie fortement selon que les pontes ont été ou non démantelées (Manar *et al*, 2005). Nos résultats coïncident avec ceux de Fraval et Mazih (1980).

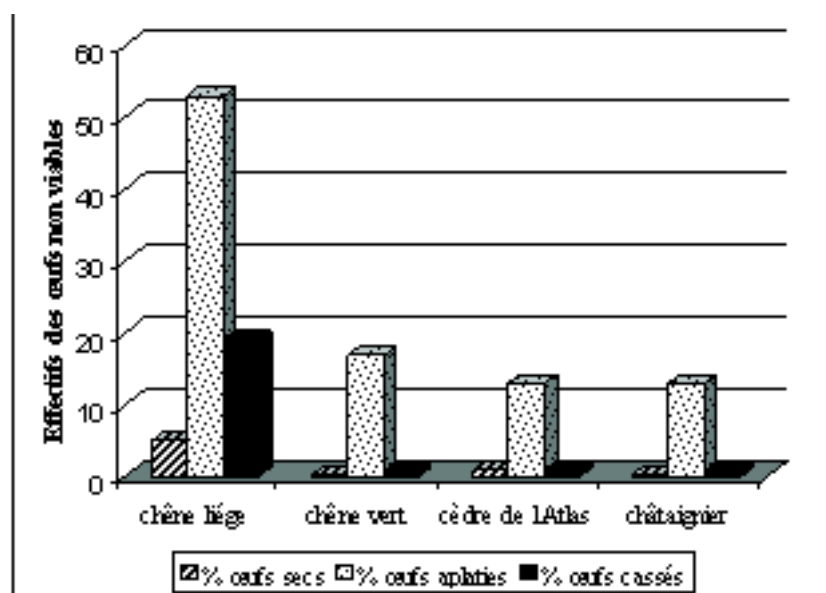


Fig. 29 : Pourcentages des œufs non viables en 2007

Au niveau des quatre stations retenues, le pourcentage de différentes catégories d'œufs est important dans le chêne liège par rapport aux trois autres. La cédraie et châtaigneraie présentent des pourcentages presque égaux.

La présence d'œufs non fécondés en grande proportion dans la ponte, et d'œufs embryonnés subissant une forte mortalité est sans doute due à de mauvaises conditions trophiques subies par les parents du fait d'une mauvaise concordance phénologique entre la production de nouvelles feuilles par le chêne et le développement des chenilles, ou bien d'une surpopulation (Questienne et Fraval, 1977).

L'indice de démantèlement des pontes

L'estimation du démantèlement est représentée dans le tableau 17.

Tableau 17 : Indice de démantèlement des pontes (hiver 2006)

Plantes hôtes	Nombre des pontes démantelés / 30 pontes	Taux
Chêne liège	7	23,33
Chêne vert	4	13,33
Châtaignier	3	10
Cèdre de l'Atlas	5	22,72

Sur l'ensemble des pontes prélevées, 15 avait perdu le $\frac{1}{4}$ de leur surface, 2 la moitié et 2 autres les $\frac{3}{4}$. Le taux de démantèlement est plus important en subéraie, il atteint 23.33%, alors qu'il est seulement de 10% en châtaigneraie. Les pontes sur chêne liège et cèdre de l'Atlas sont plus exposés aux prédateurs-démenteleurs.

7. Incidence des éclosions et le débourrement des arbres

Aucun feuillage nouveau n'était apparu pendant le mois de février ; les premiers débourrements sont notés la fin avril en châtaigneraie. Par ailleurs, une plus forte infestation a été notée en relation avec le débourrement du chêne vert à partir du début mai. Une parfaite synchronisation s'établit avec le débourrement de la plante hôte et le passage s'effectue graduellement d'une essence à une autre.

Dans les peuplements prospectés, le débourrement est total en lisière, très partiel et plus tardif à l'intérieur de la forêt, ce qui peut être expliqué par le fait que les chenilles bénéficient d'une alimentation qualitativement satisfaisante en lisière, alors qu'à l'intérieur, le feuillage jeune est très vite épuisé et les chenilles se portent sur le feuillage ancien (Fralval *et al*, 1984).

Après une défoliation, le feuillage est entièrement renouvelé au cours de deux semaines. Ce comportement de débourrement a été de nouveau observé en 2007.

Les observations du comportement biologique du bombyx disparate sont très comparables à ceux observées au Maroc par Fraval *et al* (1989), El-Hassani *et al* (1994) et Villemant et Legay (1995).

L'apparition des premiers stades de *Lymantria dispar* est plus précoce sur chêne liège au Maroc qu'en châtaigneraie et en yeuseraie prospectées à Chréa. Le décalage noté peut s'expliquer vraisemblablement par l'effet altitudinale qui a une influence sur le milieu environnant et la production de nouveau feuillage (Manar *et al*, 2005)

8. Chronologie des éclosions des pontes de *Lymantria dispar*

Les éclosions, notées régulièrement sur des pontes repérées sur les sites prospectés se sont échelonnées sur 2 mois

8.1. Sur terrain

En Algérie, sur l'ensemble des sites étudiés, la période d'éclosion s'étend sur environ un mois. En 2007, les éclosions ont débuté précocement à Bou-Arfa vers la dernière décade d'avril 2007 et plus tardivement en yeuseraie à Chrèa en haut altitude vers le (10/05/2007).

8.2. Au laboratoire

Les courbes cumulatives des éclosions au laboratoire sont regroupées dans les figures 30 à 33

D'après les prélèvements effectués à Chrèa le 05/02/2007 sur Cèdre de l'Atlas et le Chêne vert, on a noté une similarité entre les distributions des rythmes annuels d'éclosion des lots de pontes (Fig.30 et 31).

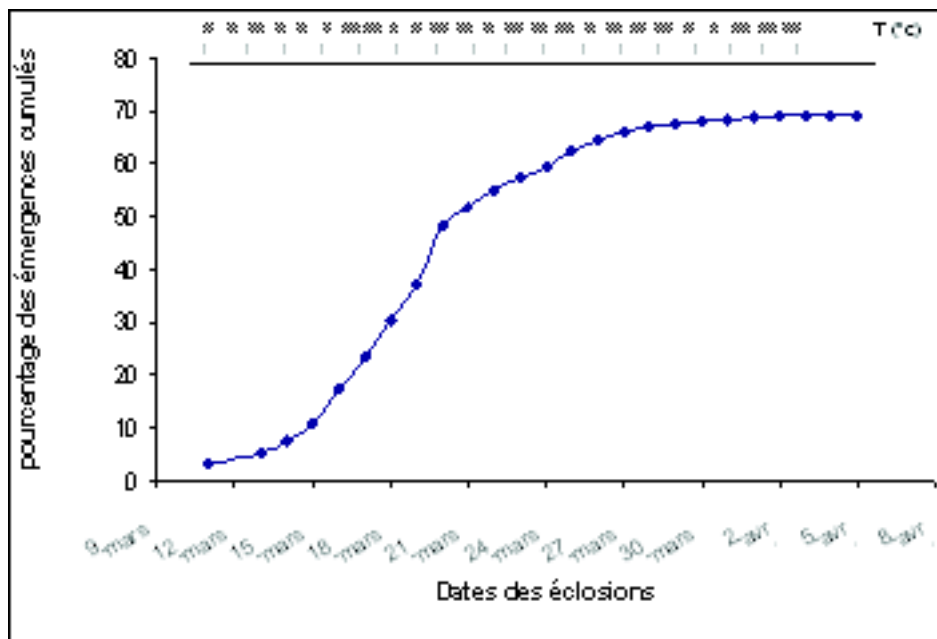


Fig. 30 : Courbe cumulative des éclosions des pontes prélevées sur Chêne vert.

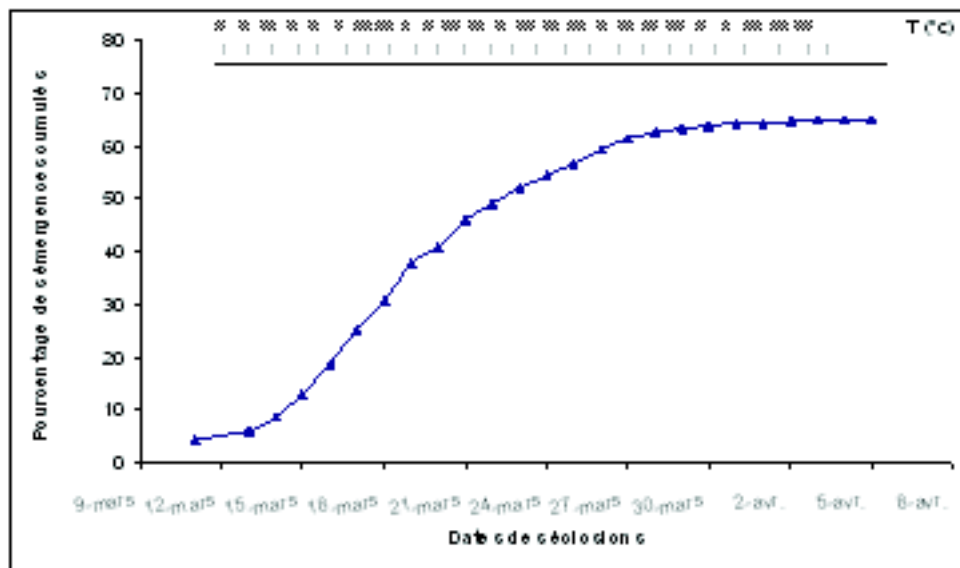


Fig. 31 : Courbe cumulative des éclosions des pontes prélevées sur Cèdre de l'Atlas

En ce qui concerne l'étendue de la période des éclosions, nous constatons que le début des éclosions a été observé le 11,13 mars, jusqu'à le 2 et le 5 avril pour les deux lots du Chêne vert et cèdre de l'Atlas. La date correspondante à 50% d'éclosions s'étalant du 19/03 au 22/03 soit un écart de 4 jours sur les prélèvements effectués à Chréa.

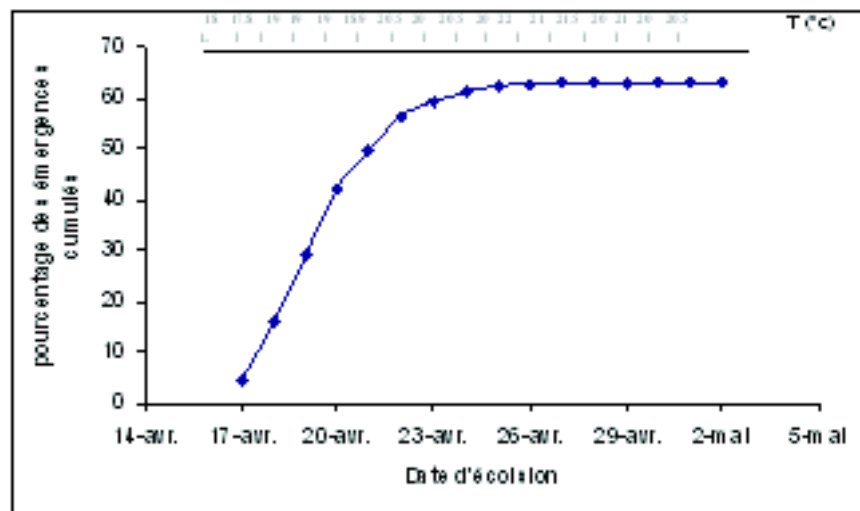


Fig. 32: Courbe cumulative des éclosions des pontes prélevées sur Châtaignier

Sur Châtaignier, les prélèvements ont été effectués le 04/04/2007, les éclosions ne sont notées que après le 8 avril. La date correspondante à 50% d'éclosions s'étalant du 20 au 22 avril soit un écart de 2 jours sur nos prélèvements.

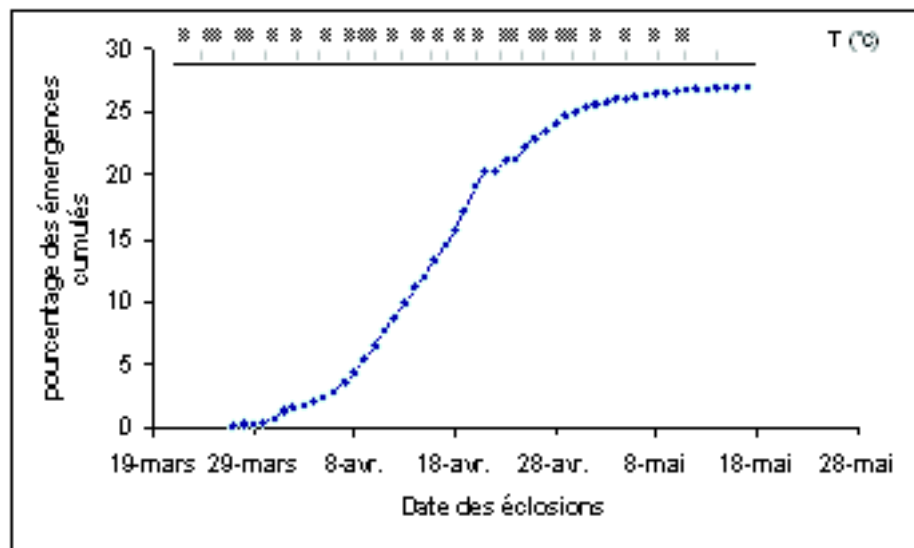


Fig. 33 : Courbe cumulative des éclosions des pontes prélevées sur Chêne liège.

A Bou-Arfa, sur chêne liège les prélèvements ont été effectués le 22 novembre 2006, les éclosions des œufs se sont échelonnées du 27 mars au 17 mai 2007, soit une durée d'un mois et 17 jours.

La durée de la période d'éclosion dépend des conditions micro-climatiques. En Tunisie, la période dure en général un mois (Ben Jamâa *et al*, 2002). Au Maroc, elle peut certaines années, atteindre 2 mois et plus (Fraval *et al*, 1987 ; Fraval, 1989).

9. Biométrie et poids des stades larvaires

9.1. Poids des chenilles

L'analyse de la variance révèle une différence significative entre le poids des chenilles sur chêne liège et ceux récoltés sur le cèdre de l'Atlas, le châtaignier et le chêne vert. La probabilité est de 0,0001 inférieur à 0,05, elle est considérée très hautement significative. Par contre l'analyse n'a pas montré une différence significative entre le poids des chenilles sur chêne vert, cèdre de l'Atlas et châtaignier (annexe 1).

9.2. Longueurs des chenilles et des capsules céphaliques

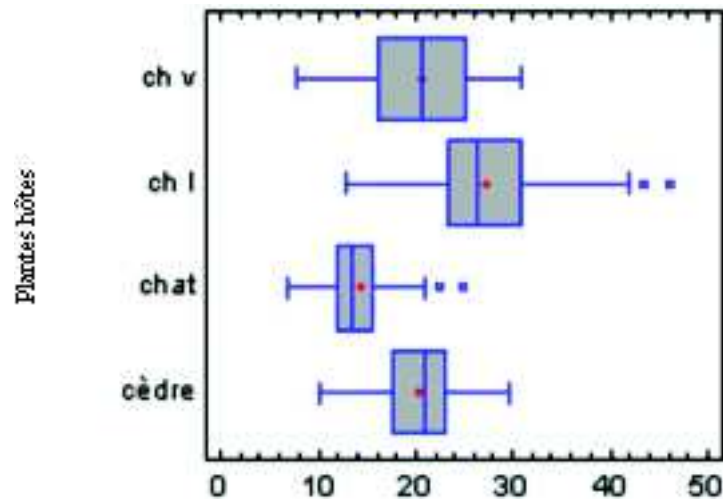


Fig. 34 : Classe de mesures des longueurs des chenilles pour les quatre plantes hôtes
Longueurs des chenilles(mm)

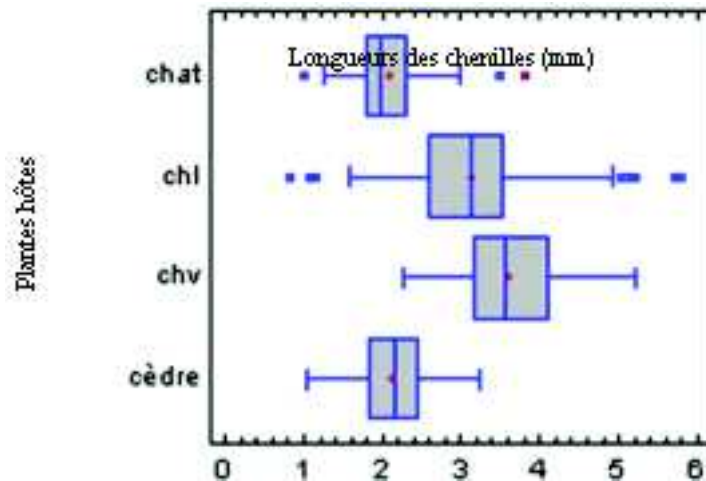


Fig. 35 : Classe de mesures des longueurs des capsules céphaliques des chenilles
Longueurs des capsules céphaliques (mm)

L'analyse des figures 34 et 35 donne les constatations suivantes :

Concernant les mesures effectuées sur chenilles en provenance de la cédraie : la longueur des chenilles varie de 10 à 30 mm. Les larves ayant une longueur qui varie entre 10 et 18 mm marquent le plus fort pourcentage. La longueur de la capsule céphalique des larves varie entre 1,04 et 3,22 mm. L'intervalle impliquant ces longueurs correspondent aux larves de deuxième, troisième et quatrième stade (Fralval, 1989).

Les mesures effectuées sur chenilles en provenance de la châtaigneraie : les longueurs des chenilles varient entre 7 et 21 mm. Les larves ayant une longueur qui varie entre 16 et 21 mm marquent le plus fort pourcentage. La longueur de la capsule céphalique des larves varie entre 1,0 et 3,79 mm, ce qui pourrait correspondre aux larves de troisième, quatrième et cinquième stade larvaires (Fralval, 1989).

A propos des mesures effectuées sur chenilles en provenance de la subéraie : les longueurs des chenilles se situent entre 14 et 42 mm mais le plus fort pourcentage concerne

les larves ayant une longueur qui varie entre 32 et 40 mm. Pour la longueur de la capsule céphalique des larves se situent entre 0,84 et 5,81mm.

L'intervalle impliquant ces longueurs correspondent aux larves de troisième, quatrième, cinquième et sixième stade larvaire (Fraval, 1989).

Pour les mesures effectuées sur chenilles en provenance de la yeuseraie : les longueurs des chenilles varient entre 8 et 30 mm. Les larves ayant une longueur qui varie entre 8 et 16 mm marquent le plus fort pourcentage. Pour la longueur de la capsule céphalique des larves varie entre 2,27 et 5,22 mm, ce qui pourrait correspondre aux larves quatrième, cinquième et sixième stade larvaire ce ci confirme les travaux de Fraval (1989).

Les résultats de la comparaison par Anouva sont regroupés dans les tableaux 18 et 19.

Tableau 18 : Analyse de la variance des différentes mesures de longueurs des chenilles

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	7023,35	3	2341,12	82,58	0,0001
Intra-groupes	13437,9	474	28,35		
Total (Corr.)	20461,3	477			

La probabilité est très hautement significative (0, 0001), ce qui explique la variabilité des mesures réalisées sur les chenilles.

Tableau 19 : Analyse de la variance des différentes mesures de longueurs des capsules céphaliques

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	160,35	3	53,450	104,69	0,0001
Intra-groupes	232,807	456	0,510541		
Total (Corr.)	393,157	459			

La probabilité de 0,0001 est inférieur à 0,05et est très hautement significative, ce qui explique la variabilité des mesures réalisées sur les chenilles.

9.3. Largeurs des capsules céphaliques

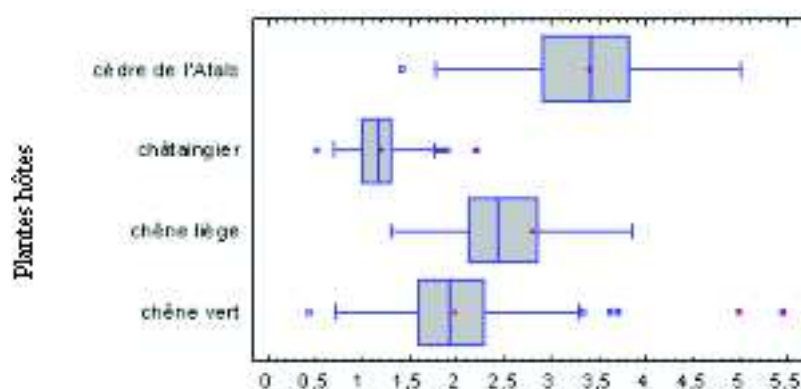


Fig. 36 : Catégorie de mesures des largeurs des capsules céphaliques des chenilles

Largeurs des capsules céphaliques (mm)

L'analyse de la figure 36 nous a permis de ressortir les constatations suivantes :

Pour les mesures effectuées en cédraie : les largeurs des capsules céphaliques de larves se situent entre 1,42 et 5,0mm.

Concernant les mesures effectuées en châtaignier : les largeurs des capsules céphaliques de larves se situent entre 0,52 et 2,21mm.

A propos des mesures effectuées en subéraie : les largeurs des capsules céphaliques de larves se situent entre 1,29 et 3,86mm.

Les mesures effectuées en yeuseraie: les largeurs des capsules céphaliques de larves se situent entre 0,43 et 5,45mm.

Le résultat de la comparaison par Anouva est regroupé dans le tableau 20.

Tableau 20 : Analyse de la variance des différentes mesures de largeur des capsules céphaliques

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	229,984	3	76,6614	33,36	0,0001
Intra-groupes	1050,09	457	2,2978		
Total (Corr.)	1280,08	460			

La probabilité ($P=0,0001$) est très hautement significative, ce qui explique la variabilité des mesures réalisées sur les chenilles.

Concernant les différentes mesures réalisées sur la longueur du corps, la longueur et la largeur des capsules céphaliques durant les périodes de récoltées, nous avons remarqué que les résultats obtenus étaient en adéquation avec différents stades larvaires de l'insecte.

En général, les individus mâles accomplissent leur développement en 5 stades larvaires. 73% des femelles le font en 5 stades et 27% en 6 stades. La présence d'un stade supplémentaire chez les individus des 2 sexes a été souvent signalée, la proportion de mâles à 6 stades et de femelles à 7 stades dépendant de la température, de la qualité et la quantité de nourriture (Herard, 1984 ; Fraval, 1989).

Les caractéristiques moyennes de chaque stade larvaire, tiré des travaux de différents auteurs. les résultats présentés, très dépendant des conditions d'alimentation. Le critère le plus sûr réside dans la pigmentation de la chenille qui varie de façon caractéristique d'une mue à l'autre (Fraval, 1989).

10. Stade chrysalides au départ de la nouvelle génération

Les différences de poids et de taux sexuel constatées rendent compte des effets de la qualité du feuillage et de la surpopulation (Fraval *et al*, 1984).

10.1. Variation du poids des chrysalides en 2006

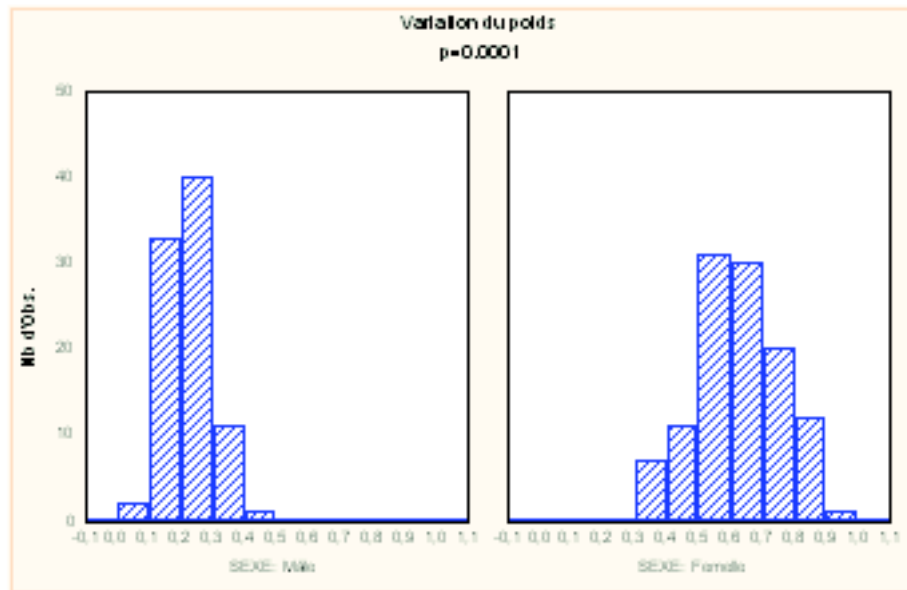


Fig. 37 : Variation du poids chez les deux sexes sur chêne vert

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,3 et 1,0 g tandis que pour les mâles il varie entre 0,001 et 0,500 g ; l'analyse de la variance montre une probabilité de 0,0001 inférieur au seuil de 5%.

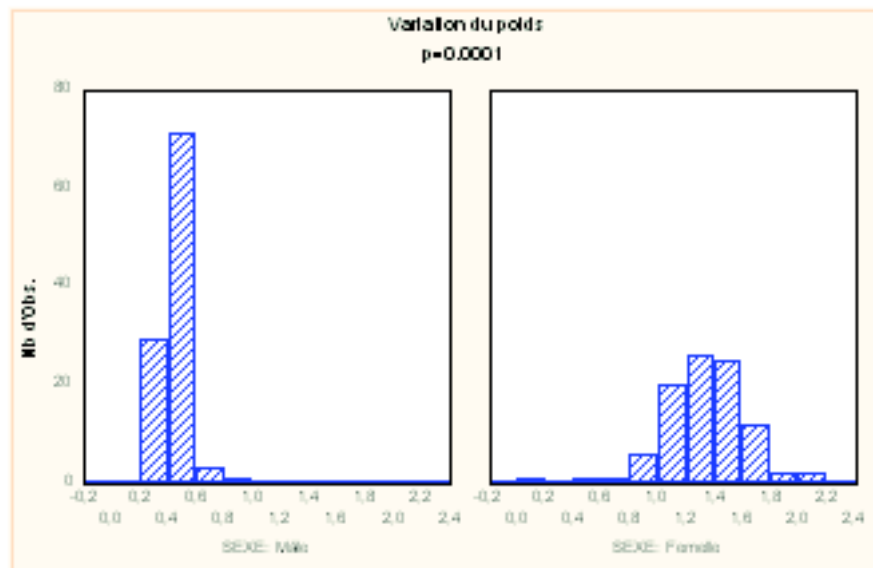


Fig. 38: Variation du poids chez les deux sexes sur châtaignier

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,120 et 2,140 g tandis que pour les mâles il varie entre 0,280 et 0,810 g le seuil de signification est de p=0,0001.

10.2. Variation du poids des chrysalides en 2007

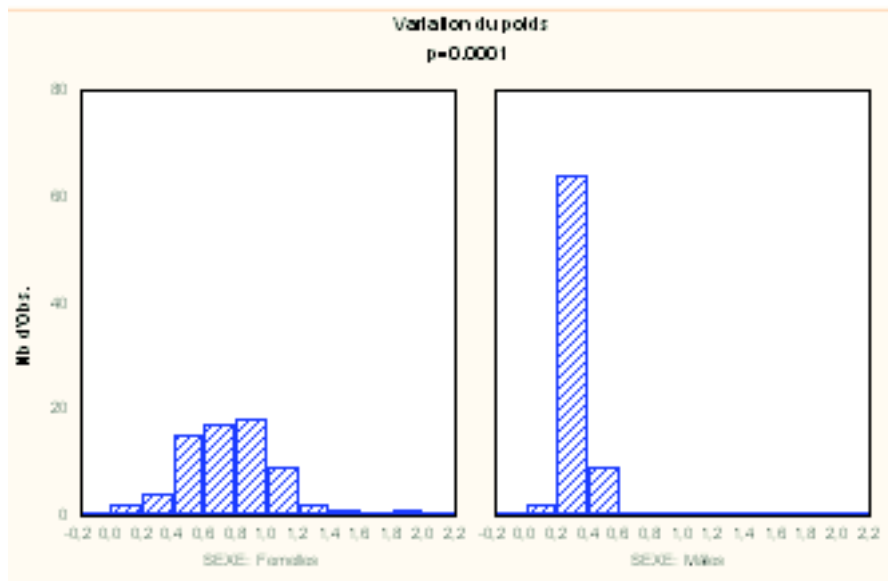


Fig. 39 : Variation du poids chez les deux sexes sur Chêne liège

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,884 et 2,898 g tandis que pour les mâles il varie entre 0,260 et 1,015 g. L'analyse de la variance donne une probabilité significative de 0,0001 inférieure au seuil 5%.

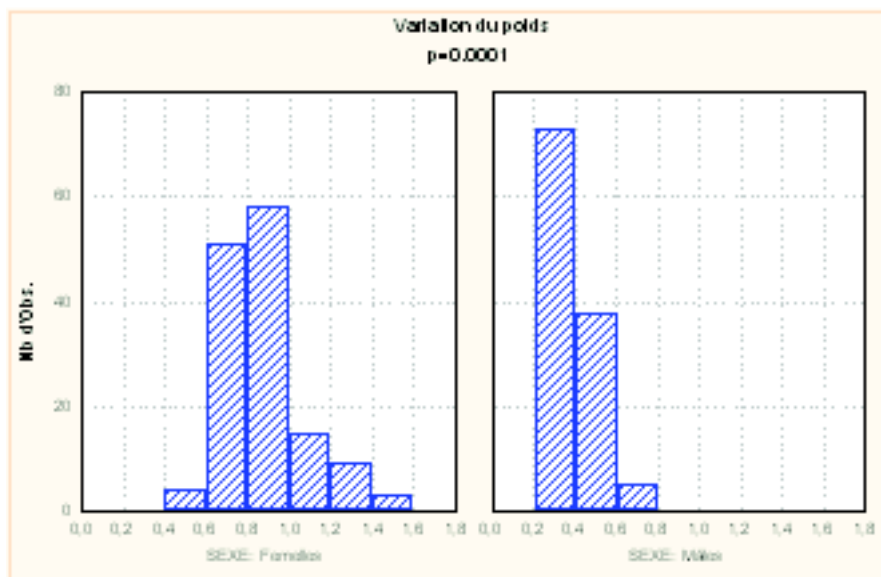


Fig. 40 : Variation du poids chez les deux sexes sur Cèdre de l'Atlas

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,426 et 1,547g tandis que pour les mâles il varie entre 0,207 et 0,669 g ; l'analyse de la variance montre une probabilité de 0,0001 inférieure au seuil de 5%.

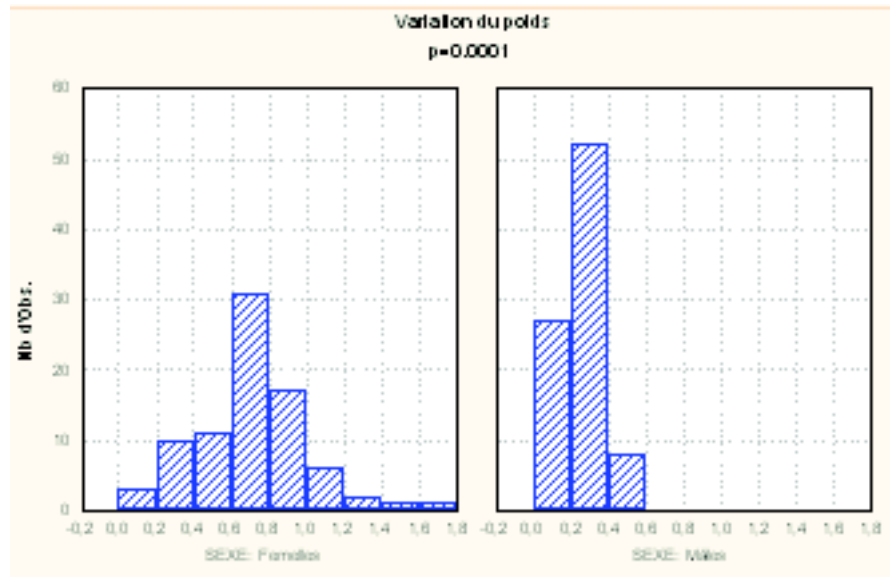


Fig. 41: Variation du poids chez les deux sexes sur Châtaignier

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,134 et 1,618 g tandis que pour les mâles il varie entre 0,051 et 0,541 g le seuil de signification est de $p=0,0001$.

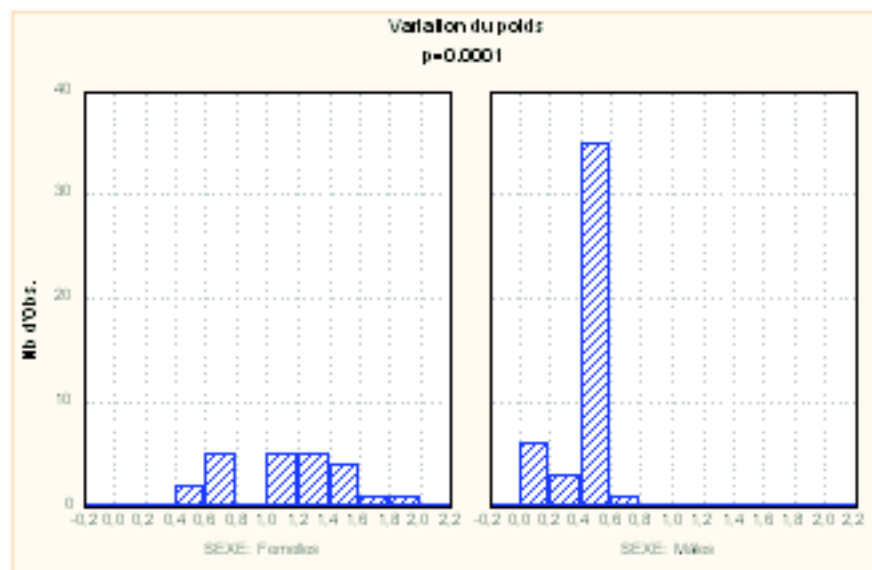


Fig. 42 : Variation du poids chez les deux sexes sur Chêne vert

Le graphe représente la variation du poids chez les deux sexes, le poids des femelles varie entre 0,452 et 1,853 g tandis que pour les mâles il varie entre 0,092 et 0,602 g ; l'analyse de la variance montre une probabilité de 0,0001 inférieur au seuil de 5%.

Les chrysalides sont en majorité de sexe mâles ; les chenilles mâles, en effet, moins exigeantes et au développement rapides, ont plus de chances de parvenir à se chrysalide (Fraval, 1984).

La pesée des chrysalides renseigne sur la qualité de la population en relation avec l'alimentation larvaire (Fraval *et al*, 1980 ; Lhaloui, 1980 ; Fraval, 1984 ; Fraval, 1989).

Les nymphoses ont eu lieu durant les trois premières semaines de juin à Bou-Arfa et la fin juin à la mi-juillet à Chréa. Les chrysalides prélevées à Bou-Arfa ont une longueur moyenne de 20 ± 2 et de 27 ± 2 mm, respectivement pour les mâles et les femelles, alors que les chrysalides femelles sont plus lourdes, avec respectivement 1,52 g et 0,52 g. Cette différence reste dépendante de l'alimentation des chenilles sur la plante hôte.

En comparaison, les chrysalides mâles et femelles récoltées en subéraie sont de poids plus important que celle récoltées sur les trois autres peuplements. Cette différence reste dépendante du choix des chenilles vis-à-vis du chêne liège par rapport aux autres plantes hôtes.

11. Sex-ratio de *Lymantria dispar*

En cédraie, le spectre qui représente le rapport des mâles sur femelles donne un taux de 54 % pour les mâles et un taux de 80 % pour les femelles, soit un sex-ratio de 0,68 en faveur des femelles

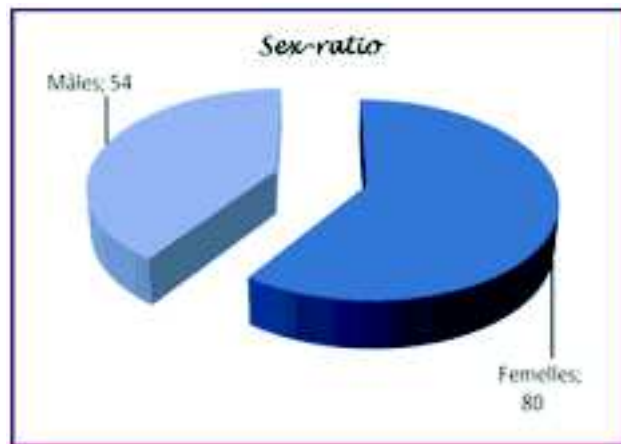


Fig.43 : Sex-ratio de *Lymantria dispar* en cédraie

En châtaigneraie, le spectre représente le rapport mâle et femelle donne un taux de 62 % pour les mâles et un taux de 80 % pour les femelles, soit un sex-ratio de 0,77 en faveur des femelles.

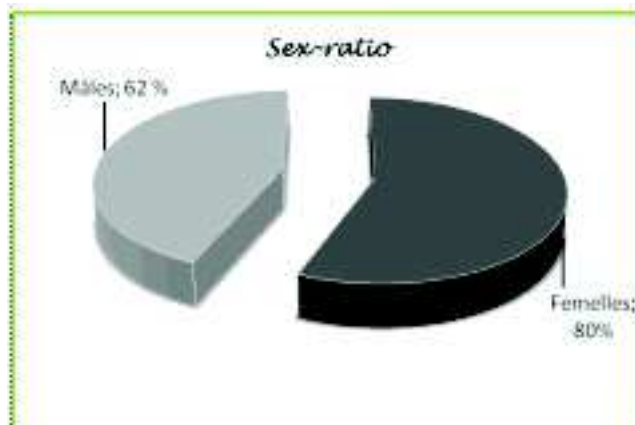


Fig.44 : Sex-ratio de *Lymantria dispar* en châtaigneraie

En yeuseraie, le spectre du rapport mâle et femelle donne un taux de 78 % pour les mâles et un taux de 88 % pour les femelles, soit un sex-ratio de 0,99 en faveur des femelles.

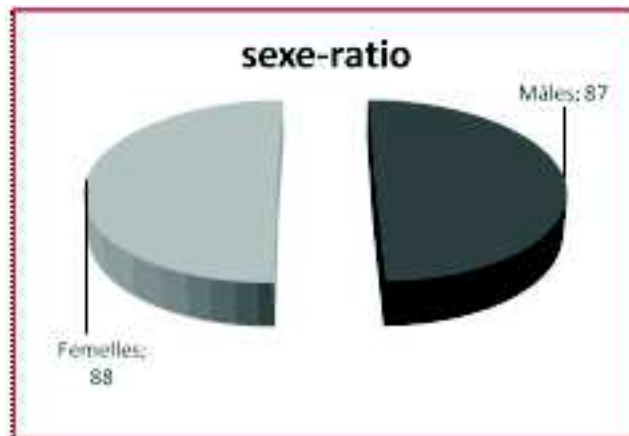


Fig.45 : Sex-ratio de *Lymantria dispar* en yeuseraie

En subéraie, le spectre du rapport mâle et femelle donne un taux de 74 % pour les mâles et un taux de 69 % pour les femelles, soit un sex-ratio de 1,07 en faveur des femelles.

Les sex-ratios des trois populations en provenance de la cédraie et de la châtaigneraie et la yeuseraie sont comparables et sont respectivement de

0,68 et de 0,77 et 0,99.

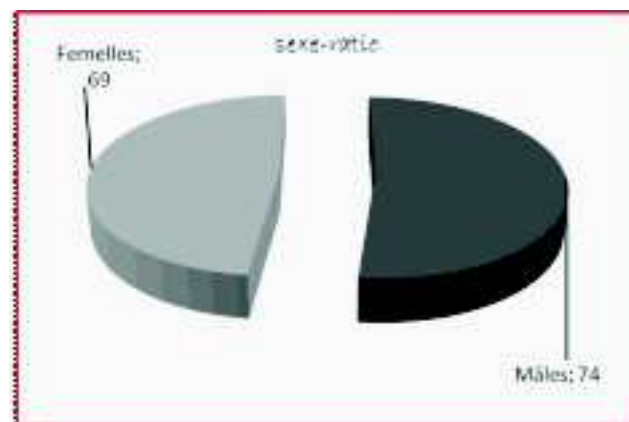


Fig.46 : Sex-ratio de *Lymantria dispar* en subéraie

Par contre elle est plus importante en subéraie 1,07 en faveur des mâles, moins exigeants et se développant en un stade de moins que la plupart des femelles (Fraval et Mazih, 1980), ils ont plus de chances de parvenir à se chrysalider (Fraval, 1984). En châtaigneraie et en cédraie un mâle accouple en général une femelle.

Le nombre des adultes mâles et femelles est très variable dans le même peuplement et d'un peuplement à un autre, il est en faveur des femelles dans les trois premières provenances, mais il est en faveur des mâles en subéraie. Cette différence enregistrée peut s'expliquer par le mouvement des chenilles au cours de leur développement et de leur choix du site de la nymphose.

Il est important de souligner qu'en châtaigneraie, le sex-ratio des adultes de la génération précédente a été de 1,60 (Boudissa, 2006). La comparaison des valeurs du

sex-ratio permet de prédire une infestation en progradation de l'espèce en question en châtaigneraie. Au niveau de la yeuseraie, si nous comparons avec le sex-ratio de 0,79 obtenu à la génération précédente par Boudissa (2006), il apparaît un accroissement de la population femelle qui régit et peut confirmer la progradation au cours de l'année suivante.

12. Impact des ennemis naturels

12.1. Parasites des pontes de *Lymantria dispar*

Les œufs sont parasites par les chalcidiens *Anastatus japonicus disparis* (Eupelmidae) et surtout *Ooencyrtus kuvanae* (Encyrtidae). Cette dernière espèce est le seul parasite oophage de *L.dispar* connu au Maroc (Fuester *et al*, 1988 ; Villemant *et al*, 2007), mais aussi en Algérie. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 47

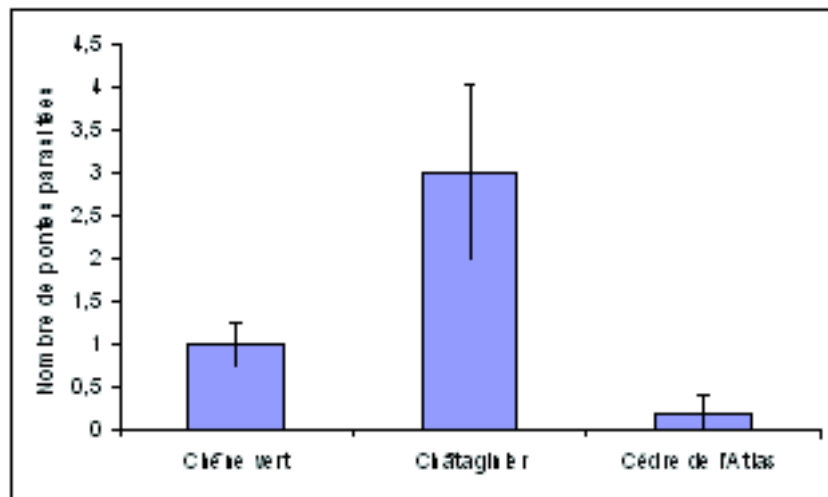


Fig. 47: Effectifs de pontes parasitées par *Ooencyrtus kuvanae* en 2006.

L'effectif de pontes parasitées par *O. kuvanae* varie d'une station à une autre, il est plus élevé en Châtaigneraie que les deux autres stations. On enregistre l'absence du parasite embryonnaire en subéraie. Les premiers œufs sont attaqués par *O.kuvanae* dès juillet, peu de temps après la ponte. En décembre, on trouve des œufs parasités dans la quasi-totalité des pontes prélevées, la longévité du parasite peut durer 3 mois dans des conditions optimales (Fig.48).



Fig. 48 : *Ooencyrtus kuvanae* parasites des œufs de *Lymantria dispar*

L'action du parasite *Ooencyrtus kuvanae* se traduit, en fin de l'écophase œuf et reste très faible. La proportion d'œufs parasités ne dépasse pas 3%. Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par Fraval *et al* (1984) et Manar *et al* (2005). La longévité du parasite au laboratoire a durée 2 mois et 9 jours selon nos résultats.

Mais ils sont nettement inférieurs à ceux trouvés par Herard (1978) en forêt de la Mamora au Maroc, la limite supérieure du parasitisme des pontes de *Lymantria dispar* étant évaluée entre 40 et 55% sur le chêne liège. Khouss et Demolin (2000) observent une incidence importante de cet oophage sur les populations de spongieuse stable au niveau d'un foyer primaire d'infestations dans la forêt mixte, cèdre de l'Atlas et chêne vert de Tikjda (Djurdjura) avec un taux de parasitisme moyen de 57,5%. Ces résultats expliquent bien que dans les quatre sites d'étude en remarque une absence de l'équilibre parasitaire.

Le taux de parasitisme est davantage lié à la surface des pontes de l'hôte. En fait le taux de parasitisme augmente proportionnellement avec le rapport de la surface, les œufs de la couche superficielle sont plus touchés par le parasitisme, et donc un nombre négligeable d'œufs des couches internes est atteint (Weseloh, 1972 in Herard, 1978). Les excavations des prédateurs-démenteleurs permettent l'accès aux œufs profonds mais diminuent le nombre d'œufs disponibles pour le parasite (Fraval, 1986)

L'abondance du parasite à la surface des pontes est faible. On en enregistre la présence d'un seul individu en moyenne par ponte. La femelle d'*O.kuvanae* n'est pas capable de se frayer un passage entre les œufs, à travers le revêtement des poils (Herard, 1978).

12.2. Prédateur des pontes de *L.dispar*

12.2.1. Dermeste bigarré

Outre le parasite *O.kuvanae* (Encyrtidae), on a trouvé dans les pontes de chêne vert une larve de prédateur de *Trogoderma versicolor meridionalis* Kraatz, (Dermestidae). C'est la première espèce prédatrice des pontes de *L. dispar* (Fraval *et al*, 1989).



Fig. 49: Larve de *Trogoderme* prédatrice des œufs de *Lymantria dispar* récolte en yeuseraie

Les prédateurs oophages (principalement les coléoptères Dermestidae et Trogossitidae) sont actifs notamment en Sardaigne, au Maroc et au Portugal. Appelés prédateurs-démenteleurs, car ils détruisent plus d'œufs en disloquant les pontes que par prédation, ils peuvent parfois empêcher le développement d'une infestation localisée (Villemant et Ramzi, 1995 ; Villemant et Andreï-Ruiz, 1999 ; Villemant *et al*, 2007).

12.2.2. Fourmis

Crematogaster scutellaris a été observé à Bou-Arfa, les ouvrières ne s'attaquent pas aux pontes sains mais aux pontes parasitées ou prédatées dont elles arrachent les œufs un à un (Fig.50).



Fig. 50 : *Crematogaster scutellaris* (I.M.L., 2000).

L'activité des parasites et des prédateurs oophages a ainsi réduit de 49 % les potentialités d'éclosion de *L.dispar*, au Maroc ce taux est nettement supérieur, il atteint 75 % (Benhsain *et al*, 2005), ces résultats confirment que les ennemis naturels des œufs sont le principal facteur de mortalité dans les parcelles étudiées. Leurs activités en phase de latence, empêche une élévation trop rapide de la densité des populations du défoliateur.

Nombre récolte % de parasitisme par

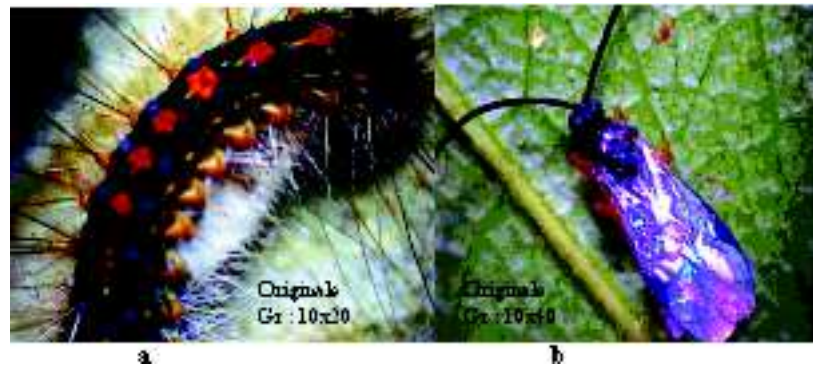
Lieu de récolte	Période de récolte	Cherilles	Chrysalides	<i>Apanteles</i>	<i>Brachymeria intermedia</i>	<i>Trachinidæ</i>	<i>Ichneumonidæ</i>	Total
Station de repos du Châtaignier	17 juin	164	0	1,82	0	0	0	1,82
	Avril	0	186	0	0	13,3	0	13,3
Station du Chêne vert	17 juin	135	0	1,48	0	0	0	1,48
	Avril	0	315	0	63,4	19,9	2,7	86

Tableau 23 : Pourcentage de parasitisme de *Lymantria dispar* (L.) dans différents lieux de récolte en 2007

Nombre récolte % de parasitisme par

Lieu de récolte	Période de récolte	Cherilles	Chrysalides	<i>Apanteles</i>	<i>Brachymeria intermedia</i>	<i>Trachinidæ</i>	<i>Ichneumonidæ</i>	Total
Station de repos du châtaignier	02 juin	102	0	9,8	0	0	0	9,8
		0	176	0	7,4	0,6	2,8	10,8
Station du chêne vert	02 juin	197	0	2,5	0	0	0	2,5
		0	69	0	8,7	1,4	5,8	15,9
Station de Bou-Arfa Chêne liège	09 juin 13 juin	170	0	0,6	0	0	0	0,6
		0	194	0	14,6	1	1,6	17,2
Station du cèdre de l'Atlas	01 juin	110	0	1	0	0	0	1
		0	256	0	3,5	0,8	1,6	5,9

L'impact des Braconides en 2006 a été très faible dans les deux stations. Le taux de parasitisme des *Apanteles* n'a jamais dépassé 2 %, alors qu'en 2007 ce taux atteint 10 % en Châtaigneraie (Fig.51)



L'abondance des Tachinaires a en général, été de faible importance sauf dans les deux stations où les taux de parasitisme enregistrés en 2006 ont été respectivement de 14 % en Châtaigneraie et 20 % en yeuseraie, par contre en 2007 ce taux ne dépasse pas les 2 % (Fig.52).



Fig. 52 : Tachinaire parasite nymphal de *Lymantria dispar*

Le seul hyménoptère Ichneumoïde signalé par Lepiney *Pimpla instigator*, a son impact total sur les populations larvaires est cependant faible, il ne dépasse pas les 6 % (Fig.53).

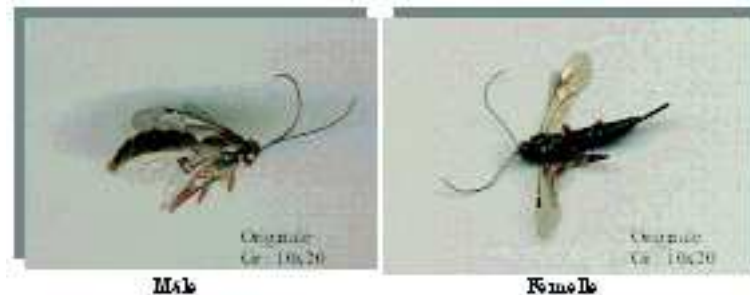


Fig. 53: *Pimpla instigator* parasite nymphal de *Lymantria dispar*

Le seul parasite des chrysalides *Brachymeria tibialis intermedia* n'a été assez abondant que sur le chêne vert (taux de parasitisme 63,4 % en 2006), il a été absent dans la station du Châtaignier (Fig.54).

En 2007 le taux de parasitisme en yeuseraie a diminué, l'abondance de ce parasite est faible en cédraie (3,5% chrysalides parasites). Elle est plus importante en subéraie avec un taux de 14,6 %, en Châtaigneraie il atteint 7,4 %.



Fig. 54 : *Brachymeria tibialis intermedia* parasite nymphal de *Lymantria dispar*

Le chalcididae *Brachymeria tibialis intermedia* est le parasitoïde nymphal le plus actif dans de nombreux pays (Villemant, 2006).

12.4. Prédateurs larvaires

Calosoma sycophanta a été observé le plus souvent dans l'ensemble des zones forestières, mais il n'a jamais eu l'impact qu'on lui connaît dans d'autres régions, notamment en Corse où il a déjà enrayé complètement une gradation de *L. dispar* (Herard et Fraval, 1980).



Fig. 55 : *Calosoma sycophanta*, prédateur actif de *Lymantria dispar*



Fig. 56: Larve de *Calosome* dévorant une chrysalide de *Lymantria dispar*

Le prédateur, *Callosoma sycophanta* a été identifié sur terrain. Au stade larvaire il présente une spécificité alimentaire vis-à-vis des nymphes (Fig.56). Au stade adulte il dévore avec voracité les chenilles de *Lymantria dispar* (Fig.55). En élevage, un adulte dévore en moyenne une dizaine d'individus par jour.

Au Maroc, les chrysalides ont été détruites dans la proportion de 24, 31, et 5% par les larves de *Calosoma sycophanta* (Fraval et Mazih, 1980).

Parfois le Callosome joue un rôle décisif. C'était le cas notamment en Corse en 1945, 1974 et 2003, et à Mamora en 1979 et même dans la forêt d'Afkadou en Kabylie en 1995 (Villemant et Fraval, 1999 ; Villemant *et al*, 2007).

12.5. Autre agents

Des maladies ont été signalées, affectant très localement un petit nombre d'individus ainsi, quelques attaques de *Beauveria bassiana* sur chrysalides en 2007.

Beauveria ssp (Deuteromycotina ; Zygomycetes) est un champignon qui attaque plusieurs insectes, son impacte sur *Lymantria dispar* est remarquable, durant l'année 2007, ce champignon cause la mortalité d'environ 3 %. Ce pourcentage reste faible par rapport à celui enregistré par Hoon Lee (2002) en Korea.

Son activité est maximale durant les périodes de pullulation du défoliateur ; dans certaines régions il tue jusqu'à 40 % en moyenne des chenilles (Fraval, 1986 ; Fraval *et al* 1989).

13. Comportement biologique de l'insecte

Les renseignements et les observations effectuées périodiquement au cours de l'année 2006-2007, nous ont permis d'établir les différentes phases chronologiques du cycle biologique de *Lymantria dispar* dans son milieu naturel.

Lymantria dispar est une espèce monovoltine. L'émergence des adultes s'effectue du la mi juin jusqu'au début juillet. Les premières pontes ont été décelées le 17 juin et se sont échelonnées jusqu'au 31 juillet. Les larves du premier, du second et du troisième stade observées, effectuent leur développement à partir de la dernière décade du mois d'avril jusqu'à la mi-juin où les chenilles du quatrième, du cinquième et du sixième stade dominant. Les chenilles de dernier stade entrent en nymphose dès le début du mois de juin. Le stade nymphal s'échelonne jusqu'à la mi-juillet.

Les observations effectuées périodiquement et en parallèle sur terrain montrent une plus forte infestation en relation avec le débourrement du chêne vert à partir du début Mai. Une parfaite synchronisation s'établit avec le débourrement de la plante hôte et le passage s'effectue graduellement d'une essence à une autre.

Lymantria dispar présente une seule génération par an (Villemant, 2003 ; Villemant, 2006 ; Martin *et al*, 2007), son cycle est résumé dans la figure 57



Fig. 57 : Chronologie du développement de la population *Lymantria dispar*

14. Les plantes hôtes de *L. dispar* au Parc National de Chréa et à Bou-Arfa

Le tableau qui suit montre la grande polyphagie de cet insecte vis-à-vis des arbres et des arbustes dans une forêt qu'elle soit aménagée ou pas. On le trouve aussi bien dans des associations du Chêne vert, du Châtaigner et du Cèdre de l'Atlas que dans différentes strates de la forêt en basse et haute altitude. Cela n'est possible qu'en forte pullulation de l'insecte.

A partir des dernières prospections, l'insecte a gagné en hauteur, on le trouve même jusqu'à 1400 m d'altitude, cette zone est caractérisée par la dominance du cèdre. Les changements climatiques d'une année à une autre ont une influence sur le comportement de l'insecte vis-à-vis des plantes hôtes.

Tableau 24 : Espèces végétales attaquées par le *Bombyx dispar* lors des récentes gradations (Quezel et Santa, 1963).

Ecologie et biologie du Bombyx disparate, Lymantria dispar L. (Lep. : Lymantriidae) dans le Parc National de Chrèa

Non scientifique	Famille	Non commun
<i>Quercus suber</i>	Fagacées	Chêne liège
<i>Erica arborea</i>	Ericacées	Brière
<i>Myrtus communis</i>	Myrtacées	Myrte
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Anthémidées	Zelifa
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées	Gendoul
<i>Genista tricuspida</i>	Papilionacées	Genêt
<i>Cytisus triflorus</i>	Papilionacées	Cytise
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiées	Lentisque, pistachier
<i>Clematis flammula</i>	Renonculacées	Clématite
<i>Rosa sempervirens</i>	Rosacées	Rosier
<i>Mentha pulegium</i>	Lamiacées	Menthe
<i>Rubus caesius</i>	Rosacées	Allaïq, Leudj
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosacées	Allaïq , Leudj
<i>Prunus avium</i>	Rosacées	Merisier
<i>Robinia pseudaccacia</i>	Papilionacées	Robinier
<i>Castanea sativa</i>	Fagacées	Châtaignier
<i>Cedrus atlantica</i>	Pinacées	Cèdre de l'Atlas
<i>Quercus ilex</i>	Fagacées	Chêne vert
<i>Briza maxima</i>	Graminées	Brize, Amourette
<i>Linum usitatissimum</i>	Linacées	Lin
<i>Urtica dioica</i>	Urticacées	Ortie
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	Pins d'Alep

Conclusion générale

Les résultats de l'étude nous ont permis de ressortir les remarques suivantes :

L'abondance des pontes observées lors de nos recensements montre le fort

Succès reproducteur des femelles. L'insecte se concrétisant par d'importantes populations qui se maintiennent à un niveau élevé et cela par des taux d'éclosions des chenilles élevées et se rapprochent de ceux d'autres régions de l'aire de distribution de l'insecte. Ces taux sont plus significatifs dans les peuplements du Parc National de Chrèa.

Dans la plupart des cas, on devrait admettre que les ennemis naturels suffisent à réduire les populations des défoliateurs. au prix de dégâts faits aux arbres certes, mais qui demeurent bénins si ces derniers sont en bon état sanitaire. *O. kuvanae* est le seul parasite oophage de *Lymantria dispar* recensé dans les pontes. Cependant le taux de parasitisme en altitude reste limité.

En 2007, l'éclosion des chenilles de premier stade se trouve en parfaite synchronisation avec le débourrement des plantes hôtes.

Deux seuls caractères du complexe de *Lymantria dispar* sont communs à tous les pays circu-méditerranéens : la présence et l'impact localement assez fort du parasite nymphal *Brachymeria intermedia* et la présence du prédateur larvaire *Calosoma sycophanta*

Des larges foyers ont été localisés à basse altitude (600m) en subéraie pure et s'arrêtent à 1400 m. Au niveau de la cédraie pure, les pontes sont de très grandes tailles et aussi abondantes sur l'arbre, ce qui signifie que le défoliateur est en phase de progradation.

Pour envisager et améliorer la lutte contre ce ravageur dans le Parc National de Chrèa, il est conseillé d'appliquer la lutte biologique en réalisant des lâchés et en introduisant des espèces non recensées grâce à l'inventaire réalisé au cours de notre étude.

Lors de l'apparition des premiers foyers d'infestation, le suivi de la phénologie du débourrement de l'arbre hôte en relation avec l'éclosion des œufs du ravageur devrait permettre de mieux évaluer l'ampleur de l'infestation ceci a été notés par Mnara *et al* (2005).

En début de la progradation en Algérie, les seuls antagonistes qui se sont manifestés sur les pontes exposées sur le terrain sont des prédateurs oophages qui ont éliminés une partie des pontes. Ce type d'expérimentation doit être poursuivi afin de mieux connaître l'impact de ces antagonistes sur les pontes en phase de progradation ainsi que les différentes autres phases pour vérifier si le parasite *Ooencyrtus kuvanae* est capable de s'attaquer aux pontes lorsqu'elles sont présentes à un faible niveau de densité.

Il serait indispensable par ailleurs de vérifier si l'efficacité du cortège des ennemis naturels se maintient malgré les traitements (Basir *et al*, 2005).

En cas de pullulation, les chenilles peuvent s'attaquer à d'autres espèces végétales sur lesquelles elles peuvent, ou non, achever leur cycle de développement (Stoyenoff *et al*, 1994). Dans l'Est algérien, lors d'un retard de débourrement du chêne liège ou lorsque les pontes sont éloignées de la plante hôte, les larves peuvent poursuivre une partie de leur développement sur diverses essences (Ouakid *et al*, 2001).

Les observations menées sur un ensemble hétérogène des peuplements forestiers sont loin de présenter un bilan précis de la situation du Bombyx disparate en Algérie. De ce fait, il demeure une nécessité de réaliser une cartographie des mouvements des pullulations dans plusieurs foyers de son aire.

Le bombyx disparate est une espèce très dynamique, capable de vivre aux dépens de forêt et d'essences très variées sous des conditions climatiques très diverses. Les vastes opérations de lutte mises en œuvres de nos jours n'empêchent pas l'accroissement des surfaces soumises à ses défoliations. Il faut de nos jours concentrer la lutte biologique contre ce ravageur sur les foyers primaires dont l'éradication nécessite un protocole de surveillance rigoureux permettant la mise en œuvre des traitements bien ciblés sur des surfaces limitées.

Bibliographie

- ABDOU G et OUKHAF N., 2002 : Etude phytoécologique des formations végétales de la partie centrale du Parc National de CHREA et proposition de réhabilitation pour étude de quelques espèces « RUSTIQUES ».Thèse. Ing. Ecolo. Univ. Sci. Techn, U.S.T.H.B pp. 1-17.
- ATAY KADIRI Z., SEMLALI ., BENHSAIN N., VILLEMANT C., 2002 : Action de *Melia azedarach* (Meliaceae) sur la reproduction et le développement de *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) Integrated Protection in oak forests. *OILB/WPRS Bull.* 25 (5):139-146.
- BARBER K.N., KAUPP W.J., and HOLMES S.B., 1993: Specificity testing of the nuclear polyhyhedrosis virus of the Gypsy Moth, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae), *Canadien Entomologist*,125:1055-1066.
- BASIR E., EL ANTRY S. & ATAY KADIRI Z., 2005 : Cartographie des infestations de *Lymantria dispar* et superficies traitées contre le ravageurs entre 1990 et 2004 en subéraie de la Mamora (Maroc). *IOBC Wprs Bull.*, 28 (8) :163-168.
- BEN JAMAA M.L., M'NARA S., VILLEMANT C et 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.
- BENHSAIN N., EL ANTRY S., ATAY KADIRI Z., SOUSA E., 2005 : Suivi de l'impact des ennemis naturels sur les pontes de *Lymantria dispar* dans une placette de la forêt de la Mamora (Maroc). *IOBC Wprs Bull.*, 28 (8) :169-170.
- 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.
- CHAKIR S et FRAVAL A., 1985 : Les ennemis autochtones et introduits de *Lymantria dispar* (L.) (Lep., Lymantriidae) en forêt de la Mamora (Maroc) ; étude de la long transect : 1976-1982. *ctes Inst. Agro. Vet.* 5(1et 2), pp 27-33.
- DAJOZ R., 1998 : *Les insectes et la forêt*. Ed. Lavoisier. Paris. 489 p.
- D.G.F., 2006 : Atlas des parcs nationaux algériens, Parc National de Chrèa. Direction générale des Forêts : 39-47.
- EL HASSANI A., GRAF P., HAMDAROU, 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.
- 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.
- FRAVAL A., 1986 : La régulation des populations de *Lymantria dispar* (Lepidoptera., Lymantriidae) en subéraie marocaine atlantique : effets du climat, des entomophages et des facteurs authropiques. *Appl. Ent.*, 102 :38-52.

- FRAVAL A., 1989 : *Lymantria dispar*, Ed. Actes. Rabat, 220 p.
- FRAVAL A et EL YOUSFI M., 1989 : Dispersion active et passive de *Lymantria dispar* (L.) cas de la subéraie marocaine. *Entomol.*, (108) : 335-346.
- FRAVAL A., JARRY N., QUESTIENNE P., 1977 : Traitement expérimentaux contre *Lymantria dispar* (L.) en Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc*, (17) : 77-92.
- FRAVAL A., QUESTIENNE P., JARRY N., 1980 : Démographie de *Lymantria dispar* (L.) en subéraie de la Mamora ; Etude le long transect ; 1976-1977-1978. *Ann. Rech. For. Maroc*, (20), 64p.
- FRAVAL A., BENLAHBOUB-JAZOULI H., 1984 : Etude de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. ; Lymantriidae) en lisière de subéraie ; Forêt de la Mamora, Maroc, *Actes Inst. Agro. Vét.*, Spécial ZOOLOGIE 4 (1). : 119-127.
- FRAVAL A et 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.
- FRAVAL A., LHALOUI S., 1980 : La surveillance des attaques de *Lymantria dispar* (L.) en forêt de Mamora (Caton A) ; 1980. *Ann. Rech. For. Maroc*, (20) : 353-386.
- FRAVAL A et MAZIH A., 1980 : Mortalité de *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera., Lymantriidae) sur trois placeaux de la subéraie de la Mamora en 1978. *Ann. Rech. For. Maroc*, (20) : 271-288.
- FRAVAL A., EL YOUSFI M., 1987 : Les déplacements de *Lymantria dispar* en subéraie marocaine atlantique, *Doc. Déprt. Zool. I.A.V. Hassan II (Rabat)* :31-49.
- FRAVAL A., HERARD F., JARRY M., QUESTINNE P., VILAND M.C., VEIN D., 1977a : Note sur un traitement au moyen d'une préparation de *Bacillus thuringiensis* BERLINR contre *Porthetria dispar* L. en forêt de la Mamora (Maroc). *Ann. Rech. For. Maroc*, (17) :77-76.
- FRAVAL A., HERARD F., JARRY M., 1978 : Méthodes d'échantillonnage des populations de pontes de *L. dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) en Mamora (Maroc). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 10 (2) :267-279.
- FRAVAL A., MAZIH A., EL YOUSFI M., 1981a : Introduction du *Baculovirus* de *Lymantria dispar* en forêt se la Mamora, Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, (17) :67-76.
- FUESTER R.W., GRUBER F, DREA J.J and 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.
- GOTTSCHALK K.W., 1990:Gypsy moth effects on mast production. *In:McGee C.E.(ed). Proceedings of the Workshop: Southern Appalachion Mast Management .Knoxville: Univ. Tennessee* : 42-50.
- HALIMI A., 1980 : L'Atlas blidéen, climats et étages végétaux, O.P.U., Alger, 523 p.
- HAMRA KROUA S., 1989 : La bioécologie de la #Spongieuse# *Lymantria dispar* dans les forêts de chêne liège dans le nord constantinois, Thèse de Magister, Univ. Constantine, Algérie, 98 p.
- HANNAK F., 1986 : Surveillance et essais de lutte contre *Lymantria dispar*L. au moyen d'une préparation de *Bacillus thuringiensis* BERLINR en forêt de la Mamora et de Aïn Hamra. *Mém. Ing. Phytiatre, Inst. Nat. Vet.*, Hassan II (Rabat) ,64 p.

- HERARD F., 1978 : Comportement des adultes d'*Ooencyrtus Kuvanae* (Howard) (Hym. : Encyrtidae) parasite oophage de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. : Lymantriidae) en forêt de Mamora (Maroc). *Ann. Zool. Ecol. Anim*, 10 (4) : 603-611.
- 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, énoncé général des résultats. *Actes Inst. Agro. Vét.* (Maroc) ,4 (1) : 147-155.
- HERARD F et FRAVAL A., 1980 :La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* L. (Lepidopter. Lymantriidæ), 1973-1975. *Acta Ecologica, Ecol.Applicata*,1 (1) : 35-84.
- HERARD F et MERCADIER G., 1987 : Bionomies comparées et deux souches (Marocaine et Américaine) d'*Ooencyrtus Kuvanae* (Hym. :Encyrtidae), parasite oophage de *Lymantria dispar* (Lepidoptera :Lymantriidae). *Jour. BioControl*,25 (2): 129-137.
- HOON LEE J., HAI-POONG L., FUESTER R.W., PARK J.D., LEE. B.Y., SHIN C.H., 2002: Gypsy Moth parasitoid complex at MT.HALLA National Park, Cheju Island, Korea. 113 (2) : 103-112.
- I M L., 2000 : Pathologie de la subéraie en France, Ravageurs et maladies du chêne liège. Ed.LESOUBERE , Inst. Médit. Liège, Coll guide technique de vulgarisation, Languedoc .Roussillon, Vivés, 23 p.
- 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) ,73 p.
- KHOUS M.G., 1991 : Note sur le contrôle naturel de la spongieuse en Algérie. Séminaire sur le chêne liège. *Inst. Nat. Rech. Forest. Déprt. Prot. Forêt.* Jijel, Mars, 5 p.
- KHOUS M.G., 1993 : Contribution à l'étude de l'écologie et du contrôle naturel de *Lymantria dispar* en chênaie verte du Djurdjura (Tikjda). Thèse. Magister .Biol. U.S.T.H.B, 133 p.
- KHOUS M.G., 2000 : *Ooencyrtus kuwanae* : Parasitoïde oophage de *Lymantria dispar*. *La forêt Algérienne.* (3) : 23-24.
- KHOUS M.G., et 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.
- LHALOUI S., 1980 : *La surveillance de Lymantria dispar* en 1980.Canton A de la Mamora. Mém.Ing.Phytiatre.Doc. Déprt. Zool .I.A.V.Hassan II (Rabat) ,67 p.
- LOVETT G.M., CANHAM C.D., ARTHUR M.A., WEATHZERS K.C. ET FITZHUGH R.D., 2006: Forestecosystem responses to exotic pests and pathoges in eastern North America. *BioSci*: 395-405.
- MAZIH A., 1978 :Tables de mortalité comparées pour *Lymantria dispar* (Lep.Lymantriidae) en subéraie de la Mamora. Mém. Ing. Phytiatre. I.A.V. Hassan II (Rabat) ,41 p.

- MNARA S., BEN JAMAA M. L., NOUIRA S., 2005: Bilan des observations sur *Lymantria dispar* (L.) en phase de latence en Tunisie. *IOBC Wprs Bull.*, 28 (8) : 147-154.
- MARTIN J.C., BONNET C., 2007 : Dossier le Bombyx disparate . I.N.R.A., U.E.F.M., 15 p.
- NAGELEISEN L.M., 2005: Le Bombyx disparate *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae), *Information Santé des forêts (DSF)* ,6 p.
- NIERHAUS-WUNDERWALD D., WERMLINGER B., 2001: Le bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.). Inst. Fed. Rech. WSL. Birmensdorf. vol.34, 8 p.
- OUAKID M.L., FARINE J.P., SOLTANI N., 2001: Evaluation de l'activité entomopathogène d'une souche locale du champignon *Metarhizium anisopliae* sur les larves de *Lymantria dispar* . *IOBC Wprs Bull.*, 28 (8) :185-191.
- PAPARATTI B., 2006 : Entomologia, séminaire sur le chêne liège, Italie, 22 p.
- P.N.C., 2007 : Carte géographique de Bou-Arfa. Parc National de Chrèa.
- QUESTIENNE P, FRAVAL A., 1977 : Etude des caractéristiques de la population de pontes de *Lymantria dispar* sur un chêne liège, en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc.* (17) : 125-141.
- QUEZEL P et SANTA S., 1963 : *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. Cent. Nat. Rech. Sci., T.I, Paris, 558 p.
- QUEZEL P et SANTA S., 1963 : *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. Cent. Nat. Rech. Sci., T.II, Paris, 1087 p.
- RIDET J.M., 1972 : Etude des conditions optimales d'élevages et d'alimentation de *Lymantria dispar* L. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N.S), 8 (3) : 653-668.
- STOYENOFF J.L., WITTER J.A., MONTGOMERY M.E & CHILCOTE C.A., 1994: Effects of host switching on gypsy moth, (*Lymantria dispar* (L.)) under field conditions.-*Oecologia*, 97 :143-157.
- VILLEMANT C., 2003 : Le Bombyx disparate en corse. *Insectes*, vol. 3 (130).10 p.
- 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.
- VILLEMANT C., 2006 : Bilan de la situation de *Lymantria dispar* dans l'ouest de bassin méditerranéen, *Act. Congrès. Inter. Ento. Némat. Inst. Nati. Agro. El Harrach Alger*: 101- 114.
- VILLEMANT C., ANDREÍ-RUIZ M.C., 1999: Life-cycle and biological features of egg predators of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) in the Mamora cork oak forest, (Morocco). *Entomol.*, 96 :29-36.
- VILLEMANT C., ANDREI-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.
- VILLEMANT C, LEGAY M., 1995 : Le bombyx disparate (*Lymantria dispar*) a fontainebleau, *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing Vol. 71* (2) :85-93.
- VILLEMANT C. & FRAVAL A., 1999 : Les gradations de *Lymantria dispar* en Europe et en Afrique du Nord. *IOBC Wprs Bull.*, 22(3): 71-79.

VILLEMANT C et RAMZI H., 1995:Predators of *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae) egg masses: spatio-temporal variation of their impact during the 1988-89 pest generations in the Mamora cork oak forest (Morocco). *Entomophaga*, 40:1-15.

VILLEMANT C., ANDREI-RUZI M.C., LECA E., 2007: Le Bombyx disparate, défoliateur des subéraies et des yeuseraie de corse et du bassin méditerranéen. *Bull. Soc. Sci. Hist .Nat.*, Corse : 1-30.

ZAIMI EI M., 1979 : Répartition spatio-temporelle des entomophages de *Lymantria dispar* en subéraie atlantique et évaluation de leur impact. Mém. Ing. Phytiatre .I.A.V. Hassan II (Rabat), 30 p.

Références électroniques

[http / www.aliecor.com/chene/chene](http://www.aliecor.com/chene/chene)

Annexes

Annexe 1

Tableau 1 : Analyse de la variance entre les chenilles récoltées sur Chêne liège et Cèdre de l'Atlas

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1,11443E7	102	109258,	2481112,07	0,0001
Intra-groupes	0,308251	7	0,0440358		
Total (Corr.)	1,11443E7	109			

Tableau 2 : ANOVA entre les chenilles récoltées sur Chêne liège et Chêne vert

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1,11551E7	120	92959,0	4714071,90	0,0001
Intra-groupes	0,0394389	2	0,0197195		
Total (Corr.)	1,11551E7	122			

Tableau 3:ANOVA entre les chenilles récoltées sur Chêne liège et Châtaignier

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1,10217E7	47	234504,	203466384,73	0,0001
Intra-groupes	0,00230508	2	0,00115254		
Total (Corr.)	1,10217E7	49			

Tableau 4 : ANOVA entre les chenilles récoltées sur Chêne vert et Cèdre de l'Atlas

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1,06529	102	0,0104441	1,23	0,4225
Intra-groupes	0,0595294	7	0,00850419		
Total (Corr.)	1,12482	109			

Tableau 5 :ANOVA entre les chenilles récoltées sur chêne vert et Châtaignier

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	0,485693	47	0,0103339	1,40	0,5060
Intra-groupes	0,0147944	2	0,00739721		
Total (Corr.)	0,500488	49			

Tableau 6 :ANOVA entre les chenilles récoltées sur Cèdre de l'Atlas et Châtaignier

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	0,251708	47	0,00535549	1,98	0,3926
Intra-groupes	0,00539785	2	0,00269893		
Total (Corr.)	0,257106	49			

Annexe 2

Tableau 1 : ANOVA entre les chrysalides récoltées sur chêne liège

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	38,6536	1	38,6536	521,77	0,0001
Intra-groupes	11,9271	161	0,0740814		
Total (Corr.)	50,5807	162			

Tableau 2 : ANOVA entre les chrysalides récoltées sur chêne vert

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	7,27956	1	7,27956	115,88	0,0001
Intra-groupes	4,14622	66	0,0628215		
Total (Corr.)	11,4258	67			

Tableau 3: ANOVA entre les chrysalides récoltées sur cèdre de l'Atlas

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	14,7788	1	14,7788	548,78	0,0001
Intra-groupes	6,84034	254	0,0269305		
Total (Corr.)	21,6191	255			

Tableau 4 : ANOVA entre les chrysalides récoltées sur châtaignier 2006

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	39,635	1	39,635	841,76	0,0001
Intra-groupes	9,32302	198	0,047086		
Total (Corr.)	48,958	199			

Tableau 5 : ANOVA entre les chrysalides récoltées sur chêne vert 2006

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	7,82031	1	7,82031	628,46	0,0001
Intra-groupes	2,4514	197	0,0124437		
Total (Corr.)	10,2717	198			