



Vers des moyens de lutte biologique contre *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae)

Towards biological control methods for *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae)

Dalila MECELLEM^{1*} & Gahdab CHAKALI²

Abstract : This work focuses on the impact of parasitoids on *Lymantria dispar* during the last gradation in two cork oak forests in northern Algeria. The parasitoids diversity of the bombyx disparate was established based on observations made in the field, and from laboratory breeding of the embryonic and pupal stages of the insect. Among the parasitoids listed, *Ooencyrtus kuvanae* remains the most active embryonic parasite. In the Bouarfa cork oak forest, and in the period of culmination of *Lymantria dispar*, the recorded rate of embryonic parasitism was of the order of 24%. In the demotion phase, the parasitism rate increased to 45,88%. In the Tamentout cork forest the highest rate was during the demotion phase with a percentage of 41,54%. In the pupae state, two parasitoids species developed from the biological material under observation with a significant impact; the very active Chalcididae, *Brachymeria intermedia*, followed by *Exorista segregata*. The Ichneumonidae, *Pimpla instigator* and *Monodontomerus aereus* have more limited action.

Keywords: *Quercus suber*, *Lymantria dispar*, Parasitoïdes, Northern Algeria.

Résumé : Le présent travail porte sur l'activité des parasitoïdes de *Lymantria dispar* au cours de la gradation dans deux subéraies du nord de l'Algérie. La diversité des parasitoïdes du bombyx disparate a été conduite sur la base des observations effectuées au terrain, et à partir des élevages au laboratoire des stades embryonnaire et nymphal de l'insecte. Parmi les parasitoïdes répertoriés, l'*Ooencyrtus kuvanae* reste le parasite embryonnaire le plus actif. Dans la subéraie de Bouarfa, et en période de culmination de *Lymantria dispar*, le taux de parasitisme embryonnaire enregistré était de l'ordre de 24%. En phase de rétrogradation le taux de parasitisme est passé à 45,88%. Dans la subéraie de Tamentout le taux le plus élevé est enregistré au cours de la phase de rétrogradation avec un pourcentage de 41,54%. A l'état nymphal, deux espèces de parasites ont émergé du matériel biologique mis en observation avec un impact important, il s'agit du Chalcididae, *Brachymeria intermedia* très actif, suivi par *Exorista segregata*. L'Ichneumonidae, *Pimpla instigator* et *Monodontomerus aereus* ont une action plus limitée.

Mots clés : *Quercus suber*, *Lymantria dispar*, Parasitoïdes, Nord de l'Algérie.

INTRODUCTION

Les subéraies jouent un rôle économique très important, elles sont considérées comme les formations les plus productives des forêts méditerranéennes (BOUSLIHIM, 1996). En Algérie, ces forêts sont réparties à travers le nord du pays et détiennent une place primordiale dans la vie socio-économique de la majorité de la population riveraine.

Les premières civilisations humaines ont utilisé successivement le liège selon leurs besoins et connaissances du produit. Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle (GUINIER, 1947). Certaines subéraies de l'est algérien offrent un liège de qualité excellente (BOUDY, 1955) et (D.G.F., 2013).

¹Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre. Université de Bouira (Algérie).

²Département de Zoologie Agricole et Forestière. Ecole Nationale Supérieure Agronomique ex INA, Alger (Algérie).

Email : chakali_gahdab@yahoo.fr

* Correspondance : d.mecellem@univ-bouira.dz

Les forêts algériennes se caractérisent généralement par la fragilité des écosystèmes due aux conditions écologiques souvent précaires (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2013) et une situation anthropique qui influe sur la protection de la flore et de la faune (MADAOU, 2003). Cette sensibilité écosystémique est accentuée par l'impact d'un cortège de bioagresseurs, s'attaquant aux différentes parties de l'arbre. Parmi les défoliateurs du chêne liège, le bombyx disparate est le Lépidoptère qui provoque des dégâts spectaculaires au feuillage (CHAKALI & GHELEM, 2008), ce qui influe sur la production qualitative du liège. Le bombyx disparate se développe en parfaite synchronisation avec sa plante hôte (VONNIE et al., 2003 ; VILLEMANT et al., 2006 ; REFSNIDER & JANZEN, 2010), ses pullulations sont périodiques, présentant une seule génération par an. Au cours de son cycle de développement, *Lymantria dispar* est soumise à l'action répressive de plusieurs facteurs qui régissent la dynamique de ses populations. Les ennemis naturels, en particulier les parasitoïdes ont un rôle primordial dans la régulation des effectifs des populations de *Lymantria dispar* (LUCIANO & PROTA, 1981, HAMRA KROUA, 1989). Dans le présent travail nous procédons à l'analyse de l'impact des parasitoïdes embryonnaires et nymphales sur les pullulations de *Lymantria dispar* dans des subéraies du nord de l'Algérie. L'activité et la stratégie d'évolution des antagonistes en phase épidémique du bombyx disparate sont des éléments qui nous permettront de comprendre les mécanismes d'actions spatio-temporelles des parasitoïdes afin d'entreprendre une alternative de lutte biologique.

METHODES D'ETUDE

Sites d'études

Le choix est porté sur la subéraie de Bouarfa, située dans le massif forestier de Blida, et sur la subéraie de Tamentout dans la région de Sétif. Les deux stations connaissent des phases épidémiques périodiques du *Lymantria dispar*. Les données descriptives des stations prospectées sont regroupées dans le tableau 1.

Tableau I. Caractéristiques des sites d'études

| Stations | Altitudes | Etage bioclimatique | Localisation |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|
| Subéraie de Bouarfa (Blida) | 600 m | Sub-humide à hiver tempéré | 36°43'90" N et 2°80'00" E |
| Subéraie de Tamentout (Sétif) | 780 m | Semi-aride à hiver frais | 36°33'0" N et 5°49'60" E |

Récolte des nymphes

Au total, près de 300 nymphes en provenance du chêne liège ont été récoltés au cours des mois de juin et juillet. La récolte du matériel biologique a été effectuée en phase de gradation sur les feuilles, les troncs et les couronnes des arbres. Les échantillons récoltés sont conservés dans des boîtes d'élevage en plastique bien aérées de dimensions 28x18x12 cm (Fig.1).



Figure 1: Préparation du matériel biologique. A : Récolte des chrysalides. B : Nymphes conservées individuellement, © Dalila MECELLEM, 2014.

Les échantillons sont numérotés, classés par lot en fonction de leur provenance et triés par sexe. Chaque nymphe est conservée individuellement dans un flacon en plastique transparent, de 4 cm de diamètre et de 6,5 cm de hauteur. Le flacon est recouvert par un tissu à mailles fines pour une bonne aération. Le matériel biologique ainsi préparé est vérifié quotidiennement pour contrôler les émergences des adultes de *Lymantria dispar* et des parasitoïdes du stade nymphal en relation avec le sexe.

Récolte et analyse des pontes

Des pontes de *Lymantria dispar* en provenance des deux stations prospectées ont été récoltées au cours de la période estivale. Les longueurs et les largeurs maximales de chaque ponte sont notées au préalable avant leur conservation individuelle dans des boîtes de Pétri de 8 cm de diamètre et de 0,8 cm de hauteur. Par la suite nous procédons à l'épilage des œufs en les frottant avec un pinceau fin dans un entonnoir pourvu d'un filtre. La maille du tamis est de l'ordre de 0,8 mm retenant même les œufs fragmentés, et laissant passer les poils. La technique adoptée est celle proposée par HERARD & FRAVAL (1980).

Dénombrement des œufs et identification des parasitoïdes

Le dénombrement de la totalité des œufs de chaque ponte a été effectué à l'aide d'une loupe binoculaire. Afin de noter les parasitoïdes embryonnaires et leur impact sur l'évolution de la gradation, nous avons procédé au dénombrement des œufs parasités pour chaque ponte séparément.

Analyse croisée

Cette analyse est utilisée principalement pour comparer un même caractère dans deux populations de tailles différentes. Dans le cadre de notre travail, les analyses croisées ont été utilisées pour représenter la distribution des taux de parasitisme en fonction des surfaces des pontes en utilisant le Logiciel Statistica 6.2.

RESULTATS

Les parasitoïdes de stade nymphal

Quatre espèces de parasites ont émergé des nymphes en observation ; il s'agit du Chalcididae, *Brachymeria intermedia*, de l'espèce de Torymididae, *Monodontomerus aereus*, de l'Ichneumonidae, *Pimpla instigator* et de la Tachinaire, *Exorista segregata* (Fig.2). Parmi ces auxiliaires, *Brachymeria intermedia* reste le parasitoïde nymphal le plus actif. Cette espèce a montré une large répartition, elle a été récoltée à partir des nymphes des deux stations prospectées. Le tableau 2 montre les taux de parasitisme enregistrés sur les deux populations de nymphe récoltées au cours de la phase de culmination dans les subéraies de Bouarfa et de Tamentout.

Tableau II. Résultats d'élevage des chrysalides de *Lymantria dispar* en provenance des deux subéraies

| | Chrysalides femelles (Forêt Tamentout) | Chrysalides femelles (Forêt Bouarfa) | Chrysalides mâles (Forêt Tamentout) | Chrysalides mâles (Forêt Bouarfa) |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Effectifs de chrysalides récoltées | 174 | 184 | 167 | 116 |
| Taux de papillons émergés | 10,34 % | 10,9 % | 11,37 % | 12,93 % |
| Taux de parasitisme par <i>Exorista segregata</i> | 21,26 % | 29,34 % | 7,78 % | 9,48 % |
| Taux de parasitisme par <i>Brachymeria intermedia</i> | 48,85 % | 35,86 % | 60,48 % | 55,17 % |
| Taux de parasitisme par <i>Monodontomerus aereus</i> | 0% | 2,17% | 0% | 0% |
| Taux de parasitisme par <i>Pimpla instigator</i> | 0% | 3,26% | 0% | 1,72% |
| Taux des chrysalides desséchées | 19,54 % | 18,47 % | 20,36 % | 20,86 % |

L'analyse du tableau ci-dessus, montre qu'un faible nombre de papillons a émergé à partir du matériel biologique considéré. Les taux de parasitisme enregistrés sur les chrysalides mâles et femelles des deux

subéraies sont importants, dépassant 70% pour la population femelle et 66% pour celle des mâles. L'activité du parasite *Brachymeria intermedia* reste la plus signifiante dans les deux forêts étudiées et sur les chrysalides des deux sexes, avec un taux plus conséquent sur les femelles. Les taux de parasitisme par *Exorista segregata* sont plus importants sur les chrysalides femelles en éliminant respectivement 29,34 % et 21,26% de femelles dans les subéraies de Bouarfa et de Tamentout pour 9,48 % et 7,78% de mâles. Ces résultats caractérisent l'activité des parasitoïdes à la phase de culmination.



Figure 2 : Parasitoïdes du stade nymphal du bombyx disparate. A : *Brachymeria intermedia* (6mm). B: *Monodontomerus aereus* (3mm). C: *Pimpla instigator* (15mm). D : *Exorista segregata* (16 mm).
© Dalila MECELLEM, 2014.

Parasitoïde embryonnaire

Seule l'espèce active, *Ooencyrtus kuvanae* (Fig.3) a émergé du matériel biologique analysé au cours des différentes phases de la gradation.



Figure 3 : *Ooencyrtus kuvanae* (3mm). © Dalila MECELLEM, 2014.

Variation des taux de parasitisme par l'*Ooencyrtus kuvanae* au cours de la gradation de *Lymantria dispar*

Les résultats des taux de parasitisme sont regroupés dans le tableau 3.

Tableau III. Activité spatio-temporelle de l'*Ooencyrtus kuvanae*

| Subéraie prospectée | Phase de gradation | Surfaces moyenne des pontes | Nombre moyen d'œufs par ponte | Nombre moyen d'œufs parasités par ponte | Taux de parasitisme |
|---------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---------------------|
| Bouarfa | Culmination | 3,60±1,14 | 635±214,12 | 152,3±58,06 | 24% |
| | Rétrogradation | 2,17±0,72 | 226±74,58 | 103,7±50,9 | 45,88% |
| Tamentout | Progradation | 2,28± 0,81 | 335±113,64 | 111,25±32,72 | 33,20% |
| | Culmination | 3,9±1,05 | 368,94±143,60 | 117,36±113,23 | 31,80% |
| | Rétrogradation | 1,93±0,56 | 275,57±96,76 | 114,48±96,76 | 41,54% |

Les surfaces des pontes ont été calculées en appliquant l'équation suivante $y = 0,61 x - 0,08$ (MECELLEM & CHAKALI, 2012).

En phase de culmination, un taux de parasitisme par l'*Ooencyrtus kuvanae* de l'ordre de 24% a été calculé dans la subéraie de Bouarfa. En phase de rétrogradation ce taux a atteint près de 46%. Dans la subéraie de Tamentout les taux de parasitismes enregistrés sont respectivement de 33,20%, de 31,8% et de 41,54% pour les phases de progradation, culmination et rétrogradation.

Relation des surfaces des pontes avec le parasitisme des œufs (Cas de la subéraie de Bouarfa)

Les rapports des analyses croisées entre les surfaces des pontes calculées et le nombre d'œufs parasités au cours des deux phases (culmination et rétrogradation) sont illustrés par les figures 4 et 5.

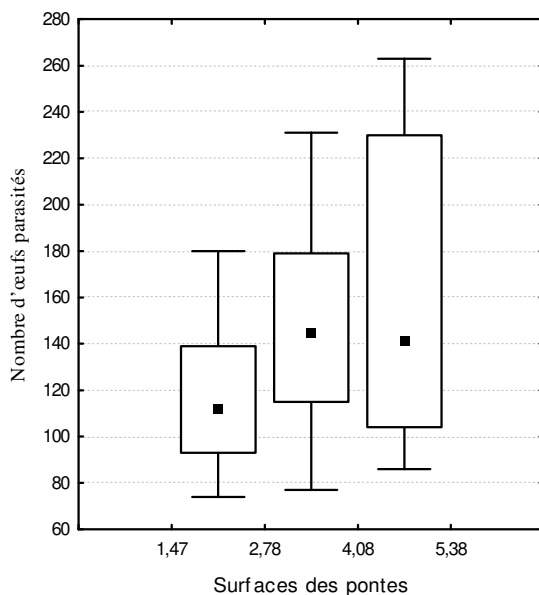


Figure 4 : Distribution du nombre d'œufs parasités en fonction des surfaces des pontes en phase de culmination

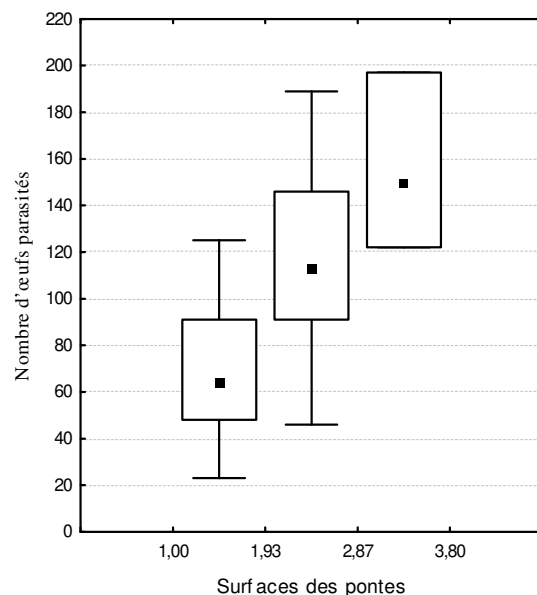


Figure 5 : Distribution du nombre d'œufs parasités en fonction des surfaces des pontes en phase de rétrogradation

L'examen de ces figures met en évidence trois catégories de classes de surfaces des pontes en relation avec le nombre d'œufs parasités. En phase de culmination, 50% des pontes de la première classe dont les

surfaces sont de 1,47 à 2,78 cm² comptent entre 95 et 140 œufs parasités avec une variabilité conséquente allant de 75 à 180 œufs parasités. La valeur médiane est de 110 œufs parasités pour une surface de 2,12 cm². L'analyse de la seconde classe comprise entre 2,78 et 4,07 cm² se caractérise par une valeur médiane de 145 œufs parasités. La variabilité enregistrée est homogène. La troisième classe de pontes, dont les surfaces sont supérieures à 4,08 cm², présente une variabilité de 85 à 262 avec une valeur médiane de 150 œufs parasités. En phase de rétrogradation, une nette réduction des surfaces avec un nombre conséquent d'œufs parasités et des valeurs médianes qui croissent d'une classe de surface à l'autre.

Rapport des surfaces des pontes avec les effectifs des œufs parasités (Cas de la subéraie de Tamentout)

Les figures 6 à 8 illustrent les analyses croisées des différentes phases de gradation de *Lymantria dispar* dans la subéraie de Tamentout.

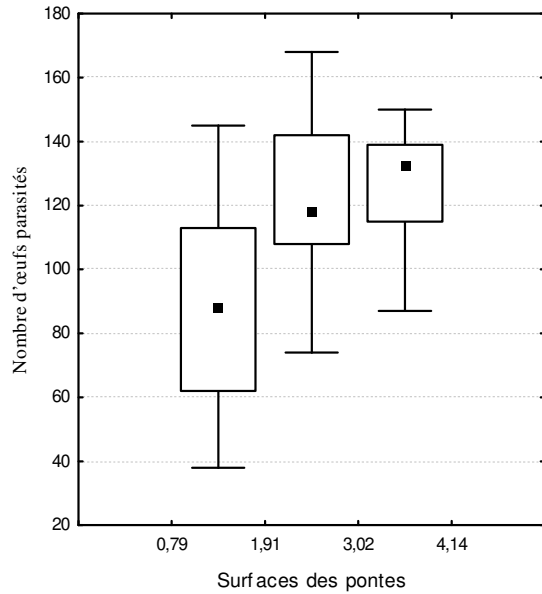


Figure 6 : Analyse croisée entre les effectifs d'œufs parasités et les surfaces des pontes (phase de progradation)

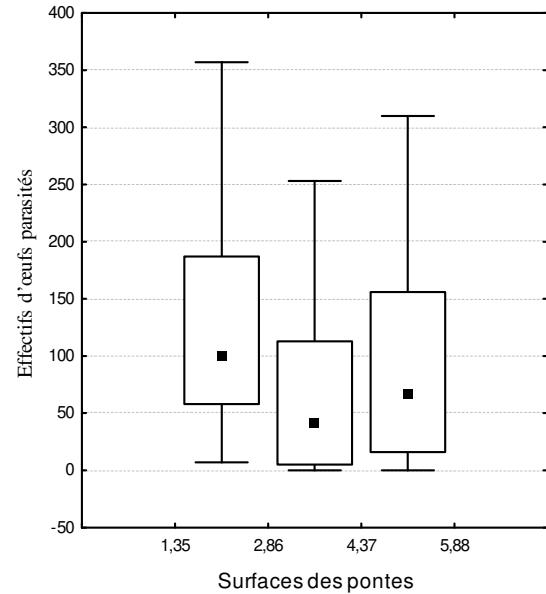


Figure 7 : Analyse croisée entre les effectifs d'œufs parasités et les surfaces des pontes (Phase de culmination)

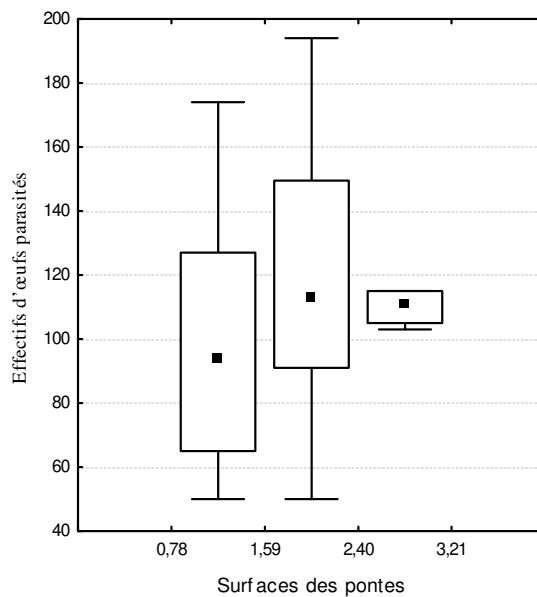


Figure 8 : Analyse croisée entre les effectifs d'œufs parasités et les surfaces des pontes (phase de rétrogradation)

Les résultats des trois figures précédentes représentent le lien temporel entre la surface et le taux de parasitisme de chaque ponte. A chaque phase de gradation, trois classes de surfaces de pontes sont différenciées en rapport avec leur effectif d'œufs parasités. En phase de progradation, la première classe présente des surfaces inférieures à 1,91 cm², 50% de cette classe compte de 62 à 115 œufs parasités. La deuxième classe, dont les surfaces varient de 1,91 cm² à 3,02 cm², renferme de 110 à 142 œufs parasités. La troisième classe de pontes dont les surfaces sont comprises entre 3,02 cm² à 4,14 cm², renferme un effectif d'œufs parasités allant de 117 à 139. Une grande variabilité est enregistrée entre les trois classes. Les valeurs médianes correspondantes aux trois classes déjà citées sont croissantes, présentant respectivement 90, 120 et 132 œufs parasités pour des surfaces respectives de 1,34 cm², 2,46 cm² et 3,58 cm².

En phase de culmination, les valeurs médianes enregistrées sont 100, 49 et 73 œufs parasités pour des surfaces de 2,1 cm², 3,6 cm² et 5,1 cm². Une grande variabilité est notée pour les trois cas étudiés.

En phase de rétrogradation, les valeurs médianes relevées sont croissantes de la première à la deuxième classe, et elles restent constantes entre la deuxième et la troisième classe.

Analyse des trous de sortie des parasites

En phase de rétrogradation, l'examen minutieux des œufs parasités par l'*Ooencyrtus kuvanae* en provenance de Bouarfa, a montré qu'un taux de 1% de cette population présente deux sorties d'adultes.

De même, dans la subéraie de Tamentout, les taux des œufs présentant deux trous par œufs sont de l'ordre de 2%. Il est à noter que 0,5% d'œufs parasité présente trois trous de sortie (Fig.9).



Figure 9 : Catégories d'œufs parasités par l'*Ooencyrtus kuvanae*. A. Œufs avec un trou. B. Œuf avec deux trous C. Œuf avec trois trous. © Dalila MECELLEM, 2014.

DISCUSSION

L'analyse des résultats de cette recherche révèle un impact important de l'activité de la faune auxiliaire sur la dynamique des populations de ce bioagresseur au cours de son développement.

Les deux populations de chrysalides de *Lymantria dispar*, étudiées montrent, que le nombre de femelles est légèrement plus important que celui des mâles, ce qui nous informe qu'à ce stade de la gradation, l'alimentation est suffisante pour assurer le développement de toutes les larves. Il est à noter que le sex-ratio est en relation avec la qualité et la disponibilité de l'alimentation car le développement larvaire des femelles de *Lymantria dispar* nécessite un stade de plus par rapport aux mâles (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935 ; VILLEMANT, C., & FRAVAL, 1992; VILLEMANT, C., & FRAVAL, 1999 ; NIERHAUS-WUNDERWALD & WERMELINGER, 2001). A ce sujet KONONCHUK, et al. (2021) notent que, le type de régime alimentaire a une influence notable sur la santé des insectes et, dans certains cas, tend à modifier la sensibilité de la spongieuse.

Au cours du stade nymphal, le bombyx disparate est recherché par une diversité biologique d'ennemis naturels. Parmi les espèces de parasitoïdes qui ont émergé des chrysalides ; *Brachymeria intermedia*, *Exorista segregata*, *Monodontomerus aereus*, et le *Pimpla instigator*. Dans les deux subéraies prospectées, les taux les plus élevés sont attribués au chalcidien *Brachymeria intermedia*. VILLEMANT (2006) note que le chalcididae *Brachymeria intermedia* est le parasitoïde nymphal le plus actif dans de nombreux pays.

Les dénombrements des œufs des pontes ont mis en évidence des chiffres caractérisés par une variabilité spatio-temporelle avec une moyenne de 275 œufs par ponte, enregistrée en phase de rétrogradation dans la subéraie de Tamentout, et en phase de culmination, une moyenne de 635 œufs par ponte a été notée à

partir des pontes de la subéraie de Bouarfa. À ce sujet NIERHAUS-WUNDERWALD & WERMELINGER (2001), notent que les effectifs des œufs par ponte, varient de 100 à 1000 œufs par ponte et ceci en dépendance avec la phase de la gradation et la zone prospectée. A ce propos, les auteurs précités notent que le nombre d'œufs varie en fonction de la disponibilité de la nourriture et de la phase de gradation, il est plus élevé avant et au début d'une pullulation que pendant la rétrogradation. VILLEMANT (2003 & 2005.), mentionne que durant la phase de progradation, les pontes sont de grandes tailles dépassant 30 mm de longueur et renfermant entre 500 à 800 œufs.

L'analyse des taux de parasitisme a mis en évidence une diminution en passant de 152 œufs parasités en phase de culmination à 104 en phase de rétrogradation. Il est à noter qu'au cours de la gradation, le taux de parasitisme augmente proportionnellement avec la surface des pontes. Dans ce contexte FRAVAL en 1989, précise qu'il existe une relation entre les taux de parasitisme et les surfaces des pontes étudiées, ce que confirme les résultats obtenus par les analyses croisées. En phase de rétrogradation, une régression significative a été enregistrée sur les surfaces des pontes en provenance de la subéraie de Bouarfa et sur les nombres moyens d'œufs parasités. Dans la subéraie de Tamentout, la variation des effectifs d'œufs parasités au cours du temps est moins conséquente que celle constatée dans la subéraie de Bouarfa, ceci peut être expliqué par l'étendue et l'état de la subéraie de Tamentout qui offre un milieu adéquat au développement des ennemis naturels, et leur distribution abondante même au début de la gradation, on a même observé au cours de nos investigations la présence d'autres espèces de ravageurs du chêne liège.

Le stade embryonnaire de *Lymantria dispar* est régi particulièrement par, l'*Ooencyrtus kuvanae* qui reste le principal parasite qui a émergé du matériel biologique récolté et son action varie en fonction de la phase de la gradation, ce résultat est concordant avec celui cité par KHOUS, (2000). Dans les deux subéraies prospectées l'impact de ce parasite est très significatif en réduisant de 24% à 46 % des populations de *Lymantria dispar* dans la subéraie de Bouarfa et de 31,80% à 41,54% dans la subéraie de Tamentout. Il est à retenir que dans la littérature il n'est pas connu qu'un œuf de *Lymantria dispar* peut contenir plusieurs individus de l'*Ooencyrtus kuvanae*. Dans notre investigation, et en phase de rétrogradation, le taux des œufs présentant l'émergence de deux adultes sont 2% et 1% pour la subéraie de Tamentout et la subéraie de Bouarfa respectivement. On a même constaté que 0,5% des œufs parasités en provenance de Tamentout ont permis l'émergence de trois adultes de l'*Ooencyrtus kuvanae*.

CONCLUSION

Le bombyx disparate présente une large aire de répartition sur toutes les chênaies du nord de l'Algérie. Il se manifeste d'une façon cyclique et périodique par des défoliations spectaculaires dans plusieurs subéraies. L'impact économique du bombyx disparate est en relation avec la densité des populations qui varie en fonction de la diversité et de l'activité des ennemis naturels dans ces écosystèmes forestiers.

Dans les divers sites prospectés un cortège d'ennemis naturels se développe et contrôle la dynamique spatio-temporelle des populations de bombyx disparate dans son milieu naturel et son impact varie en fonction de parasitoïde et de l'année de la gradation. Cette diversité d'espèce joue un rôle important dans la régulation des populations de ce ravageur, et mérite une attention particulière dans les programmes de protection, dans le but de gérer au mieux les infestations de *Lymantria dispar* dans ces milieux fragiles.

BIBLIOGRAPHIE

- BALACHOWSKY, A., MESNIL, L. (1935). Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Tome 1. Busson, Paris, 627p.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S. (2013). Les insectes ravageurs du Chêne liège au nord-ouest algérien. *Geo-Eco-Trop.*36 : 175-184.
- BOUDY, P. (1955). Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- BOUSLIHIM, O. 1996. *Contribution à l'étude socio-économique de la filière liège au Maroc*. D.E.S., Sci. Econm., Univ. Mohamed V Rabat. 342 p.
- CHAKALI, G., GHELEM, M. (2008). Etat sanitaire des subéraies en Algérie, *Annale de la recherche forestière au Maroc*. (39) 9 : 93-99.
- D.G.F. (2013). Bilan : Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies, 2p.
- FRAVAL, A. (1989). *Lymantria dispar*, Ed. Actes. Rabat, 220 p.
- HAMRA KROUA, S. (1989). *La bioécologie de la "Spongieuse" Lymantria dispar dans les forêts de Chêne-liège dans le nord constantinois*. Thèse de Mag. Univ. Constantine. Algérie, 98p.
- HERARD, F., FRAVAL, A. (1980). La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.) (Lép. Lymantriidae) au Maroc. *Acta. Ecologica*, 1(1) :35-48.
- KHOUS, M.G. (2000). *Ooencyrtus kuvanae* : Parasitoïde oophage de *Lymantria dispar*. *La forêt Algérienne*. (3) : 23-24.
- GUINIER, PH. (1947). Technique forestière. Ed. La maison rustique. Paris, 316p.

- KONONCHUK, A.G., MARTEMYANOV, V.V., IGNATIEVA, A.N., BELOUSOVA, I.A., INOUE, M.N., TOKAREV, Y.S. (2021). Susceptibility of the Gypsy Moth *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Erebidae) to *Nosema pyrausta* (Microsporidia: Nosematidae). *Insects*, 14 ; 12(5) :447. <https://doi.org/10.3390/insects12050447>.
- LUCIANO, P., PROTA, R., (1981). La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna. II. Osservazioni sul parassitismo nel corso della gradazione. *Mem. Soc. entomol. ital.*, 60: 227-234.
- MADAOU, H. (2003). La forêt Algérienne. *Bull. A.I.F.M.*, (11) : 4 -5.
- MECELLEM, D., CHAKALI, G. (2012). Analyse des Pontes de la Spongieuse, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) sur Chêne Liège (Blida-Algérie). *Ed. Silva Lusitana* 20(1) : 123-134.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D., WERMLINGER, B. (2001). Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar*L.). *Inst. Fed. Rech. WSL. Birmensdorf*. Vol.34, 8p.
- REFSNIDER, M., JANZEN, J., (2010). Putting Eggs in One Basket: Ecological and Evolutionary Hypotheses for Variation in Oviposition-Site Choice. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41: 39-57
- VILLEMANT, C., FRAVAL, A. (1992). Les ennemis des œufs de *Prothetria* (*Lymantria dispar* (L.)) (*Lép. Lymantriidae*) au Maroc : leur détermination et l'évaluation de leur impact. *Bulletin Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*. 16 : 160-172.
- VILLEMANT, C., FRAVAL, A., (1999). Les pullulations de *Lymantria dispar* en Europe et en Afrique du nord. *International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*. 22: 71-79.
- VILLEMANT, C. (2003). Le Bombyx disparate en Corse. *Insectes*, Vol. 3 (130).
- 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. *Actes du Congrès International Entomologie et Nématologie. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger* : 101- 114.
- VILLEMANT, C., ANDREI-REI-RUZI, M.C., LECA, E., (2006). Le Bombyx disparate, défoliateur des subéraies et yeuseraies de Corse et du bassin méditerranéen. *Bull. Soci. Scie Hist. Nat. Corse. BSSHNC N°714-715* 145 p.
- VONNIE, D. C., BRIAN, P. B., JELILAT, O. B. S. (2003). Host Selection and Acceptability of Selected Tree Species by Gypsy Moth Larvae, *Lymantria dispar* (L.). *Annals of the Entomological Society of America* 96 (6): 920-926.

