

LES PRÉDATEURS DES PONTES DU BOMBYX DISPARATE, *LYMANTRIA DISPAR* L. 1758 (LEPIDOPTERA: LYMANTRIIDAE) EN PHASE DE PULLULATION DANS LES PEUPELEMENTS DU MASSIF FORESTIER BLIDEEN (ALGÉRIE)

Dalila Mecellem et Gahdab Chakali

Département de zoologie agricole et forestière, école nationale supérieure agronomique,
El-Harrach, 16200, Alger, Algérie
mecelem_dalila@yahoo.fr

(Received 13 August 2012 - Accepted 10 October 2012)

RÉSUMÉ

Le dénombrement des pontes de Lymantria dispar (L. 1758) sur diverses plantes hôtes a mis en évidence des valeurs variables d'une essence à l'autre. Les effectifs les plus élevés ont été enregistrés sur Cupressus sempervirens (L. 1753), Quercus suber (L. 1753) et Cedrus atlantica Carrière 1855 avec des valeurs respectives de 41, de 32, et de 27 pontes en moyenne par arbre. Sur Quercus ilex (L. 1753) et sur Castanea sativa Miller 1768, les valeurs sont plus faibles : 14 et 19 pontes. L'examen des pontes de L. dispar a permis de recueillir 10 espèces d'insectes fréquentant la masse spongieuse des pontes. Cette diversité n'a pas forcément de relation avec l'hôte et son impact sur le devenir des pontes est extrêmement variable et complexe. L'analyse des résultats par période de prélèvement a mis en évidence une diversité comparable soit 6 espèces de destructeurs des pontes répertoriées en hiver et au printemps. Parmi cette faune, 2 espèces sont communes aux deux périodes de prélèvement. On compte au total 63 individus en hiver et 38 au printemps. Il y a plus d'espèces et d'individus sur les pontes en provenance de chêne liège (5 espèces représentées par 23 individus) que celles en provenance des Conifères (de 2 à 5 espèces avec des effectifs d'une douzaine d'individus). La diversité biologique de la faune des pontes appartient à diverses catégories taxonomiques. Les plus abondants sont les Coléoptères oophages (famille des Dermestidae) représentés par Anthrenus exilis (Mulsant & Rey 1868), Anthrenus sp., Attagenus sp. et Trogoderma versicolor Creutzer 1799.

Mots clés: Bombyx disparate, plantes hôtes, pontes, destructeurs, coléoptères oophages, Bli-da, Algérie

ABSTRACT

The egg-laying of Lymantria dispar (L. 1758) depends on the host plant species. The number of eggs recorded per tree decreased regularly from 41 for Cupressus sempervirens to 32 and 27 for Cedrus atlantica and Quercus suber, respectively. These figures were even lower for Quercus ilex and Castanea sativa, with 14 and 19 eggs, respectively. Insect rearing from egg masses of Lymantria dispar produced 10 insect species.

*This diversity has no direct relationship with the host plant and the insect's impact on the egg success was extremely variable and complex. The analysis of the results showed a comparable biodiversity, with 6 species recorded in winter and spring, of which 2 species were common to both sampling periods. The number of recovered individuals was 63 in winter and 38 in spring. The eggs from cork oak hosted more species and individuals (5 species and 23 individuals) than those collected from conifers (2 to 5 species) and a variable number of individuals of 12 to 13. Several taxonomic categories were detected, the most abundant being the beetles *Anthrenus exilis*, *Anthrenus sp*, *Attagenus sp* and *Trogoderma versicolor*.*

Keywords: Gypsy moth, host plants, egg-mass, destroyers, coleopteran oophages, Blida, Algeria

INTRODUCTION

Le Bombyx disparate est l'un des ravageurs le plus menaçant des feuillus particulièrement le chêne-liège. Cet insecte se caractérise par sa polyphagie (Duan *et al.*, 2011) qui lui permet de couvrir une aire de répartition très importante touchant ainsi l'hémisphère nord et le bassin méditerranéen (Herard & Fraval, 1980).

Depuis plus d'un siècle, le Bombyx disparate se manifeste d'une manière périodique par des défoliations spectaculaires dans divers pays de son aire de distribution (Nierhaus-Wunderwald & Wermelinger, 2001). *Lymantria dispar* a fait l'objet de nombreuses recherches notamment au Maroc (Fraval, 1989) et en Italie (Luciano & Roversi, 2001; Luciano & Lentini, 2005). En Algérie, les pullulations de ce ravageur ont été signalées depuis l'année 1923 (Delassus 1925), puis d'une manière discontinue dans les diverses forêts de chêne-liège du nord du pays. Les travaux de recherche en Algérie sont fragmentaires et portent sur la biologie, l'écologie et les ennemis naturels du Bombyx disparate (Hamra Kroua, 1986; 1989; Khous, 1991; 1993; Khous & Demolin, 1997; Ouakid *et al.*, 2001). Des infestations périodiques ont été notées dans la région de Saïda et de Tlemcen (Bouhraoua 2003). Les subéraies algériennes sont menacées par ce ravageur (Chakali & Ghelem, 2008), la dernière pullulation de Bombyx disparate dans la subéraie de Bouarfa et dans le parc national de Chréa a été notée en 2006, en yeuseraie et en châtaigneraie.

L'objectif de cette étude est la mise en évidence de la distribution et de la densité des populations du Bombyx disparate en relation avec les destructeurs et la faune des pontes dans le parc national de Chréa.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Sites d'étude

L'étude a été menée dans cinq peuplements forestiers différents, infestés par *L. dispar*, localisés dans le massif forestier de Blida et appartenant à l'étage bioclimatique subhumide.

Les caractéristiques des sites étudiés sont présentés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1
Caractéristiques des Sites d'Étude

Sites d'étude	Type de forêt	Altitude (m)	Coordonnées*
Bouarfa	Subéraie	600	02° 80 00 0 E 36° 43 90 9 N
Chrèa	Cyprésaie	862	02° 51 43 2 E 36° 27 20 3 N
Chrèa	Châtaigneraie	1025	02° 52 21 2 E 36° 26 49 3 N
Chrèa	Yeuseraie	1388	02° 53 46 0 E 36° 26 24 0 N
Chrèa	Cédraie	1394	02° 53 83 0 E 36° 25 92 0 N

*Latitude et longitude

Quantification des pontes

Les dénombrements des pontes de *L. dispar* ont été conduits au cours de la période hivernale de l'année 2008 sur une trentaine de pieds de chêne-liège, de châtaignier, de cyprès, de cèdre de l'Atlas et de chêne vert. Les comptages ont été effectués depuis la base de l'arbre en parcourant du regard les branches charpentières et les rameaux, et en explorant le tronc et ses anfractuosités. Chaque arbre est considéré comme une unité d'échantillonnage pris selon un dispositif en croix qui consiste à prendre deux séries d'arbres formant deux lignes droites croisées. L'étude de l'abondance de *L. dispar* à travers le temps et l'espace est très importante pour exprimer les réponses à apporter dans le cadre de programmes d'intervention (Liebhold *et al.*, 2000; Régnière *et al.*, 2008).

Estimation des démantèlements

Le taux de destruction des pontes est considéré comme étant la part des œufs d'une ponte manquante sous l'action de divers facteurs, particulièrement, les prédateurs-destructeurs. D'autres facteurs accidentels peuvent détruire une partie des pontes tels que les frottements causés par le vent et les animaux. Parfois la totalité des œufs se détache, mais dans ce cas on reconnaît encore pendant un certain temps les amas de poils des pontes qui adhèrent au support de la ponte.

Après un comptage exhaustif des pontes présentes sur les 30 arbres retenus selon un dispositif en croix, comme décrit précédemment, le taux de démantèlement des pontes est déterminé par la méthode proposée par Herard et Fraval en 1975 (Fraval, 1989). Un coefficient allant de 0 à 4, représentant la proportion en quart (0, 1/4, 1/2, 3/4 et 4/4) de la surface manquante de la ponte est attribué pour chaque ponte.

Recherche de la faune des pontes

Durant les mois de février et d'avril de l'année 2008, 30 pontes sont prélevées à une hauteur accessible à partir d'une dizaine d'arbres, à raison de 3 pontes par arbre. Le matériel biologique récolté par grattage est placé individuellement dans des piluliers de 6 cm de hauteur et de 3 cm de diamètre. Après examen sous loupe binoculaire, les différentes espèces récoltées à partir des pontes sont notées et celles obtenues à l'état larvaire sont mises en élevage pour achever leur développement.

Analyses statistiques

Des analyses statistiques descriptives et de comparaison des moyennes se sont avérées suffisantes pour l'exploitation des données.

Des analyses à un facteur ont été effectuées pour tester les moyennes de la variable quantitative des pontes sur les différentes plantes hôtes retenues.

L'analyse à deux facteurs a été appliquée à l'étude des classes de démantèlement des pontes en relation avec les plantes hôtes. Ce type d'analyse permet de tirer des renseignements fiables sur la stratégie de la répartition des pontes de *L. dispar* dans son milieu environnant. Les analyses de variance ont été réalisées avec le logiciel Statistica 6.2.

RÉSULTATS

Dénombrement des pontes

Les effectifs des pontes quantifiées sur les diverses plantes hôtes considérées sont regroupés dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Analyse Descriptive des Pontes Quantifiées par Plante Hôte

Plantes hôtes	<i>Q. suber</i>	<i>C. sempervirens</i>	<i>C. sativa</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>C. atlantica</i>
Nombre d'arbres échantillonnés	27	28	27	29	26
Nombre des pontes dénombrées	864	1151	534	408	694
Nombre moyen de pontes par arbre \pm écarts types	32 \pm 16	41 \pm 22	19 \pm 8	14 \pm 8	27 \pm 16

Le nombre moyen des pontes comptées par plante hôte varie d'une essence à l'autre, la moyenne la plus faible a concerné le *Q. ilex*, et la plus élevée a été enregistrée sur *C. sempervirens*, soit un écart moyen de 27 pontes. De même, les moyennes calculées sur *C. sativa*, *Q. suber* et *C. atlantica* sont importantes. Les moyennes calculées sur toutes les

essences considérées sont significatives et dépassent le seuil de nuisibilité estimé à quatre pontes par arbre (Fraval, 1989). Les écarts types très élevés montrent une forte variabilité entre les moyennes des pontes collectées sur les différentes essences forestières.

La comparaison des moyennes relatives au nombre de pontes (Tableau 3) montre une différence très hautement significative entre les plantes hôtes. Cela signifie que la femelle de *L. dispar* choisit le site de ponte.

TABLEAU 3

Analyse de la Variance Relative au Nombre de Pontes sur les Diverses Plantes Hôtes Examinées

Source de variation	SC	DDL	MC	Fobs.	Prob.
Ordre origine	97745,56	1	97745,56	448,1445	0,0001
Plantes hôtes	12490,44	4	3122,61	14,3166	0,0001

SC : somme des carrés, DDL : degré de liberté, MC: carrés moyens, Fobs: test de Fisher observé, Prob: probabilité

Évaluation des taux de démantèlements des pontes en relation avec les plantes hôtes

Les résultats des taux de démantèlements, effectués à la fin de l'hiver, sont regroupés dans le Tableau 4.

TABLEAU 4

Analyse Descriptive des Catégories de Pontes Détruites

Plantes hôtes		Classes				
		0	0-25	25-50	50-75	75-100
<i>Quercus suber</i>	Pourcentages	7,17	11,92	32,75	20,60	27,54
	Moyennes	2,3±2,1	3,8±3,3	10,5±9,2	6,6±5	8,8±6,1
<i>Quercus ilex</i>	Pourcentages	31,61	26,22	19,85	9,80	12,5
	Moyennes	4,5±4,4	3,7±2,9	2,8±2,7	1,4±1,3	1,7±1,6
<i>Castanea sativa</i>	Pourcentages	10,86	12,17	20,97	35,20	20,78
	Moyennes	2,15±2	2,4±2,2	4,2±2,9	6,9±3,4	4,1±2,9
<i>Cupressus sempervirens</i>	Pourcentages	10,16	31,36	27,37	14,16	11,73
	Moyennes	6,3±5,9	12,9±1	11,3±7,7	5,9±4,4	4,8±4,6
<i>Cedrus atlantica</i>	Pourcentages	20,89	22,62	23,63	20,31	12,54
	Moyennes	5,6±4,2	6,1±5,4	6,3±4,7	5,4±5,3	3,4±3,2

Le nombre après le signe ± représente l'écart-type

En période hivernale, les pourcentages des pontes complètes et celles ayant fait l'objet d'une destruction inférieure à 25% sur chêne-liège ne dépassent pas 12%. Pour les trois classes supérieures, les pourcentages calculés sont plus élevés. Les mêmes observations avec des valeurs comparables entre les classes de démantèlement sont notées sur le châtaignier. Les pontes complètes dénombrées sur le chêne vert, sont plus représentatives, elles avoisinent le tiers de la totalité des pontes comptées sur cette essence. Les faibles pourcentages sont enregistrés pour les deux dernières classes de démantèlement.

Sur cyprès les pourcentages des deux classes de destruction allant de 0 à 50% sont les plus représentatifs avec des valeurs respectives de 31,36% et de 27,37%. Au-delà de 50%, les destructions moyennes se limitent à des valeurs respectives de 14,16% et de 11,73%. D'une manière générale les pourcentages calculés évoluent en décroissant avec la proportion des œufs perdus.

Sur le cèdre de l'Atlas, les taux de démantèlement relevés montrent que les pourcentages enregistrés au niveau des quatre premières classes, sont très comparables; ils oscillent entre 20,31% et 23,63%. Le pourcentage le plus faible, soit 12,54% est enregistré dans la classe la plus démantelée. Sur la base de ces résultats, on constate une grande variabilité de la distribution des destructions des pontes par unité d'échantillonnage avec des écarts-types très significatifs et comparables en majorité aux moyennes calculées.

Une analyse statistique de type ANOVA a été conduite pour tirer plus de renseignements sur les destructions des pontes en relation avec les plantes hôtes choisies. Les résultats de l'analyse globale de la variance sont reportés dans le Tableau 5.

TABLEAU 5

**Tests Univariés de Significativité pour les Effectifs des Pontes
(Paramétrisation Sigma-Restreinte Décomposition Efficace de l'Hypothèse)**

Source de variation	SC	DDL	MC	Fobs.	Prob.
ordre origine	21112,29	1	21112,29	1005,097	0,0001
Plantes hôtes	2785,56	5	557,11	26,523	0,0001
Classes de démantèlement	570,53	4	142,63	6,790	0,0001
Plante hôtes X Classes de démantèlement	2997,47	20	149,87	7,135	0,0001

SC : somme des carrés; DDL : degré de liberté; MC: carrés moyens; Fobs: test de Fisher observé; Prob: probabilité

La comparaison des moyennes a montré une signification intra-spécifique entre les différentes classes de destructions des pontes considérées et interspécifique entre les diverses plantes hôtes.

Faune inféodée aux pontes de *L. dispar*

Les espèces d'Arthropodes récoltées à partir des pontes de *L. dispar* sur les diverses plantes hôtes sont rassemblées dans le Tableau 6.

TABLEAU 6**Espèces d'Insectes Répertoirees dans les Pontes sur les Diverses Plantes Hôtes**

Espèces (Ordre : Famille)	Nombre d'individus		Plantes hôtes
	Hivernale	Printanière	
<i>Spilostethus pandurus</i> Hétéroptère : Lygaeidae	1	0	Chêne-liège
<i>Raglius alboacuminatus</i> Hétéroptère : Lygaeidae	0	1	Cèdre de l'Atlas
<i>Aphanus rolandri</i> Hétéroptère : Lygaeidae	0	1	Cèdre de l'Atlas
<i>Haploembia sp</i> Embioptera : Oligotomidae	1	0	Chêne vert
<i>Trogoderma versicolor</i> Coléoptère: Dermestidae	3	3	Chêne-liège
	5	6	Chêne vert
	16	9	Châtaignier
	9	3	Cyprès
	3	5	Cèdre de l'Atlas
<i>Anthrenus exilis</i> Coléoptère: Dermestidae	13	0	Chêne-liège
	8	8	Châtaignier
	1	0	Cyprès
<i>Anthrenus sp</i> Coléoptère: Dermestidae	1	0	Chêne-liège
<i>Attagenus sp</i> Coléoptère: Dermestidae	0	1	Cèdre de l'Atlas
<i>Pheidole pallidula</i> Hyménoptère : Formicidae	0	1	Cèdre de l'Atlas
Cecidomyiidae sp Diptera : Cecidomyiidae	2	0	Chêne-liège

Au total, 10 espèces d'Arthropodes ont été identifiées (Tableau 6). La faune présente dans les pontes n'a pas toujours de liens étroits avec l'hôte et leur impact sur le devenir des pontes est extrêmement variable et complexe (Fraval, 1989). La distribution de ces espèces est variable en fonction des plantes hôtes et des périodes de prélèvement.

Les destructeurs des pontes se subdivisent en 4 catégories, selon leur impact vis-à-vis de la ponte (Fraval, 1989). La première regroupe les Arthropodes destructeurs qui pénètrent à l'intérieur des pontes, soit des prédateurs des œufs viables, soit des prédateurs qui se nourrissent des œufs non viables ou de débris variés, soit des insectes qui se nymphosent dans la masse spongieuse, cas de *Spilostethus pandurus* Scopoli 1763, *Raglius alboacuminatus* Goeze 1778, *Aphanus rolandri* (L. 1758) (Hétéroptère : Lygaeidae), de

Haploembia sp (Embioptera : Oligotomidae) et de *Pheidole pallidula* Nylander 1848 (Hyménoptère : Formicidae). La présence de ces espèces est occasionnelle. La deuxième catégorie rassemble les araignées et les oiseaux qui sont considérés comme des destructeurs et des prédateurs occasionnels des pontes. Le troisième groupe qui réunit les dermestes oophages (Coléoptère: Dermestidae), est représenté par les espèces *Trogoderma versicolor*, *Anthrenus exilis*, *Anthrenus* sp., *Attagenus* sp. Dans la région méditerranéenne les prédateurs d'oeufs de *L. dispar* appartiennent à l'ordre des Coléoptères et à la famille des Dermestidae (Camerini 2009). Les fourmis prédatrices, constituent le quatrième groupe d'oophages occasionnels.

L'analyse des résultats par période de prélèvement montre une diversité spécifique très comparable en nombre, soit 6 espèces en hiver et au printemps. Parmi la faune recensée, 2 espèces sont communes aux deux périodes de prélèvement. En nombre d'individus, on compte au total 63 en période hivernale et 38 individus en période printanière.

Le nombre d'espèces récoltées en basse altitude en hiver sur les pontes en provenance de chêne-liège est comparable à celui quantifié au printemps en altitude sur cèdre de l'Atlas, ce qui signifie que les conditions climatiques influent sur la présence des Arthropodes dans la masse spongieuse, utilisée pour leur protection. Les pontes en provenance de châtaignier comportent le même nombre d'espèces pour les deux périodes de prélèvement. Sur cyprès et sur chêne vert, 2 espèces en hiver et une seule au printemps ont été notées.

Les pontes récoltées au printemps sur chêne-liège, cyprès, châtaignier et cèdre de l'atlas renferment un effectif plus important que celles prélevées en hiver, ce qui peut s'expliquer par l'activité intense des Arthropodes en période printanière. Sur chêne vert, le nombre d'individus est comparable pour les deux périodes de prélèvement.

La diversité spécifique des pontes en provenance des résineux oscille entre 1 à 5 espèces avec des effectifs de 12 à 13 individus.

L'analyse de la faune des pontes révèle quatre espèces de prédateurs destructeurs oophages. La première espèce *Trogoderma versicolor*, prédatrice des pontes de *L. dispar* a été signalée et étudiée en 1927 par De Lepiney (Fraval, 1989). L'espèce a montré une large répartition dans les sites prospectés selon le plan altitudinal considéré avec un effectif total de 62 individus à l'état larvaire. Sa présence est marquée sur les pontes des diverses provenances. Une espèce du genre *Anthrenus* a été notée en un seul individu dans les pontes en provenance de chêne-liège. L'espèce *Anthrenus exilis* a été recensée avec un effectif plus significatif dans les pontes en provenance de chêne-liège, du cyprès et du châtaignier. Il est à noter que l'*Anthrenus exilis* est une espèce qui complète la liste des oophages stricts, établie au Maroc par Villemant (1993). L'espèce *Attagenus* sp a été isolée des pontes récoltées en cédraie d'altitude en un seul exemplaire.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le dénombrement des pontes effectué sur diverses plantes hôtes a montré des effectifs plus élevés sur les résineux *C. sempervirens*, et *C. atlantica*, bien que les chenilles de *L. dispar* s'alimentent préférentiellement sur les feuillus (Vonnice *et al.*, 2003). En phase de pullulation les populations en mouvement recherchent, d'une part, l'alimentation (Gray,

2010), et d'autre part, le choix du site de leur ponte. Refsnider et Janzen (2010) notent que chez les insectes, le maximum de la survie des oeufs tend à être accompli par la sélection des emplacements qui réduisent au minimum la prédation. L'étude consacrée aux taux de destruction des pontes de *L. dispar* sur les essences considérées montre que le *C. atlantica* semble offrir plus de protection aux pontes de *L. dispar* vis-à-vis des destructeurs. Cette variation constatée dans la distribution des taux de démantèlement donne une première idée sur la stratégie du choix des femelles pour leur ponte, en raison vraisemblablement de la morphologie de l'arbre, de ses branches, de son architecture, de sa taille et de sa localisation. Les femelles de *L. dispar* recherchent des sites assurant une meilleure protection environnementale à leur descendance. Refsnider et Janzen (2010) notent dans ce contexte que le choix d'oviposition est un effet maternel important par lequel les femelles peuvent affecter la survie et le phénotype de leur progéniture.

L'analyse des pontes de *L. dispar* de diverses provenances a montré que d'une manière générale les pontes en provenance des feuillus hébergent plus d'espèces et d'individus que les pontes récoltées sur les conifères, cela explique les taux de pontes relativement faibles enregistrés sur les feuillus, dus aux attaques des destructeurs qui réduisent les populations de *L. dispar*. Plusieurs espèces notées sont communes entre les diverses provenances. Parmi les essences prospectées, les pontes sur chêne vert restent les moins visitées, cela est dû probablement à la morphologie de l'arbre qui n'offre pas les conditions adéquates au développement des destructeurs. Villemant et Fraval (1992) notent que les tentatives pour mettre en relation l'action des prédateurs-destructeurs notamment, avec la quantité et la qualité de l'abri (cavités, écorce décollée, galeries de xylophages) offert par l'arbre n'ont abouti qu'à des résultats peu nets, sans doute faute d'outils corrects pour évaluer la valeur de ces abris pour la faune antagoniste. D'autres variables environnementales, telles que l'altitude et l'exposition peuvent influencer le cortège d'Arthropodes des pontes dans leur milieu naturel. Chakir et Fraval (1985) notent que les taux de démantèlement sont variables même d'un arbre à l'autre et aussi au sein du même arbre. Sur chêne-liège, la faune inféodée aux pontes regroupe 5 espèces représentées par un effectif de 23 individus. Sur châtaignier, 2 espèces regroupant 41 individus ont été inventoriées dans les pontes examinées.

Les pontes sur chêne-liège et sur châtaignier sont les plus recherchées par les destructeurs, alors que celles du cèdre sont les moins attaquées.

Les pontes de *L. dispar* récoltées sur les feuillus hébergent plus d'espèces et d'individus que celles récoltées sur les conifères, ce qui confirme le schéma des démantèlements enregistrés en relation avec les plantes hôtes. Le choix des sites de ponte par la femelle de *L. dispar* reste complexe et interdépendant des conditions environnementales.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. P. Lebrun, professeur émérite à l'Université Catholique de Louvain (Belgique) pour ses suggestions. Que Mme le professeur C. Villemant trouve l'expression de notre reconnaissance pour les corrections et les remarques très constructives pour l'amélioration du texte et pour avoir accepté de nous identifier une partie du matériel biologique. Nos remerciements vont au Dr. J.C. Streito, du Laboratoire National de la Protection des Végétaux de Montpellier pour l'identification des Hétéroptères et au Dr. X. Espadaler de l'Université Autonome de Barcelone qui nous a aidé à l'identification des

fourmis. Un hommage tout particulier aux forestiers du parc national de Chr ea pour leur aide pr ecieuse au terrain.

R EF ERENCES

- Bouhraoua, R.T. 2003. *Situation sanitaire de quelques forêts de Ch ene-liège de l'ouest algérien.  tude particulière des problèmes posés par les insectes*. Thèse de doctorat, département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen, Algérie, 267 p.
- Camerini, G. 2009. Factors affecting *Lymantria dispar* mortality in a willow wood in Northern Italy. *Bulletin of Insectology*, 62(1): 21-25.
- Chakali, G. et Ghelem, M. 2008.  tat sanitaire des subéraies en Algérie. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, 39: 93-99.
- Chakir, S. et Fraval, A. 1985. Les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.) (L p.) en forêt de la Mamora (Maroc); étude le long d'un transect: 1976-1982. *Actes Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*, 5(1-2): 27-36.
- Delassus, M. 1925. La lutte contre le *Liparis dispar* dans le massif de l'Edough. *Revue Agricole de l'Afrique du Nord*, 23: 334-336.
- Duan, L.Q., Otvos, I.S., Xu, L.B., Conder, N. et Wang, Y. 2011. Comparison of the activities of three LdMNPV isolates in the laboratory against the chinese strain of asian Gypsy moth. *The Open Entomology Journal*, 5: 24-30.
- Fraval, A. ( d.) 1989. *Lymantria dispar*.  dition actes Rabat, 220 p.
- Gray, D.R. 2010. Hitchhikers on trade routes: a phenology model estimates the probabilities of Gypsy moth introduction and establishment. *Ecological Applications*, 20(8): 2300-2309.
- Hamra Kroua, S. 1986. Note préliminaire sur les ennemis naturels de *Lymantria dispar* dans les forêts de Ch ene-liège dans le nord constantinois. *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach Alger*, 10(1): 26-44.
- Hamra Kroua, S. 1989. *La bioécologie de la "Spongieuse" Lymantria dispar dans les forêts de Ch ene-liège dans le nord constantinois*. Thèse de magister, université de Constantine, Algérie, 98p.
- Herard, F. et Fraval, A. 1980. La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.) (L p. Lymantriidae) au Maroc. *Acta Oecologica Applications*, 1(1): 35-48.
- Khous, M.G. 1991. *Note sur le contrôle naturel de la spongieuse en Algérie*. Séminaire sur le Ch ene-liège. Institut national de la recherche forestière, département de la protection des forêts, Jijel, 5p.
- 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 de magister en biologie, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, 133p.
- Khous, M.G. et Demolin, G. 1997. Contribution à la dynamique intracyclique de *Lymantria dispar* L. en forêt de Tikijda (Parc National). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 72: 65-79.
- Liebhold, A., Elkinton, J., Williams, D., Muzika, R.M. 2000. What causes outbreaks of the Gypsy moth in North America? *Population Ecology*, 42: 257-266.
- Luciano, P. et Roversi, P. 2001. *Fillofagi delle Quercus in Italia*.  d. Sassari, 161 p.
- Luciano, P. et Lentini, A. 2005. *La lutte aux lépidoptères défoliateurs des subéraies dans la province de Sassari*.  d. Sassari, p. 57-59.
- Nierhaus-Wunderwald, D. et Wermelinger, B. 2001. Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.). *Institut Fédéral de Recherche 8903-WSL, Birmensdorf*, 34: 1- 8.

- Ouakid, M.L., Farine, J.P., Soltani, N. 2001. Évaluation de l'activité entomopathogène d'une souche locale du champignon *Metarhizium anisopliae* sur les larves de *Lymantria dispar*. *International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*, 28(8): 185-191.
- Refsnider, M. and 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.
- Régnière, J., Nealis, V., Porter, K. 2008. Climate suitability and management of the Gypsy moth invasion into Canada. *Biological Invasions*, 11: 135-148.
- Villemant, C. et 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. 1993. *Les prédateurs-démantèleurs des pontes de Porthetria dispar dans les subéraies marocaines*. Thèse de doctorat, université d'Orléans, tome 1, 281p.
- 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.