

Essai d'efficacité d'un insecticide microbiologique (Foray 48 B) sur les stades L3 et L4 de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller (*Lep. Thaumetopoeidae*) dans le reboisement de Moudjebara (Djelfa, Algérie).

ZAMOUM M.* - DEMOLIN G.** - MARTIN J.C.**

* Lab. entomologie forestière - INRF, BP 37, Chéraga, Algérie

** INRA 84340 - Malaucène, France

ملخص

الفعالية الجيدة لاسلوس تورجينسيس برلينر (*Bacillus thuringiensis* Berliner) ضد الأطوار الثالثة والرابعة للدودة الصنوبر الجزارة (*Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiff.) تفتح افاق لوضع استراتيجية جديدة لمكافحة هذه الحشرة الضارة. تركز هذه الإستراتيجية، على الرش الشتوي للمبيد في المواقع التي توجد فيها الحشرة بكثرة. نشير أن في هذا الفصل الشتوي، معظم المكونات

RÉSUMÉ

La bonne incidence d'un insecticide microbiologique à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner sur les troisième et quatrième stades larvaires de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller ouvre des perspectives sur une nouvelle stratégie de lutte contre ce ravageur. Cette stratégie s'appuierait sur les traitements hivernaux qui permettraient d'intervenir uniquement dans les foyers d'infestation, à une saison où la majorité des peuplements zoocéniques sont peu ou pas actifs.

Mots clés : *Thaumetopoea pityocampa*, *Pinus halepensis*, *Bacillus thuringiensis*, lutte biologique, reboisement.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la mise en place d'une stratégie de lutte intégrée contre *Thaumetopoea pityocampa* dans les reboisements intensifs, de *Pinus halepensis* Mill. situés dans les zones semi-arides, les préparations microbiologiques à base de *Bacillus thuringiensis* tiennent une place prépondérante. En effet dans la reconstitution de ce type d'écosystème, toute intervention visant à réduire les populations de l'insecte ravageur doit être orientée de façon à ce qu'elle n'entrave pas les processus permettant la remontée biologique des biocénoses. Ces processus représentent, au niveau de ces zones artificielles du Barrage vert en Algérie, un des facteurs essentiels de leur réussite.

Malgré le caractère sélectif de ce type d'insecticide, son efficacité exclusive sur les stades larvaires L1 et L2 représentait une contrainte majeure. Pour parer à cela, des essais de corrélation entre la dose et l'efficacité sur chacun des stades L3, L4 et L5 d'insectes ravageurs forestiers ont été concluants aux Etats-Unis au Canada et notamment en France (Demolin et al., 1993) sur *Thaumetopoea pityocampa*.

Après l'intervention automnale sur les stades L2 et L3 à l'aide de Foray 48B dans la zone de Moudjebara (Zamoum et al., 1992), un essai avec la même spécialité a été effectué sur les stades larvaires L3 et L4.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Choix de la zone d'essai

Le choix de la zone expérimentale s'est porté sur le reboisement de Moudjebara, qui fait partie intégrante du barrage vert et situé dans le Sud algérien (Atlas saharien). Ce reboisement de 25 ans en moyenne est situé dans l'étage bioclimatique semi-aride froid, à une altitude variant entre 1 150 m et 1 200 m. Sa superficie globale est d'environ 18 000 hectares. Il est constitué exclusivement de *Pinus halepensis*, d'une hauteur allant de 1 à 3 m. Dans ces zones, *Thaumetopoea pityocampa* est un insecte endémique qui provoque des dégâts semi-permanents sur de multiples foyers de 10 à 100 ha. Les attaques observées sont très sévères, du fait qu'elles causent sur l'ensemble du reboisement des défoliations totales. Notons qu'à proximité de ces reboisements il y a des écosystèmes naturels avec des formations à *Pinus halepensis* associés à *Juniperus phoenicea* et *Quercus ilex* et dans lesquelles les dégâts de cet insecte ravageur ne sont pas aussi significatifs que ceux observés dans les reboisements.

2. Dispositif expérimental

Dans ce reboisement, nous avons choisi une zone de 1 500 ha, dans laquelle nous avons délimité, en fonction des dates de pulvérisation du produit, quatre (04) parcelles

traitées (I à IV) et une parcelle témoin (T). Dans chacune des parcelles, 100 arbres ont été échantillonnés sur des transects avec un arbre sur 10. Une moyenne de 2 nids par arbre échantillonné a été observé dans cette zone.

3. Détermination de la date d'intervention et des relevés post-traitement

Afin de prévoir les dates de traitement, nous avons mis en place un piège à double attraction lumineuse (type Demolin) dans la zone d'essai durant toute la période d'envol des adultes (Fig. 1).

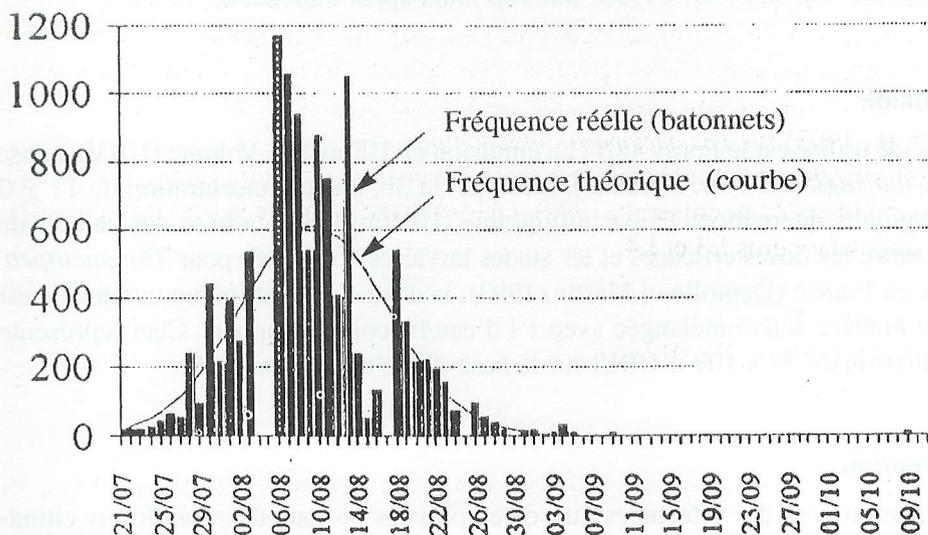


Fig. 1 : Captures journalières des adultes mâles de *T. pityocampa* au piège lumineux à deux sources attractives, type Demolin (Moudjebara, 1992).

A partir du taux cumulé journalier représentant les 50 % des captures de papillons et à l'aide de l'abaque théorique de détermination des stades phénologiques (Khemici et al., 1988), nous avons procédé au calage du cycle biologique qui se présente comme suit :

- 9/5/1992 : 50 % des émergences de papillons
- 14/8/1992 : 50 % des éclosions et présence du stade L1
- 26/8/1992 : 50 % de la population de chenilles aux stades L1 et L2
- 10/10/1992 : 50 % de la population de chenilles aux stades L2 et L3
- 10/11/1992 : 50 % de la population de chenilles au stade L1

La durée moyenne de développement du stade larvaire L4 étant de 60 jours environ, et afin de cibler le maximum de population à ce stade, la date du 20/12/1992 a été retenue pour le début des traitements.

Deux relevés immédiats de contrôle d'efficacité ont été effectués aux dates suivantes :

- date du relevé 1 : 27/12/1992, soit 7 jours après traitement
- date du relevé 2 : 4/1/1993, soit 14 jours après traitement

Deux autres relevés ont été effectués afin d'observer la mortalité différée des populations de chenilles survivantes :

- date du relevé 3 : 9/3/1993, soit 80 jours après traitement
- date du relevé 4 : 31/3/1993, soit 100 jours après traitement.

4. Insecticide

L'insecticide utilisé est le Foray 48B (1), émulsion en Ultras Bas Volume (UBV) à base de *Bacillus thuringiensis* (var. Kurstaki), sérotype 3a 3b, à une concentration de 11 300 unités biologiques internationales par milligramme (UBI/mg). Sur la base des calculs de corrélation entre les doses efficaces et les stades larvaires concernés pour *Thaumetopea pityocampa* en France (Demolin et Martin, 1993), la dose d'utilisation recommandée est de 3 l/ha de matière active mélangée avec 1 l d'eau/ha comme support. Ceci représente une concentration de 39×10^9 d'UBI/l sur la base d'une densité de 1,15.

5. Intervention

Les applications ont été effectuées aux dates prévues et sous des conditions climatiques favorables (absence de pluie et vitesse des vents n'excédant pas 7 m/s). Les pulvérisations ont été réalisées à l'aide d'un aéronef de type Gruman 600, équipé de 8 atomiseurs rotatifs de type Micronairs AU 5000, permettant une application en UBV. Les paramètres techniques d'épandage et de vol étaient :

- largeur d'épandage : 20 m
- restricteurs réglés sur la pastille: 13
- pâles à 35°
- vitesse de l'aéronef : 90 à 100 Mph (144 à 160 km/h)
- pression de pulvérisation à la rampe : 40-45 psi (2,8 à 3,1 kg/cm²)
- diamètres des gouttelettes : 100 à 125 microns VMD (Diamètre médian de volume)
- balisage : jalons avec drapeaux
- débit : 4 l/ha.

6. Méthode d'évaluation de l'efficacité

L'estimation de la mortalité a été effectuée sur un échantillon de 30 arbres par parcelle, choisis à raison d'un arbre sur 10, selon un transect perpendiculaire au vol de l'aéronef. Pour chacun des relevés, les arbres retenus ont été débarrassés de l'ensemble des colonies et un comptage des chenilles mortes et vivantes a été fait le jour même des prélèvements. La comparaison des taux de survie au niveau des parcelles traitées par rapport au premier prélèvement effectué dans la zone témoin permettaient de déterminer l'incidence du *Bacillus thuringiensis*.

A chaque prélèvement, la structure phénologique de la population a été prise en considération dans chacune des parcelles traitées, et cela exclusivement à partir de colonies vivantes pour être comparée à celle de la zone témoin.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 1 et en première analyse, il apparaît que le taux moyen de mortalité de 78,43 % obtenus pour les 4 parcelles est en dessous des performances observées dans le traitement automnal dans lequel nous avons noté jusqu'à 100 % de mortalité (Zamoum et al., 1992). Une analyse plus détaillée permet de relever les éléments suivants:

a) Les données météorologiques (1) montrent que 4 jours après la fin des traitements, c'est-à-dire du 27 au 29/12/1992, il a été enregistré respectivement 1, 6 et 7 millimètres de pluie. De ce fait, il serait possible que le produit ait été lessivé, surtout pour les parcelles III et IV qui ont été traitées le 22 et le 23/12/1992. Ce qui expliquerait les taux les plus faibles observés pour le relevé J + 14, avec les taux de mortalité respectifs de 69,37 % et 68,13 %.

(1) Source : station de l'Office national de la météorologie de Djelfa.

Traitement microbiologique processionnaire du pin

Produit /dose /parcelle	Prélevements (P)	Nombre de colonies prélevées (col. P)	Nombre de chenilles vivantes (V)	V/col.	Survie en % J. témoin P1	Efficacité maximum J. témoin P1	Population survivante par stade, en % J.			Répartition de la population survivante par stade, en %		
							L3	L4	L5	L3	L4	L5
Témoin Parcelle T	27/12/1992 (J+7)	56	4 863	86,84	100,00	0,00	17,29	82,70	0,00	17,29	82,70	0,00
	04/01/1993 (J+14)	84	3 815	45,42	52,30	47,70	0,09	52,20	0,00	0,18	99,82	0,00
	09/03/1993 (J+80)	37	2 826	76,38	87,95	12,05	0,00	9,34	78,61	10,62	89,38	0,00
Parcelle I	31/03/1993 (J+100)	29	2 184	75,31	86,72	13,28	0,00	0,00	86,72	100,00	0,00	0,00
	27/12/1992 (J+7)	72	1 851	25,71	29,60	70,40	22,26	7,34	0,00	75,20	24,80	0,00
	04/01/1993 (J+14)	58	818	14,10	16,24	83,76	1,59	14,65	0,00	9,77	90,23	0,00
Parcelle II	09/03/1993 (J+80)	32	240	7,50	8,64	91,36	0,00	4,55	4,09	52,66	47,34	0,00
	31/03/1993 (J+100)	32	169	5,28	6,08	93,92	0,00	5,85	0,23	96,25	3,75	0,00
	27/12/1992 (J+7)	62	2 499	40,31	46,41	53,59	17,38	29,03	0,00	37,45	62,55	0,00
Parcelle III	04/01/1993 (J+14)	44	288	6,55	7,54	92,46	0,29	7,25	0,00	3,82	96,18	0,00
	09/03/1993 (J+80)	31	317	10,23	11,78	88,22	0,00	2,02	9,75	17,17	82,83	0,00
	31/03/1993 (J+100)	62	645	10,40	11,98	88,02	0,00	11,60	0,38	96,85	3,15	0,00
Parcelle IV	27/12/1992 (J+7)	51	2 046	40,12	46,20	53,80	7,27	38,93	0,00	15,74	84,26	0,00
	04/01/1993 (J+14)	62	1 649	26,60	30,63	69,37	0,54	30,09	0,00	1,76	98,24	0,00
	09/03/1993 (J+80)	61	672	16,39	18,87	81,13	0,00	1,50	17,37	7,95	92,05	0,00
Parcelle IV	31/03/1993 (J+100)	62	352	8,38	9,65	90,35	0,00	9,38	0,27	97,17	2,83	0,00
	27/12/1992 (J+7)	99	5 859	59,18	68,15	31,85	11,88	56,27	0,00	17,43	82,57	0,00
	04/01/1993 (J+14)	101	2 795	27,67	31,87	68,13	1,61	30,26	0,00	5,06	94,94	0,00
Parcelle IV	09/03/1993 (J+80)	44	491	11,16	12,85	87,15	0,00	1,73	5,52	23,90	76,10	0,00
	31/03/1993 (J+100)	44	277	6,30	7,25	92,75	0,00	12,85	0,00	100,00	0,00	0,00

Tableau 1 : Résultats de l'essai au Foray 48B sur les stades L3 et L4 de *T. pityocampa* dans le reboisement de Moudjebara (Djelfa).

b) Les relevés effectués à J + 80 et J + 100 montrent une nette progression des taux moyens de mortalité, avec respectivement 86,96 % et 91,26 %. Cette progression de la mortalité différée est de 12,83 % à J + 100 par rapport au taux moyen obtenu pour le relevé J + 14 dans les 4 parcelles traitées.

c) Si nous considérons la structure phénologiques de la population survivante à J + 100, on constaterait une nette abondance des chenilles de stade L4 dans les parcelles traitées par rapport à la parcelle témoin, où la majorité des chenilles sont au stade L5. Cela pourrait s'expliquer par un ralentissement de croissance comme il a été observé par Ruelle et al. (1997) sur *Euproctis chrysorrhoea* à la suite d'un traitement au *Bacillus thuringiensis*.

CONCLUSION

Pour les 4 relevés, nous avons obtenu des taux d'efficacité minimum de 88,02 % (P II) et maximum de 93,92 % (P I) avec une moyenne de 91,26 %. Cette fourchette reste acceptable pour les traitements forestiers, notamment dans les reboisements comme c'est le cas de Moudjebara. Ces traitements ont pour objectif principal de maintenir les populations d'insectes ravageurs forestiers à un seuil optimal de non-nuisibilité (Delorme, 1991). Cela permettrait de préserver une chaîne écologique sur laquelle il a été recensé toute une zoocénose utile comprenant l'ensemble des ennemis naturels (entomophages et micro-organismes) et d'éviter les pertes de production de bois occasionnées par ce ravageur, pouvant atteindre 30 % dans certains cas (Nouchon et Toth, 1971 & Laurent-Hervouet, 1986).

Cette nouvelle possibilité d'action sur les stades L3 et L4 à l'aide de *Bacillus thuringiensis* ouvre des perspectives d'interventions hivernales au-delà des deux premiers stades larvaires. Ce type d'intervention tel qu'il est préconisé par Demolin et al. (1993) permet de réduire les coûts de traitements et d'éviter de systématiser les applications aériennes en intervenant uniquement dans les foyers d'infestation qui sont nettement visibles et quantifiables en période hivernale.

Néanmoins, pour arriver à une mortalité totale dans le cas de traitements hivernaux, il serait utile d'utiliser un support (1) permettant une meilleure adhésion des particules contenant la matière active pour éviter les lessivages et d'augmenter la dose de matière active (2) afin de permettre à toutes les populations de chenilles d'arriver à ingérer rapidement la quantité de produit représentant la dose létale. En effet, parmi les facteurs pouvant intervenir dans l'induction du comportement de ralentissement nutritionnel des chenilles, nous avons l'état physiologique (mue larvaire), les conditions stationnelles liées particulièrement à la qualité trophique de l'hôte et les conditions thermiques. Ces trois

facteurs constituent des contraintes ne permettant pas d'observer les effets directs et immédiats des contaminations au *B. thuringiensis*.

L'estimation de la mortalité différée (J + 80 et J + 100) montre que les critères autres que la mortalité immédiate s'avèrent fort importants, notamment sur les effets de fluctuation des effectifs à long terme.

REMERCIEMENTS

Les travaux de recherche ont été réalisés dans le cadre du contrat de coopération scientifique entre l'Institut national de recherche agronomique (INRA-France) et l'Institut national de recherche forestière (INRF-Algérie) intitulé : «Recherches forestières en protection des forêts et en sylviculture»(No. 89 HYD 12).

Les auteurs expriment leurs vifs remerciements à l'ensemble des structures qui ont contribué activement à la réalisation de ce travail, notamment l'ANF, l'INPV, la Conservation des forêts de la wilaya de Djelfa, le département Protection des forêts de l'INRF et la station INRF de Djelfa.

SUMMARY

Assay of micrological insecticide (*Bacillus thuringiensis*) against (*Thaumetopoea pityocampa*) was conducted in a young stand of *Pinus halepensis*. Result shows good efficiency at the third and fourth larval instars. In future, programming wintry treatment will certainly improve the control of this major insect pest.

Key words : *Thaumetopoea pityocampa* *Pinus halepensis*, *Bacillus thuringiensis*, microbiological treatment, young stand.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHON J., TOTH J., 1971 - Etudes préliminaires sur les pertes de production des pinèdes soumises aux attaques de processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Ann. sci. for. 28 (3), 323-340.
- DELORME R., 1991 - Prévenir et gérer la résistance des ravageurs aux produits phytosanitaires. ADALIA. Bull. Inf. tech. «Club Protection Raisonnée Rhodiagri.-Littorale», n° 17-18, 1er trimestre 1991, 39-41.
- KHEMICI M., ZAMOUM M., DEMOLIN G., 1988 - Ecologie de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (*Lepidoptera Thaumetopoeidae*) en Algérie. Incidence du climat sur le comportement de l'insecte, Ann. Rech. For. Algérie, 3 (3), 65-75
- MARTIN J.-C., LAVANCEAU P., 1993 - La lutte contre la processionnaire du pin - L'évolution des insecticides à base de *Bacillus thuringiensis*, Phytoma, 452n 13-16.
- LAURENT-HERVOUET N., 1986 - Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de Pinus dues à deux défoliateurs forestiers. 1 : Cas de la processionnaire du pin en région méditerranéenne. Annales des sciences forestières, 43 (2), 239-262.
- RUELLE P., NEF L., LEBRUN P., 1977 - Etude en laboratoire de l'efficacité prolongée de *Bacillus thuringiensis* sur *Euproctis chrysorrhoea*. Parasitica, 33 (4), 127-137.
- ZAMOUM M., GACHI M., SAI M., BAHAKEMI S., BENSIDI A., 1992 - Essai d'utilisation de Foray 48B sur le stade L3 dans le reboisement de Moudjebara (Djelfa, Algérie). Rapport interne, INRF-Algérie, 6 p.