

LUTTE BIOLOGIQUE AVEC LES NUCLEOPOLYHEDROVIRUS (NPV) HEARNPV ET SPLINPV

G SIMON¹, S NIEDERMANN²

1) Andermatt France - Domaine du Makila, 80 Chemin de l'Aviation Bat B, 64200 Bassussarry

2) Andermatt Biocontrol Suisse - Stahlermatten 6, 6146 Grossdietwil, Suisse

RÉSUMÉ

Les nucleopolyhedrovirus (NPV) luttent efficacement contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) et *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833). Ces 2 ravageurs causent des dégâts économiques importants sur cultures légumières, maraîchères, fruitières, ornementales et en grandes cultures. HearNPV et SpliNPV, hautement spécifiques infectent les larves qui meurent et se liquéfient, infectant d'autres individus de la même espèce. Le virus se transmet horizontalement et verticalement, causant une diminution de la population du ravageur. Helicovex® et Littovir®, produits de biocontrôle, utilisables en Agriculture Biologique, permettent de lutter efficacement contre ces ravageurs. Ils sont sans résidu et sans risque pour la faune auxiliaire (OCDE, 2002). Les 2 résultats d'essais de 2019 et 2018 présentés dans cet article confirment la bonne efficacité de HearNPV et SpliNPV pour le contrôle respectif de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) et *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833).

Mots-clés : NPV (nucleopolyhedrovirus), *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus, *Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus, Biocontrôle, microorganisme

SUMMARY

NPV effectively controls *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) and *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833). These two pests cause significant economic damage on various crops (vegetable, fruit, ornamental and field crops). HearNPV and SpliNPV, both highly specific and naturally occurring viruses, infect larvae that die and liquefy, infecting other individuals of the same species. The virus is transmitted horizontally and vertically, causing a unique population effect. Helicovex® and Littovir® are biocontrol products used in organic and conventional farming. The products are residue-free and without risk for beneficial organisms. Two field trial results are presented and confirm the good efficacy of NPV.

Keywords: NPV (nucleopolyhedrovirus), *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus, *Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus, Biocontrol, microorganism

INTRODUCTION

Les virus HearNVP (*Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus) et SpliNVP (*Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus) sont des virus de la polyédrose nucléaire (nucleopolyhedrovirus - NPV) appartenant à la famille des baculovirus (virus entomopathogènes). Ces virus sont naturellement présents dans les populations d'insectes. Les baculovirus ont un spectre d'hôtes très spécifique (à l'espèce, voire au genre), et les NPV touchent principalement les lépidoptères. Helicovex (HearNPV) et Littovir (SpliNPV), produits par le groupe Andermatt et distribués en France par Andermatt France, sont utilisables en agriculture biologique. Ils sont inscrits sur la liste des produits de biocontrôle (L. 253-5 et L. 253-7). Plus de quarante autorisations sont délivrées sur des cultures légumières, maraîchères, horticoles et grandes cultures.

- Quel est le niveau d'efficacité des virus HearNVP (*Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus) et SpliNVP (*Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus) ?
- Quels sont les principaux avantages d'utilisation de ces solutions de biocontrôle ?

MATERIEL ET METHODE

Essai HearNPV contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) sur Haricot vert, Maroc, 2019

Objectif : Efficacité de HearNPV contre *H. armigera*

Structure : Clinique des Plantes

Lieu de l'essai : Agadir/BELFAA

Culture : Haricot Vert

Date de plantation : 15/04/19

Taille parcelle d'essai : 360 m² (36 rangs de 10 m linéaires)

Taille parcelle élémentaire : 40 m² (4 rangs de 10 m linéaires)

Application foliaire avec un Pulvérisateur à dos de 16 L

Volume bouillie : 2000L/ha

3 Modalités ; 4 répétitions

- TNT exclu
- Deltamethrine (0.3L/ha) - Application dès l'apparition des premiers foyers, 1 application le 27/05/19
- HearNPV (0.2L/ha) - Application sur les œufs et les premiers stades larvaires, 3 applications
T1 : 27/05/19 ; T2 : 03/06/19 ; T3 : 10/06/19

Notations :

-10 plantes ont été choisies au hasard de chaque parcelle élémentaire puis comptage exhaustif des larves vivantes par plant (tableau I).

Analyse statistique : Test de Mann-Whitney

L'essai a été mené conformément aux protocoles standards de l'ONSSA, CEB (commission des essais biologiques) et OEPP (Organisation européenne de la protection des plantes).

Tableau I : Notations - HearNPV contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) sur Haricot vert
(Assessments HearNPV against *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on French bean)

Date/	Stade végétatif BBCH	Notation	Descriptif	Echantillons parcellaires
Juste avant traitement 27/05/2019	73	Dénombrement	Comptage exhaustif des larves vivantes	10 plantes/ parcelle élémentaire
3 jours après traitement 30/05/2019	73			
7 jours après traitement 03/06/2019	74			
7 jours après la 2 ^{ème} application du produit testé 10/06/2019	75			
7 jours après la 3 ^{ème} application du produit testé 17/06/2019	76			
14 jours après la 3 ^{ème} application du produit testé 24/06/2019	78			

Essai SpliNPV contre *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) sur fraisier, Maroc, 2018

Objectif : Efficacité de SpliNPV contre *S. littoralis*

Structure : Clinique des Plantes

Culture : fraisier

Variété : Fortuna

Lieu de l'essai : Maroc - Domaine Weiness (Dlalha/Moulay bouselham)

Date de mise en place de l'essai 22/06/2018

Date de semis : 15 Septembre 2017

Densité de semis : 65 000 – 70 000 Plants/ha

Dispositif Fisher à 4 blocs

Taille parcelle d'essai : 4 tunnels de 25 m de longueur, chacun comporte 5 rangs de fraisiers

Taille parcelle élémentaire : 5 rangs de 5 m de long

Application foliaire avec un Pulvérisateur à dos de 16 L

Volume bouillie : 1200L/ha

3 Modalités ; 4 répétitions

- TNT inclu
- Deltamethrine (0.1L/ha) - 1 application sur les œufs et les premiers stades larvaires le 22/06/18
- SpliNPV (0.2L /ha) - 3 applications sur les œufs et les premiers stades larvaires T1 : 22/06/18 ; T2 : 29/06/18 ; T3 : 06/07/18

Notations :

-10 plantes ont été choisies au hasard de chaque parcelle élémentaire et par la suite on a procédé un comptage exhaustif des larves vivantes par plant.

Analyse statistique : Les données relatives à l'impact des applications insecticides ont été soumises à une analyse de variance portant sur le nombre des larves et la comparaison des moyennes de ceux-ci par la plus petite différence significative (PPDS) au seuil de probabilité de 5%. Dans le cas où la

différence entre les modalités est avérée significative, cette analyse est suivie par le test de Student-Neuman-Keuls afin de déterminer laquelle des modalités diffère des autres.

L'essai a été mené conformément aux protocoles standards CEB (commission des essais biologiques), ONSSA et Oepp (organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes).

Tableau II : Notations - SpliNPV contre *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) sur fraisier
(Assessments SpliNPV against *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) on strawberry)

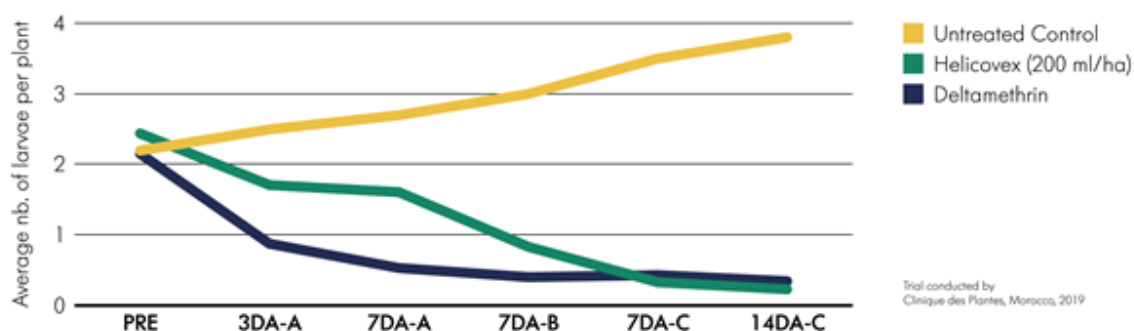
Date d'observation	Echelle BBCH	Objet noté	Méthode d'observation	Descriptif de la méthode d'observation	Echantillons parcellaires
Juste avant traitement (1ère application et 1er suivi) : 22/06/2018	BBCH 87 : récolte principale : la plupart des fraises ont atteint leur couleur spécifique	larves vivantes par plant	comptage exhaustif des larves vivantes par plant	Choisir et Marquer 10 plantes prises au hasard de chaque parcelle élémentaire et procéder à un comptage exhaustif des larves vivantes par plant.	10 plants /PE
3 JAT (2ème suivi) 25/06/2018	BBCH 87 : récolte principale: la plupart des fraises ont atteint leur couleur spécifique			Déterminer l'efficacité des produits selon la formule de Henderson-Tilton:	
7 JAT (2ème application et 3ème suivi) 29/06/2018	BBCH 87 : récolte principale: la plupart des fraises ont atteint leur couleur spécifique			$\text{Eff (\%)} = \left(1 - \frac{P_i \times T_a}{T_i \times P_a}\right) \times 100$	
15 JAT (3ème application et 4 ème suivi) 06/07/2018	BBCH 89: deuxième récolte: d'autres fraises ont atteint leur couleur spécifique			Avec P_i : Nombre de larves vivantes dans la parcelle traitée après traitement (J_i). P_a : Nombre de larves vivantes dans la parcelle traitée avant traitement (J_0). T_i : Nombre de larves vivantes dans la parcelle témoin après traitement (J_i). T_a : Nombre de larves vivantes dans la parcelle témoin avant traitement (J_0).	
21 JAT (5ème suivi) 13/07/2018	BBCH 89: deuxième récolte: d'autres fraises ont atteint leur couleur spécifique				

RESULTATS

Essai HearNVP sur Haricot vert, Maroc, 2019

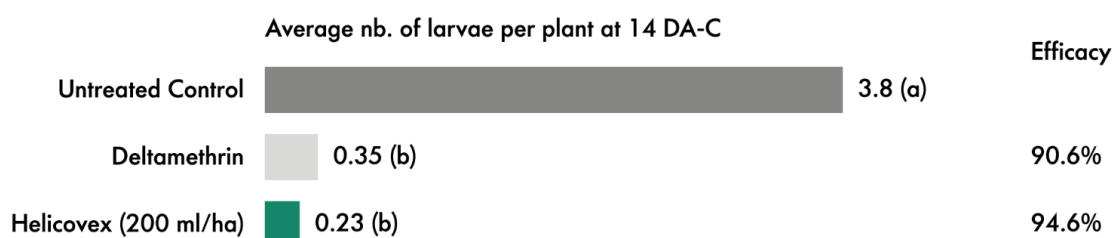
Graphique 1 : HearNVP contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) sur Haricot vert, Clinique des plantes, Maroc, 2019 / Moyenne du nombre de larves par plant

HearNPV against *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on French bean, Clinique des plantes, Maroc, 2019/Average number of larvae per plant



Graphique 2 : HearNVP contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) sur Haricot vert, Clinique des plantes, Maroc, 2019 / % d'efficacité et Moyenne du nombre de larves par plant 14 jours après la 3eme application et

HearNPV against *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on French bean, Clinique des plantes, Maroc, 2019/% of efficacy and average number of larvae per plant at 14 DA-C.



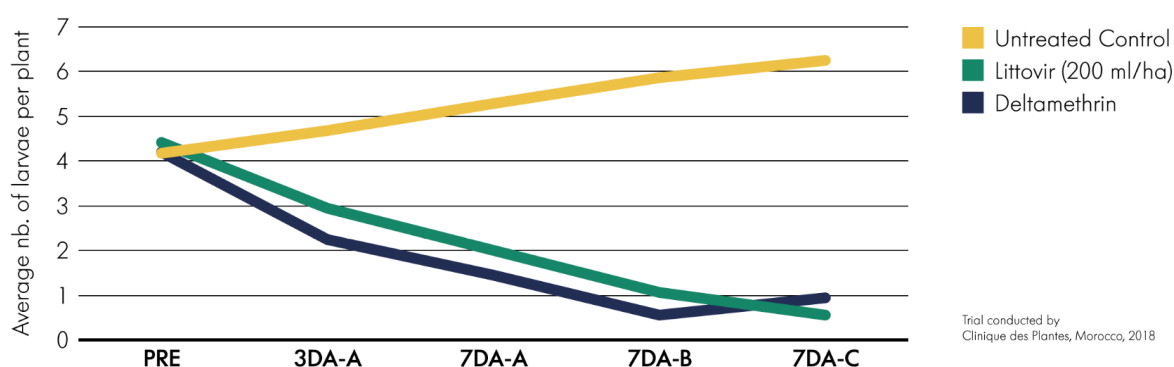
Trial conducted by Clinique des Plantes, Morocco, 2019

- Présence uniquement de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (pas d'autres espèces de Lépidoptère dans cet essai)
- 94% d'efficacité 14 jours après T3 pour la modalité HearNVP ; 90% d'efficacité pour la modalité Deltamethrine (graphique 2)
- Différence significative entre le TNT et les 2 autres modalités à partir de 3 jours après la première application
- Pas de différence significative entre les 2 modalités HearNVP et Deltamethrine à partir de 7 jours après la 3ème application

Essai SpliNVP sur fraisier, Maroc, 2018

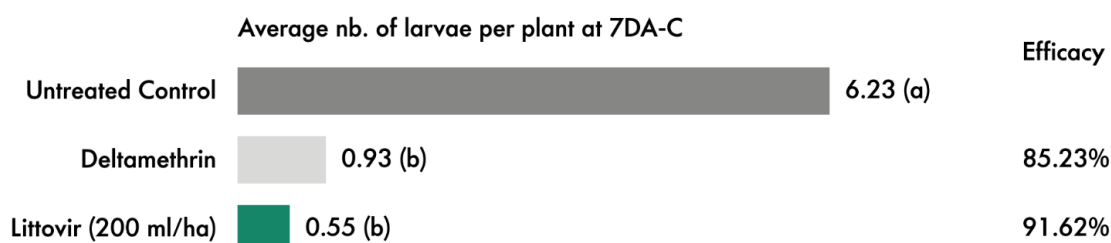
Graphique 3 : SpliNPV contre *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) sur fraisier, Clinique des plantes, Maroc, 2018 / Moyenne du nombre de larves par plants 7 jours après la 3eme application.

SpliNPV against *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) on strawberry, Clinique des plantes, Maroc, 2019/Average number of larvae per plant.



Graphique 4 : SpliNPV contre *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) sur fraisier, Clinique des plantes, Maroc, 2018 / Moyenne du nombre de larves par plants

SpliNPV against *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833) on strawberry, Clinique des plantes, Maroc, 2019/Average number of larvae per plant at 7DA-C.



Trial conducted by Clinique des Plantes, Morocco, 2018

- 91% d'efficacité 7 jours après T3 pour la modalité SpliNVP ; 85% d'efficacité pour la modalité Deltamethrine (graphique 4)
- Différence significative entre le TNT et les 2 autres modalités à 7 jours après T3
- Pas de différence significative entre les 2 modalités SliNVP et Deltamethrine à 7 jours après T3

DISCUSSION

Efficacité et sélectivité

Les 2 récents résultats d'essais présentés dans cet article confirment la bonne efficacité de HearNPV et SpliNPV pour le contrôle respectif de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) et *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833). En effet, 7 jours après la 3^{ème} application, nous obtenons 90% d'efficacité (comptage nb moyen de larves/plant) du même niveau que la référence. Ils offrent un contrôle efficace des ravageurs ciblés en limitant les dégâts et en contrôlant les populations larvaires (Brand et al., 2019).

Aucune phytotoxicité n'a été constatée dans les 2 essais présentés. Les deux produits sont en effet parfaitement sélectifs des cultures sur lesquelles ils sont autorisés. Les essais et les études n'ont décelé aucune phytotoxicité (Brand et al., 2019).

Toxicologie et écotoxicologie

Les NPV touchent particulièrement les lépidoptères, ils ne présentent aucun risque pour la santé humaine, ni pour l'environnement (OCDE, 2002). Selon les conclusions d'études et de revues bibliographiques sur les baculovirus (OCDE 2002) :

- ils sont hautement spécifiques (à l'espèce, voire au genre), non infectieux, ni répliquables pour les mammifères,
- ils ne présentent aucun effet pathogène, allergène, génotoxique, mutagène ou cancérigène chez les mammifères,
- ils ne génèrent pas de toxines,
- ils ne présentent aucun effet indésirable sur les vertébrés, les micro-organismes et les plantes.

Le règlement (UE) 2017/1432 les classe comme substances actives à faible risque par défaut. Le règlement (UE) 1107/2009 les présentent comme une substance à faible risque pour la santé humaine, animale et pour l'environnement.

Mode d'action des nucleopolyhedrovirus

Les nucleopolyhedrovirus agissent par ingestion sur les jeunes stades larvaires. Une transmission horizontale et verticale est également possible avec les nucleopolyhedrovirus (Brand et al., 2019).

Transmission horizontale :

La transmission horizontale est le fruit de la libération des corps d'occlusion produits par l'hôte après sa mort. L'insecte contaminé se liquéfie en libérant des corps d'occlusion infectieux dans l'environnement (à la surface des plantes, des feuilles, des oeufs, etc.). Ces capsules protéiques représentent une forme de virus écologiquement stable qui, après ingestion, contaminera d'autres larves.

Transmission verticale :

Les baculovirus peuvent également être transmis d'une génération à une autre. Les larves âgées ne meurent pas nécessairement après l'ingestion des particules virales. Dans ce cas, l'infection se manifestera, au plus tard, au sein de la génération suivante.

En forme latente, l'infection peut être transmise aux formes adultes, oeufs, puis aux larves de la prochaine génération. Un affaiblissement ou un stress externe (application insecticide, manque de nourriture...) activeront les particules virales au sein de l'hôte.

Stades d'application des produits

Ces larvicides d'origine naturelle et hautement spécifiques doivent être appliqués de préférence en début d'éclosion, ou sur les premiers stades larvaires (L1 et L2). Les jeunes larves consomment le chorion durant l'éclosion. Un traitement très précoce permet l'ingestion à un stade de grande sensibilité larvaire aux produits. Du fait de leur sensibilité aux UV, les applications doivent être répétées tous les huit jours en conditions ensoleillées, et tous les quinze jours en temps couvert, au cours des périodes de plus grandes sensibilités des cultures.

Programme et stratégie d'alternance

En raison de leur mode d'action unique, HearNPV et SpliNPV constituent des outils de gestion et de limitation des résistances. Ils seront utilement inclus dans tout programme de protection de type conventionnel ou biologique. Leur innocuité et leur absence de résidu en font des produits de choix pour les cahiers des charges les plus exigeants. Ils peuvent être utilement associés avec *Bacillus thuringiensis* kurstaki pour agir simultanément contre *H. armigera* ou *S. littoralis*, et sur diverses chenilles de lépidoptères. Ils peuvent aussi s'utiliser en alternance dans des programmes ou en association avec d'autres produits.

CONCLUSION

Les 2 résultats d'essais de 2019 et 2018 présentés dans cet article confirment la bonne efficacité de HearNPV et SpliNPV pour le contrôle respectif de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) et *Spodoptera littoralis* (Boisduval 1833).

HearNPV et SpliNPV sont sans résidu, sans risque pour la faune auxiliaire. Une transmission horizontale et verticale est également possible avec les nucleopolyhedrovirus.

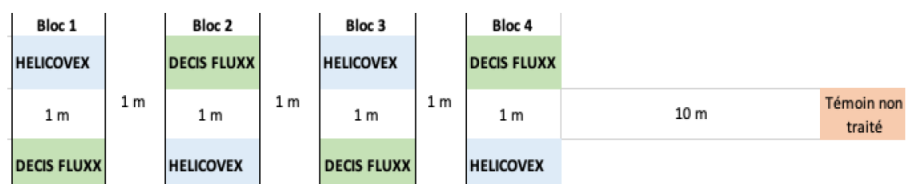
SpliNPV est également efficace contre un ravageur émergent *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Brand et al., 2019).

BIBLIOGRAPHIE :

- Brand G., Querrioux A., Simon G., Cantau C., 2019. Nucleopolyhedrovirus (NPV) HearNPV et SpliNPV. Phytoma N°723, Avril 2019, 48-51
- OCDE, 2002 Consensus Document on information used in the assessment of environmental applications involving baculoviruses

ANNEXE :

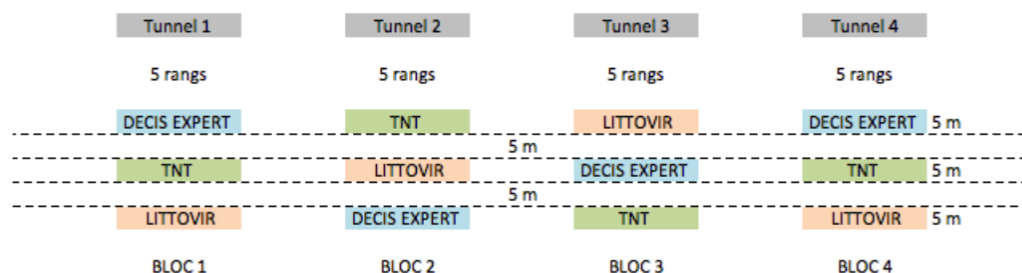
Schéma du dispositif de l'essai HearNVP



Conditions météorologiques de l'essai HearNVP

	27/05/2019	03/06/2019	10/06/2019
Température (°C)	25	24	25
Humidité relative (%)	40	31	43
Vitesse du vent (m/s)	1,5	1,1	1,2

Schéma du dispositif de l'essai SpliNPV



Conditions météorologiques de l'essai SpliNPV

	22/06/2018	29/06/2018	06/07/2018
Humidité	64 %	58 %	42 %
Température	22 °C	24 °C	26 °C
Vitesse du vent	2,9 m/s	2,7 m/s	2,1 m/s