

**AFPP – 11^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**EFFET D'INSECTICIDES BIOLOGIQUES SUR LE RECRUTEMENT TEMPOREL DES COMMUNAUTES DE
POLLINISATEURS ET D'ENTOMOPHAGES EN PARCELLES D'AGRUMES ET DE TOMATES DANS LA
REGION DE LA MITIDJA CENTRALE (ATLAS BLIDEEN, ALGERIE)**

L. ALLAL BENFEKIH⁽¹⁾, F. MARNICHE⁽²⁾, A. MAHMOUDI⁽³⁾, A. HAMICHE⁽¹⁾, F. OUTTAR⁽¹⁾
et F. GARCIA MARI⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de recherche sur les plantes médicinales et aromatiques, faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Blida 1, Blida, Algérie.

⁽²⁾ Ecole nationale vétérinaire, El Harrach, Alger, Algérie.

⁽³⁾ Département d'agronomie, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie.

⁽⁴⁾ Institut méditerranéen d'agroforesterie, Université polytechnique de Valence, Camino De Vera, Valence, Espagne.

RÉSUMÉ

L'impact des traitements phytopharmaceutiques à base de lambda-cyhalothrine et de spinosad, a été évalué dans un verger d'orangers et une parcelle de tomates de plein champ sur la composition spatio-temporelle des communautés bénéfiques. La toxicité des deux matières actives a été estimée à travers la disponibilité des individus capturés par des bacs jaunes à eau dans les unités traitées et non traitées durant quinze jours. Les populations d'abeilles ont montré une sensibilité importante à la dose par rapport à la demi-dose, et davantage d'effets de la lambda-cyhalothrine par rapport au spinosad. Les pollinisateurs floricoles (*Andrena* sp., *Vespa vulgaris* et *Lasioglossum* sp.), les prédateurs (Gnaphosidae, Thomisidae, *Lepthyphantes* sp., *Calosoma* sp., *Scymnus* sp., les Chrysopidae et *Macrolophus* sp.), ainsi que les parasitoïdes (Tachinidae, Bethylidae, *Aphidius* sp.) sont sensibles aux traitements et contribuent peu aux différences de composition des communautés exposées à la demi dose des deux matières actives.

Mots-clés : lambda-cyhalothrine, spinosad, toxicité, biodiversité fonctionnelle, agrosystème.

ABSTRACT

EFFECT OF BIOLOGICAL INSECTICIDES ON THE TEMPORAL RECRUITMENT OF POLLINIZER AND BENEFICIALS COMMUNITIES INTO CITRUS AND TOMATO CROPS IN THE CENTRAL MITIDJA REGION (ATLAS BLIDEEN, ALGERIA)

The impact of phytosanitary treatments based on lambda-cyhalothrin and spinosad was evaluated in an orange orchard and a field tomato crop on the spatiotemporal composition of beneficial communities. The toxicity of both pesticides was estimated through the availability of individuals caught by yellow water traps in the treated and untreated units for 15 days. Bee populations showed significant sensitivity to dose versus half dose, and more to lambda-cyhalothrin than to spinosad. The predators (Gnaphosidae, Thomisidae, *Lepthyphantes* sp., *Calosoma* sp., *Scymnus* sp., Chrysopidae and *Macrolophus* sp.), and parasitoids (Tachinidae, Bethylidae, *Aphidius* sp.) were sensitive to treatments and weakly contribute to differences in the composition of communities exposed to the half dose of both chemicals.

Keywords: lambda-cyhalothrine, spinosad, toxicity, functional biodiversity, agrosystem.

INTRODUCTION

Les progrès dans la protection des plantes ont largement contribué à l'augmentation des rendements et à la régularité de la production. Faciles d'accès et d'emploi, relativement peu chers, les produits phytopharmaceutiques de synthèse se sont révélés très efficaces et fiables mais leur utilisation systématique est remise en question avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour la biocénose (Soderlund et Bloomquist, 1989 ; Gibbs et *al.*, 2009). Parmi les principaux, mentionnons l'intoxication des arthropodes non cibles et la concentration de polluants ou de résidus de matières actives dans les chaînes trophiques (Thakore, 2006 ; Bouziani, 2007). Par ailleurs, l'agriculture dépend de plus en plus de l'utilisation de nombreux insecticides (Nauen, 2006), lesquels représentent un danger réel pour les insectes pollinisateurs. Les risques phytosanitaires pour les insectes auxiliaires sont évalués par la mortalité mesurée après exposition des insectes en conditions de laboratoire. Or il existe un décalage important par rapport aux risques d'exposition en conditions naturelles, par la présence des zones refuges où le produit peut évoluer rapidement.

L'essentiel de la protection des cultures en Algérie apparaît fondé sur l'usage de pesticides. Les travaux traitant de l'effet des principales matières actives homologuées ou utilisées par les agriculteurs sur la disponibilité des catégories trophiques des auxiliaires et leur diversité restent fragmentaires. Sur le terrain, beaucoup d'agriculteurs appliquent de la lambda-cyhalothrine et du spinosad pour lutter contre différents types de ravageurs principalement des hémiptères affectant leurs cultures, sans tenir compte de la période d'activité des ennemis bénéfiques. Dans ce travail, nous nous sommes posés la question de savoir quel était l'impact de ces deux insecticides appliqués à leurs doses homologuées et aux demi-doses sur les différents assemblages trophiques des arthropodes bénéfiques pendant une courte période d'exposition.

MATERIEL ET METHODES

Caractérisation de la région d'étude

La Mitidja, région à vocation agricole, est la plus vaste plaine sub-littorale d'Algérie. Elle s'étend sur 140 000 hectares, s'étirant sur une centaine de kilomètres de long, et 5 à 20 kilomètres de large. Elle se caractérise par un climat méditerranéen de type sub-humide à hiver doux, pour lequel les précipitations mensuelles varient entre 600 et 900 mm en fonction de la localisation géographique et l'altitude. Les basses températures sont enregistrées en janvier et décembre et les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. Globalement, de 1995 à 2010, les périodes sèche et humide s'étalent respectivement sur 5 mois de mai à septembre, et sur 7 mois d'octobre à avril.

Présentation des parcelles cultivées étudiées

Les essais de l'impact des traitements insecticides sur l'entomofaune des ennemis naturels bénéfiques ont été réalisés en 2010 dans deux agrosystèmes : l'un comprend une parcelle maraichère (tomates) cultivée en plein champ, l'autre un verger d'orangers.

Le verger d'orangers de la variété Thompson, greffée sur Bigaradier, se trouve dans une exploitation privée d'une superficie de 10 ha située à 11 Km à l'ouest de la commune d'Oued El Alleug (Blida, sub-littoral central). Il est limité au nord, à l'est et à l'ouest par d'autres vergers d'agrumes séparés par des cyprès. Les arbres sont plantés sur une distance de 6 mètres entre les rangs. Aucun travail d'entretien cultural ou de protection phytosanitaire n'a été effectué pendant la période des essais.

La parcelle de tomates étudiée (variété Escudero F1 HMX 3823), s'étalant sur 5 ha de superficie est située à 7 Km au Nord de Boufarik (Blida, sublittoral central) et appartient à un agriculteur privé. Elle est limitée au nord par des parcelles en jachère, au sud et à l'ouest par une route (Ben Chabane - Ben Hamdani), à l'est par un verger de pommier. Elle est entourée au nord, au sud et à l'est par des haies brise-vent constituées de cyprès. Aucun entretien n'a été effectué pendant la période de l'étude.

Présentation du dispositif expérimental

Dans chaque culture, les différents tests de traitements à base des deux matières actives ont été réalisés au niveau de 5 micro-parcelles ou unités incluant 30 plants et 8 arbres distants de 5 mètres chacun (tableau I). Les solutions de traitements insecticides utilisées (L : lambda-cyhalothrine, T : spinosad, D : dose, DD : demi-dose) ont été pulvérisées par le moyen d'un pulvérisateur manuel à la dose homologuée et à la demi dose dans chaque unité et comparées à un témoin (tém).

La lambda-cyhalothrine est un insecticide polyvalent, appartenant à la famille des pyréthrinoïdes de synthèse et agissant par contact et ingestion. Il est formulé en liquide à 50 g/l, à une dose d'emploi de 60 ml/hl. Le spinosad est composé de deux toxines A et B, de formule chimique $C_{41}H_{65}NO_{10}$ et $C_{42}H_{67}NO_{10}$ respectivement, formulé en suspension concentrée (SC) à 480 g/l, à une dose d'emploi de 0,2 l/ha. Il agit par contact et ingestion.

Tableau I : Dispositif des traitements réalisés dans les parcelles d'études (*Device of treatments carried out in study plots*).

	Dates d'application	Période d'échantillonnage	Modalités
Parcelle de Tomates	17 / 06 / 2010	Du 18 juin au 4 juillet 2010	1 : DL, 2 : DDL, 3 : DT, 4 : DDT, 5 : témoin (eau)
Verger d'Orangers	20 / 09 / 2010	De 21 septembre 2010 au 05 octobre 2010	1 : DL, 2 : DDL, 3 : DT, 4 : DDT, 5 : témoin (eau)

Echantillonnage des taxons

Nous avons adopté la méthode de contrôle visuel proposée par Baggiolini (1965) pour le dénombrement des arthropodes auxiliaires présents sur les organes végétatifs des orangers et plants de tomates. Les prélèvements ont été réalisés sur quatre arbres/plants, sélectionnés au hasard dans chaque unité à raison de 4 feuilles par arbre/plant. Des observations complémentaires sont faites au niveau des fleurs pour estimer la disponibilité des abeilles.

Nous avons utilisé également des bacs jaunes remplis aux deux tiers de leur hauteur d'eau savonneuse à raison de quatre bacs disposés en carré au sein de chaque unité. L'eau des pièges est renouvelée après chaque prélèvement. Les collectes et observations sont effectuées une fois tous les deux jours, après application des différents traitements et sur une période de 15 jours. Les échantillons ramenés au laboratoire sont par la suite observés sous la loupe binoculaire, pour identifier puis trier les arthropodes capturés selon leur appartenance taxonomique.

Analyse des données

Evaluation de la toxicité des deux matières actives

L'évaluation de l'effet toxique des traitements insecticides testés a été estimée par le pourcentage des populations résiduelles chez les Coccinellidae aphidiphages et les Apidae, exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes dans les lots traités sur le nombre de formes vivantes dans les lots témoins. Les valeurs obtenues des pourcentages de populations résiduelles (PR) nous renseignent sur le degré de toxicité de la substance active (inférieur à 30 %, supérieur à 60 % ou compris entre 30 et 60 %) pour une toxicité élevée, neutre ou moyenne respectivement. Nous avons adopté le modèle linéaire généralisé (Generalised Linear Model ou GLM) à l'aide du logiciel (SYSTAT vers. 12, SPSS

2009) afin d'évaluer le poids des facteurs (Temps, dose et traitement) agissant sur des variables de réponse que l'on veut analyser (abondance des populations résiduelles des arthropodes auxiliaires capturés Coccinellidae aphidiphages et Apidae).

ANOSIM (analyse des similitudes) (PAST vers. 1.9)

Nous avons testé la similarité globale entre deux types de traitement (spinosad et lambda-cyhalothrine) pour chacune des deux doses testées durant 16 jours d'exposition, par une ANOSIM (ANalysis Of SIMilitudes, past, vers. 1.9). L'indice de Bray Curtis a été utilisé comme mesure de similitude et la probabilité associée calculée à partir de 10000 permutations. La significativité des différences d'abondances entomofauniques entre les deux traitements différents a été testée en utilisant la méthode des Bootstrap. La contribution de chaque taxon aux différences de composition des groupes de chaque type de traitement a été calculée à l'aide du programme SIMPER (SIMilarity PERcentage, past, vers. 1.9). SIMPER est une méthode simple pour évaluer les taxons qui sont principalement responsables d'une différence observée entre les groupes d'échantillons. La mesure de similarité de Bray-Curtis a été utilisée.

RESULTATS

Evaluation comparative de la toxicité des deux pesticides sur les populations d'insectes bénéfiques au niveau des deux cultures

L'évaluation de la toxicité des deux substances actives étudiées (Tx : effet toxique, pourcentage des PR inférieur à 30 %, MTx : effet moyennement toxique, pourcentage des PR compris entre 30 et 60 %, NT : effet neutre, pourcentage des PR supérieur à 60 %) sur l'arthropodo-faune de la tomate et de l'oranger, est donné dans le tableau II.

Tableau II : Évaluation temporelle de la toxicité de deux substances actives sur les populations résiduelles de Coccinellidae aphidiphages et d'Apidae dans deux cultures en Algérie (*Temporal evaluation of both active substances toxicity on the residual populations of Coccinellidae aphid predators and Apidae on the studied crops*).

Culture	Organisme cible	Toxicité	Lambda-cyhalothrine		Spinosad	
			Effet dose	Effet Demi dose	Effet dose	Effet Demi dose
Tomate	Coccinellidae aphidiphages	Tx	1 ^{er} - 16 ^{ème} j	1 ^{er} - 16 ^{ème} j	-	-
		MTx	-	-	1 ^{er} - 9 ^{ème} j	-
		NT	-	-	10 ^{ème} - 16 ^{ème} j	1 ^{er} - 16 ^{ème} j
	Apidae	Tx	1 ^{er} - 15 ^{ème} j	1 ^{er} au 10 ^{ème} j	1 ^{er} au 9 ^{ème} j	1 ^{er} j
		MTx	16 ^{ème} j	11 ^{ème} - 12 ^{ème} j	10 ^{ème} - 12 ^{ème} j	2 ^{ème} - 5 ^{ème} j et 8 ^{ème} j
		NT	-	13 ^{ème} - 16 ^{ème} j	13 ^{ème} - 16 ^{ème} j	9 ^{ème} - 16 ^{ème} j
Oranger	Coccinellidae aphidiphages	Tx	1 ^{er} - 16 ^{ème} j	1 ^{er} - 15 ^{ème} j	-	-
		MTx	-	13 ^{ème} et 16 ^{ème} j	Le 3 ^{ème} , 4 ^{ème} , et 11 ^{ème} j	-
		NT	-	-	Le 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 5 ^{ème} j - 10 ^{ème} et 12 ^{ème} - 16 ^{ème} j	1 ^{er} - 16 ^{ème} j

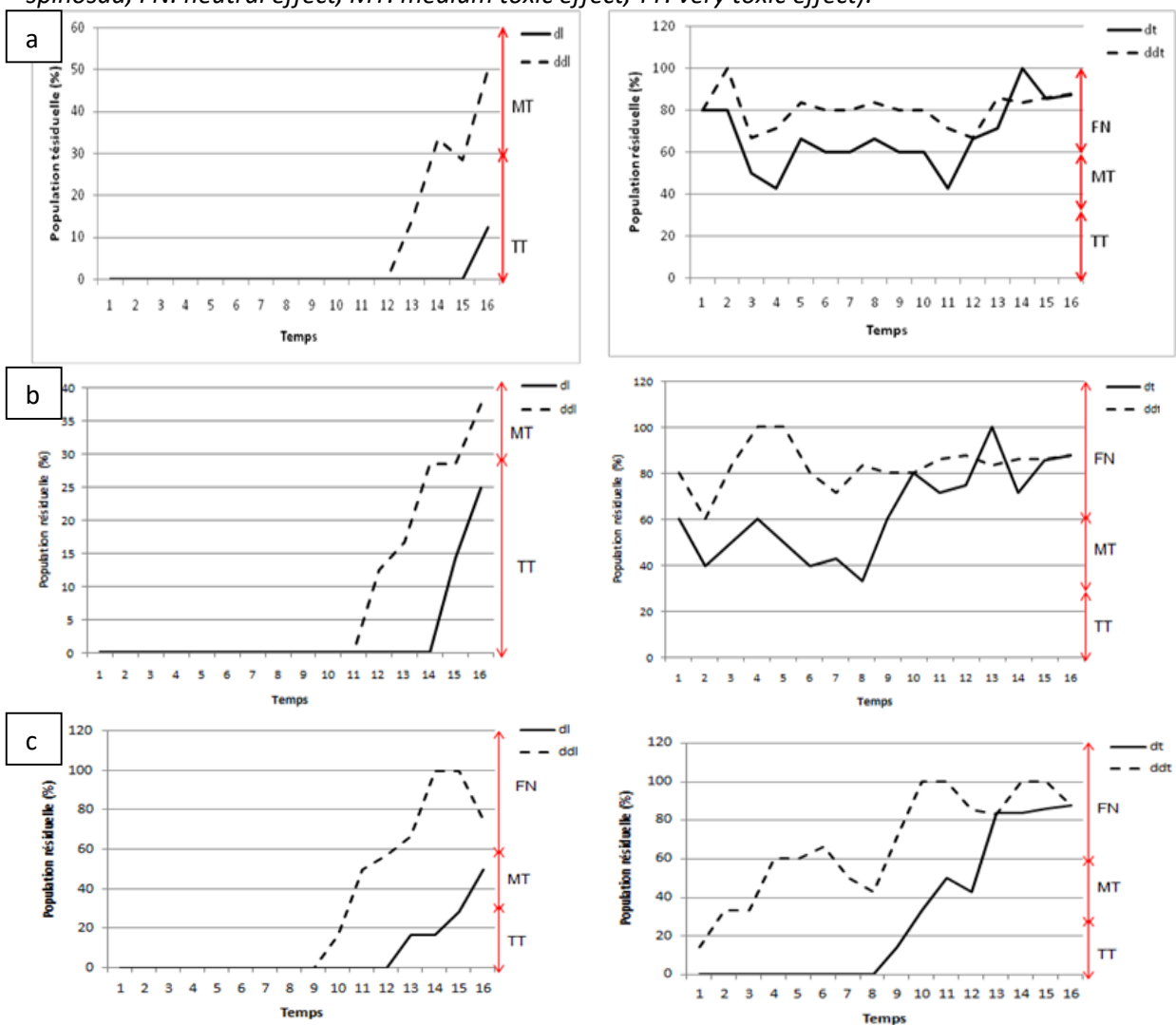
Au niveau de la parcelle de tomates

Les abondances des populations résiduelles varient selon la dose d'application et le temps d'exposition. L'analyse de la variance montre une différence significative des abondances résiduelles des coccinelles aphidiphages sous l'effet temporel de la lambda-cyhalothrine ($P = 0,002 < 5 \%$), et

sous l'effet de la dose de cette substance active ($P = 0,030 > 1 \%$). Par contre après l'application du spinosad, les abondances résiduelles des coccinelles aphidiphages varient significativement par rapport à la dose ($P = 0,002 < 5 \%$), mais non par rapport au temps. La lambda-cyhalothrine a un effet toxique sur les populations résiduelles des coccinelles pendant les 15 jours d'exposition. Alors que le spinosad a un effet toxique au 2^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} jour après application, et un effet moyennement toxique pendant la deuxième semaine.

Figure 1 : Evaluation de la toxicité de la substance active et des doses sur les populations résiduelles des Coccinellidae aphidiphages sur orangers (a) et tomates(b) et sur les populations résiduelles des abeilles sur tomates (c) en Algérie (dl: dose lambda-cyhalothrine, ddl: demi-dose lambda-cyhalothrine, dt: dose spinosad, ddt: demi-dose spinosad, FN: effet neutre, MT: effet moyennement toxique, TT : effet très toxique).

(Evaluation of the toxicity of the active substance and doses on the residual populations of Coccinellidae aphidiphages on orange (a) and tomato (b) and residual populations of bees on tomato (c) (dl: lambda-cyhalothrin dose, ddl: Half-dose lambda-cyhalothrin, dt: dose spinosad, ddt: half dose spinosad, FN: neutral effect, MT: medium toxic effect, TT: very toxic effect).



L'analyse de la variance montre une différence significative entre les abondances résiduelles des abeilles après exposition à la lambda-cyhalothrine par rapport au temps ($P = 0,028 < 5 \%$) et par rapport à la dose ($P = 0,010 > 1 \%$). Les variations des abondances résiduelles présentent une différence hautement significative par rapport au temps et par rapport à la dose du spinosad. L'étude comparative des deux produits à l'aide du test de Dunnett, montre que la lambda-cyhalothrine a un effet toxique sur les populations résiduelles des abeilles les 11 premier jours, et un

effet moyennement toxique les quatre derniers jours. Cependant, le spinosad a un effet toxique les 8 premiers jours, un effet moyennement toxique le 9^{ème} jour, et un effet neutre les 7 derniers jours.

Au niveau du verger d'orangers

L'analyse de la variance montre une différence non significative des abondances résiduelles des coccinelles aphidiphages sous l'effet de la dose homologuée de lambda-cyhalothrine ($P = 0,053 > 5\%$) et par rapport au temps ($P = 0,146 > 5\%$). En revanche, sous l'effet du spinosad, les abondances résiduelles sont significativement différentes dans le temps ($P = 0,055 > 5\%$), et par rapport aux doses de traitement ($P = 0,001 = 1\%$).

Différences comparées de la composition des communautés entomofauniques bénéfiques exposées aux traitements utilisés.

L'analyse de similarité à un seul facteur montre dans presque la totalité des cas des différences très hautement significatives entre deux catégories de traitements accompagnés des doses et des demi doses ($P < 0,0001$) et entre chaque groupe de traitement et les témoins. Ces différences peuvent être dues à une variabilité des abondances relatives des différents taxons ou dans la composition spécifique des communautés.

En prenant en compte chaque facteur séparément, l'analyse de similarité à deux voies ANOSIM réalisée entre deux groupes de traitements différents, montre une différence hautement significative entre les substances actives (facteur traitement, $R = 0,74$, $P < 0,0001$), et entre les doses (facteur dose, $R = 0,50$, $P < 0,0001$).

Les floricoles [*Andrena* sp., *Vespa vulgaris* (L.) et *Lasioglossum* sp.], les prédateurs (les Gnaphosidae, les Thomisidae, *Leptyphantes* sp., *Calosoma* sp., *Scymnus* sp., les Chrysopidae et *Macrolophus* sp.), ainsi que les parasitoïdes (Tachinidae, Bethylidae, *Aphidius* sp.) contribuent avec de faibles pourcentages aux différences de composition entre l'assemblage de la demi-dose de la lambda-cyhalothrine et celui de la demi-dose du spinosad.

DISCUSSION

La recolonisation des ravageurs à la fin de la deuxième semaine, nous permet d'émettre l'hypothèse que les insecticides sont susceptibles de sélectionner des individus potentiellement résistants au sein de la population traitée. Harrington *et al.* (1989), ont observé qu'une pulvérisation avec des pyréthrinoides, engendre également une augmentation rapide du nombre d'individus résistants dans les populations de pucerons.

La lambda-cyhalothrine montre un effet toxique en dose et demi-dose sur les populations des abeilles, alors que le spinosad montre un effet toxique en dose homologuée et un effet neutre en demi-dose. La toxicité est bien visible durant la première semaine pour la dose des deux substances actives et la demi-dose de lambda-cyhalothrine. Cependant, la deuxième semaine est caractérisée par une reprise de l'activité biotique qui est en relation avec l'augmentation du nombre des individus cette reprise est faible sous l'effet de la dose de lambda-cyhalothrine.

Les pyréthrinoides de synthèse agissent en général à très faibles doses et sont très toxiques pour les abeilles quand elles sont exposées à une pulvérisation directe, à une dérive du pesticide ou à ses résidus sur la végétation. Le gradient de toxicité va de la dose de lambda-cyhalothrine, suivi par la dose de spinosad, puis la demi-dose de lambda-cyhalothrine et enfin la demi-dose de spinosad qui a un effet faible.

L'étude temporelle de la toxicité du spinosad sur les Coccinellidae aphidiphages montre que la dose a un effet moyennement toxique durant la première semaine et un effet neutre la deuxième semaine après application du produit testé. D'après Miles et Dutton (2000), ce biopesticide est compatible avec les coccinelles *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) et *Coccinella septempunctata* (L.) en

raison de leur tolérance à cette substance active. Contrairement au spinosad, la lambda-cyhalothrine montre un effet toxique sur les Coccinellidae quelle que soit la dose, et ce durant toute la période d'exposition. Nous pensons que la toxicité élevée de la demi-dose de lambda-cyhalothrine est due à la deuxième exposition des Coccinelles au produit par l'ingestion de proies contaminées. En effet, la consommation de proies contaminées avec un produit chimique peut générer différents niveaux de mortalité du prédateur dépendant de la dose appliquée.

Les espèces phytophages et leurs auxiliaires n'ont pas les mêmes sensibilités vis-à-vis des produits de traitement phytosanitaire. Le retard d'apparition des auxiliaires dans les parcelles traitées peut s'expliquer par les trois types d'action : effet répulsif éventuel de l'insecticide, action du produit sur l'hôte et action du produit sur l'auxiliaire. Les taxons de l'arthropodo-faune utile réagissent différemment quand ils sont exposés respectivement à la dose et à la demi dose de la lambda-cyhalothrine et au spinosad. Cette différence est due à la variation de sensibilité des espèces vis-à-vis des matières actives ainsi que de la dose appliquée, de la durée d'exposition, du spectre d'activité et de la rémanence des produits. La toxicité observée est aussi liée probablement à la formulation de l'insecticide utilisé. Les adjuvants incorporés avec la formulation concentrée émulsionnable se montrent plus toxiques que d'autres formulations à disperser dans l'eau comme les granulés ou les suspensions concentrées (Longley et Stark, 1996). Les plus faibles différences de contribution des différents taxons sont enregistrées entre l'assemblage de la dose et demi-dose du spinosad, alors que la différence de contribution la plus élevée est enregistrée entre les autres assemblages. On peut conclure que le spectre d'activité du spinosad est étroit par rapport à celui de la lambda-cyhalothrine, notamment à la demi-dose.

Le spinosad provoque une surexcitation au niveau du système nerveux des insectes où il conduit à d'involontaires contractions musculaires, des tremblements de prostration, et enfin la paralysie due à ses effets sur les canaux ioniques GABA-dépendants (Salgado, 1998). Les prédateurs tels que les Araneae, les coccinellidae, *Empis* sp., la fourmi *Cataglyphis bicolor* (F.), *Macrolophus* sp., ont montré une sensibilité élevée au lambda-cyhalothrine à la dose homologuée, par rapport au spinosad. La demi-dose de lambda-cyhalothrine et le spinosad montrent un effet neutre sur les Araneae. Une sensibilité a été observée chez les coccinelles vis-à-vis de la demi-dose de lambda-cyhalothrine. Les Chrysopidae montrent une sensibilité aux deux doses des deux produits. Bozsik (2009) a observé un taux de mortalité élevé lors de l'exposition de trois espèces de Chrysopidae à la lambda-cyhalothrine (39,4 % pour *Chrysopa carnea* (Stephens), 98,8 % pour *C. perla* (L.), et 92,0 % pour *C. formosa* (Brauer). Cisneros *et al.*, (2002), observent une augmentation de la mortalité de *C. carnea* de façon significative selon la concentration du spinosad. L'effet direct de la lambda-cyhalothrine sur les Araneae et les carabes a été confirmé par Epstein *et al.* (2000) qui ont signalé que les champs pulvérisés avec la lambda-cyhalothrine ont souvent des populations d'araignées qui présentent une forte sensibilité à cet insecticide. La diminution des populations des Aranea sous l'effet des pesticides agit en conséquence sur la capacité de prédation des survivants (Greenstone, 1999; Sunderland, 1999).

Le groupe trophique des parasites et des floricoles tels que les Tachinidae, les Bethyridae, *Aphidius* sp., *Oxytelus* sp., *Apis mellifera* (L.), les Halictidae, *Vespula vulgaris* (L.), les Trichogrammatidae, les Chalcidae, les Braconidae, les Ichneumonidae ont montré une sensibilité élevée à la lambda-cyhalothrine et au spinosad en dose et en demi-dose. Ce sont des groupes plus fragiles vis à vis des produits chimiques. Plusieurs parasites montrent une sensibilité au spinosad. Schneider *et al.* (2002) et Williams *et al.* (2005) ont signalé une diminution de l'émergence des adultes et de la longévité de l'endoparasitoïde *Hyposoter didymator* (Thunberg) traité avec le spinosad. Miles et Dutton (2000) et Tillman et Mulrone (2000) considèrent le spinosad comme hautement toxique pour les hyménoptères parasitoïdes dans les serres ainsi que pour les coccinelles. L'action directe de l'insecticide sur l'activité des parasites est possible dans plusieurs circonstances. Les adultes sont exposés au produit pulvérisé et aux résidus sur le feuillage ou dans la nourriture contaminée (nectars, pollens, exsudats foliaires ou miellats excrétés par les Hémiptères). Les stades immatures de parasitoïdes sont protégés pendant le stade momie mais leurs hôtes peuvent être tués. Delorme (1997) a mis en évidence que les facteurs de toxicité les plus importants sont d'une part l'action sur les pucerons,

dont la mort entraîne celle de la larve parasite et d'autre part la persistance d'action des résidus présents sur les momies et le feuillage, qui vont demeurer toxiques sur les adultes émergents durant les jours suivant le traitement.

CONCLUSION

Comme tous les insecticides chimiques, la lambda-cyhalothrine a un effet négatif sur l'entomofaune non cible, mais avec des degrés variables selon l'espèce et la dose d'application. Les parasites et les floricoles sont les plus sensibles, suivis par les prédateurs. La demi-dose de cette substance active a montré un effet toxique sur la faune utile, mais avec des degrés faibles comparé à la dose homologuée. Le spinosad a montré son innocuité vis-à-vis de la plupart des prédateurs, les Chrysopidae font exception. La demi-dose des deux produits montre une efficacité de protection inférieure à celle de la dose complète.

BIBLIOGRAPHIE

Baggiolini M., 1965 - Méthode de contrôle visuel des infestations d'arthropodes ravageurs du pommier. *Entomophaga*, 10, 3, 221–229.

Bozsik A., 2009 - Response of various lacewing species (Neuroptera: Chrysopidae) to some pyrethroid insecticides. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*, XIV, 2009.

Bouziani, M., 2007 - L'usage immodéré des pesticides : De graves conséquences sanitaires. Article de presse, www.lequotidien-oran.com.

Cisneros J., Goulson D., Derwent L.C., Penagos D.I., Hernandez O., Williams T., 2002 - Toxic Effects of Spinosad on Predatory Insects. *Biological Control*, 23, 156–163.

Delorme R., 1997 – Pucerons et insecticides : Prévision et gestion des résistances. Cultures légumières, numéro hors série : environnement, Paris, 11-15.

Epstein D.L., Zack R.S., Brunner J.F., Gut L, Brown J.J., 2001 - Ground Beetle Activity in Apple Orchards under Reduced Pesticide Management Regimes. *Biological Control*, 21, 97-104.

Greenstone M. H. 1999 - Spider predation: How and why we study it. *Journal of Arachnology*, 27, 333–342.

Harrington R., Bartlett E., Riley D.K., French-constant R.H., Clark S.J., 1989 – Resurgence of insecticide resistance *Myzus persicae* on potatoes treated repeatedly with cypermethrin and mineral oil. *Crop Protection*, 8, 340-348.

Longley, M. J. Stark D. 1996. Analytical techniques for quantifying direct, residual, and oral exposure of an insect parasitoid to an organophosphate insecticide. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57: 683-690.

Miles M., Dutton R. 2000 - Spinosad – a naturally derived insect control agent with potential for use in integrated pest management systems in greenhouses: 339–344. In: proceedings of the BCPC Conference – Pests and Diseases. 13–16 November, Brighton, UK.

Nauen R., 2006 - Insecticide mode of action: return of the ryanodine receptor. *Pest Management Sciences*, 62, 690–692

Pope C., Karanth S., Liu J., 2005 - Pharmacology and toxicology of cholinesterase inhibitors: uses and misuses of a common mechanism of action. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 433-446.

Salgado V.L., 1998 - Studies on the Mode of Action of Spinosad: Insect Symptoms and Physiological Correlates. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 60, (2), 91-102.

Schneider M.V., Beukeboom L.W., Driessen G., Lapchin L., Bernstein C., Van Alphen J.J.M. 2002 - Geographical distribution and genetic relatedness of sympatrical thelytokous and arrhenotokous populations of the parasitoid *Venturia canescens* (Hymenoptera). *Journal of Evolutionary Biology*, 15, 191-200.

Soderlund D.M., Bloomquist J.R., 1989 - Neurotoxic Actions of Pyrethroid Insecticides. *Annual Review of Entomology*, Vol. 34: 77-96.

Sunderland K. D., Samu, F. 2000 - Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders, with reference to spatial scale: A review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95, 1–13.

Tillman P.G., Mulrooney J.E. 2000 - Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology*, 93, 1638–1643.

Thakore Y., 2006 - The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*, 2(3), 194-208.

Williams M. J., Ando I., Hultmark D., 2005 - *Drosophila melanogaster* Rac2 is necessary for a proper cellular immune response. *Genes Cells*, 10, 813-23.