

**AFPP – 11<sup>e</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE  
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**EFFETS DES INSECTICIDES DIAMIDES SUR LES ENNEMIS NATURELS DU MAÏS : SYNTHÈSE DE  
QUATRE ANNÉES D'ÉTUDES**

R. ROUZES <sup>(1)</sup>, D. PINSON <sup>(2)</sup> et L. BARBALONGA <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Entomo-Remedium, 35 Avenue du chêne vert, 33550 Paillet, France. [contact@entomo-remedium.com](mailto:contact@entomo-remedium.com)

<sup>(2)</sup> DuPont Solutions (France) SAS, 22 Rue Brunel, 75017 Paris, France. [david.pinson@dupont.com](mailto:david.pinson@dupont.com) et [lionel.barbalonga-2@dupont.com](mailto:lionel.barbalonga-2@dupont.com)

### **RÉSUMÉ**

Les ennemis naturels participent à la régulation des insectes ravageurs dans les agrosystèmes. Toutefois, l'application d'insecticides à large spectre peut compromettre ce mécanisme. Les stratégies incluant l'utilisation d'insecticides sélectifs, tel que le chlorantraniliprole, conservent ces communautés tout en contrôlant les populations de ravageurs. De 2013 à 2016, huit études d'impact de traitements insecticides sur maïs ont été conduites dans le Sud-Ouest et dans l'Est de la France, permettant d'affiner des méthodologies d'échantillonnages et de souligner des auxiliaires clefs associés aux ravageurs.

Mots-clés : auxiliaires, échantillonnage, maïs, ravageur, Anthocoridae.

### **ABSTRACT**

#### **EFFECTS OF DIAMID INSECTICIDES ON THE NATURAL ENEMIES OF CORN: SYNTHESIS OF FOUR YEARS OF STUDY**

Natural enemies participate to the regulation of insect pest densities in agrosystems. However, the application of broad-spectrum insecticides may compromise this mechanism. Strategies that include the use of selective insecticides, such as chlorantraniliprole, preserve these communities while controlling pest populations. From 2013 to 2016, eight maize insecticidal impact studies were conducted in south-western and eastern France, allowing to precise ? sampling methodologies and to underline key pest-related beneficials.

Keywords: beneficials, sampling, corn, pest, Anthocoridae.

### **INTRODUCTION**

Les ennemis naturels, notamment les prédateurs généralistes tel que les araignées, sont présents dans tous les agrosystèmes et jouent un rôle clef dans la réduction de nombreuses populations de ravageurs (Sunderland *et al.*, 1997 ; Symondson *et al.*, 2002). Les prédateurs spécifiques incluant les Anthocoridae, les Coccinellidae et les Carabidae ont aussi un impact sur les phytophages (Glen, 1977 ; Andow et Risch, 1985 ; Corey *et al.*, 1988, Sunderland, 2002 ; Symondson *et al.*, 2002 ; Musser et Shelton, 2003) et peuvent maintenir les ravageurs en-dessous de leur seuil de nuisibilité économique (Hutchinson et Pitre, 1983 ; Kilpatrick *et al.*, 2005). Gurr *et al.* (2012) ont établi qu'une communauté de prédateurs diversifiée était plus efficace dans la réduction de phytophages qu'une communauté uniforme ; dans une communauté riche et diversifiée, différentes cohortes de prédateurs occupent différents micro-habitats au sein de la canopée de la plante, ou à la surface du sol et consomment différentes espèces de différentes tailles et différents stades de proies.

L'application d'insecticides à large spectre fait chuter la richesse spécifique des prédateurs dans les agrosystèmes, notamment dans le maïs (Andow, 1992 ; Musser et Shelton, 2003). Dans certains cas, cela peut, par la suite, contribuer à l'émergence de ravageurs secondaires (Dutcher *et al.*, 2007). En effet, ces insecticides déstabilisent grandement et réduisent drastiquement l'entière communauté des arthropodes. Lorsque de nouveaux ravageurs pullulent, suite aux traitements, le peu de prédateurs présents ne sont plus capables de contrôler leur population. Leur relative lenteur à la recolonisation et leur faible taux de reproduction amplifient ce phénomène.

L'utilisation d'insecticides sélectifs qui préservent les communautés d'ennemis naturels dans les agrosystèmes font désormais partie des programmes de protection biologique intégrée (PBI). Ces molécules permettent non seulement un meilleur contrôle des principaux ravageurs mais aussi l'économie de traitements insecticides supplémentaires en évitant l'émergence de ravageurs secondaires (Musser et Shelton, 2003).

Les diamides appartiennent à un groupe relativement récent d'insecticides au mode d'action unique, touchant exclusivement les invertébrés (Cordova *et al.*, 2006). Ils agissent sur les récepteurs à ryanodine (RyR – Goupe IRAC 28), libérant le calcium stocké dans les fibres musculaires, perturbant la régulation de la contraction musculaire et entraînent rapidement la paralysie et la mort des insectes sensibles (Lahm *et al.*, 2009). En 2002, DuPont (E.I. du Pont de Nemours & Cie, 1007 Market Street, Wilmington, DE) a introduit sur le marché le chlorantraniliprole. Son mode d'action par ingestion et par contact a montré une forte efficacité contre les Lépidoptères, notamment la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Kuhar et Doughy, 2016) ainsi qu'un impact minime sur les arthropodes prédateurs du soja (Whalen *et al.*, 2016).

Le maïs (*Zea mays* L.) est attaqué en France par un complexe de ravageurs, mais les plus importants appartiennent à l'ordre des lépidoptères. On trouve des espèces foreuses comme la pyrale du maïs (*Onubilalis*) et la sésamie [*Sesamia nonagrioides* (Lefebvre)] et une espèce s'attaquant aux soies : l'héliothis [*Helicoverpa armigera* (Hübner)]. La pyrale et la sésamie sont les espèces responsables de la plus grande perte de rendement (Krattiger, 1997). Actuellement en France la lutte contre la pyrale du maïs concerne plus de 400 000 ha en 2016 soit 12 % des surfaces françaises en maïs. Les principaux moyens de lutte utilisés contre cette espèce en 2016 sont : le chlorantraniliprole (46 %), les pyréthrinoides (37 %) et les trichogrammes (16 %).

En France, peu ou pas de données existent sur l'impact des insecticides diamides sur les ennemis naturels du maïs. De 2013 à 2016, huit études d'impact insecticide sur maïs ont été menées dans le Sud-Ouest et l'Est de la France.

Les objectifs principaux de ces études ont été de :

- Comparer l'effet d'une application insecticide à base de chlorantraniliprole avec l'application d'un insecticide large spectre et avec un témoin non traité sur la communauté des ennemis naturels.
- Mettre au point une méthodologie de terrain permettant l'amélioration de l'échantillonnage de l'entomofaune du maïs dans les études de type impact de traitements insecticides.

Cette communication résume les principales informations issues de ces travaux.

## MATERIEL ET MÉTHODES

**METHODES CULTURALES.** Le maïs a été planté selon les méthodes culturales classiques faisant intervenir fertilisants et herbicides homologués en pré-levée puis en post-levée. L'espacement des rangs était de 75 cm pour une densité de 80 000 à 95 000 pieds/ ha.

**APPLICATION INSECTICIDE.** Les insecticides foliaires ont été appliqués selon leur dose homologuée sur le ravageur cible, la pyrale du maïs (*O. nubilalis*) :

- Chlorantraniliprole : 125 ml/ ha de produit commercial,
- Lambda-cyhalothrine : 0,2 L/ ha de produit commercial,
- Deltaméthrine : 0,2 l/ ha de produit commercial.

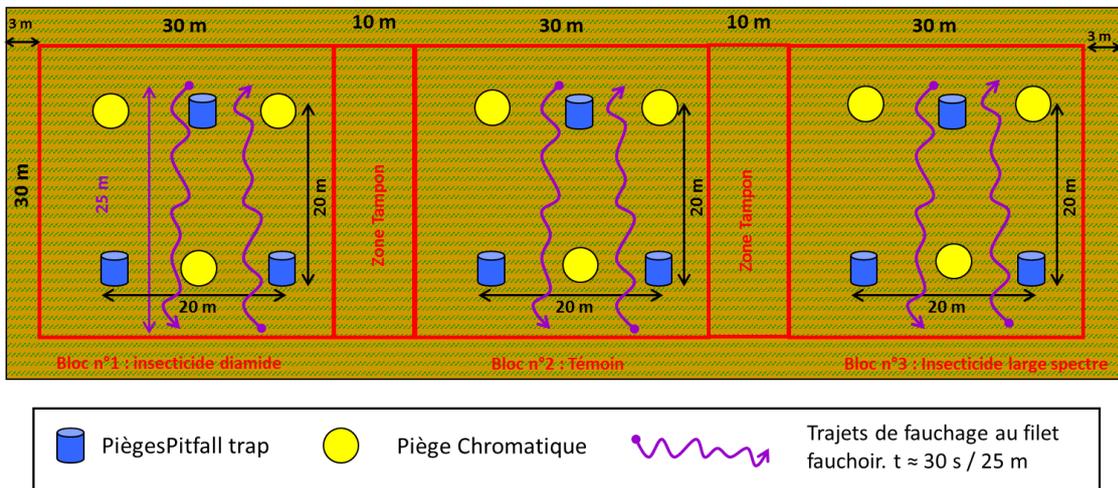
Les applications ont été réalisées avec les pulvérisateurs à rampe classique des agriculteurs, tractés ou automoteurs, avec des buses à jet plat simple ou double, pour des volumes de bouillie variant de 150 à 200 l/ha.

**DISPOSITIF EXPERIMENTAL.** Il a consisté en 3 blocs de 30 m de côté espacés entre eux d'une zone tampon de 10 m de longueur. Ces blocs correspondaient aux modalités : Bloc 1 = insecticide sélectif (Chlorantraniliprole), Bloc 2 = Témoin et Bloc 3 = insecticides à large spectre (Pyréthrinioïde). A l'intérieur de chacun d'entre eux, ont été effectués l'ensemble des prélèvements (Figure 1).

Le choix du placement du dispositif au sein des parcelles de maïs a respecté certaines règles :

- Les zones choisies pour l'étude devaient être indemnes d'autres traitements que les herbicides pour éviter un défaut de captures des populations d'auxiliaires,
- Afin de s'affranchir des artéfacts de diversité entomologique dus aux bordures paysagères (haie, fossé, bande enherbée, etc...) cette zone devait posséder un paysage le plus homogène possible,
- Les deux zones, où ont été réalisés les insecticides, ont été éloignées l'une de l'autre et séparées par la zone témoin et des zones tampons pour éviter que certaines parties reçoivent plusieurs molécules insecticides.

**Figure 1 :** Schéma du dispositif expérimental (Scheme of the experimental device)



**RECOLTE ET CONSERVATION DES ARTHROPODES.** Plusieurs types d'échantillonnage ont été réalisés à l'intérieur du dispositif expérimental, tout d'abord la mise en place de pièges et ensuite la récolte par filet fauchoir. Selon les années, les types de pièges mis en place ont évolué, seul l'échantillonnage au filet fauchoir est resté commun à l'ensemble des études (Tableau I).

Les pièges utilisés ont été de 2 sortes :

- des pièges physiques, type pitfall trap (fabrication à partir d'un pot 1000 ml réf. 349008 Dutscher et d'un filtre à café permanent réf Ibili n°2) placés au ras du sol, capturant les insectes et autres arthropodes vivant à la surface du sol,
- des pièges chromatiques jaunes, type cuvette utilisés pour capturer les méligèthes dans les champs de colza (KIT FLORA® jaune colza Signe Nature ) ou bien type plaques engluées 25 X 40 cm (BUG SCAN® jaune Biobest) placés à la hauteur des pieds de maïs pour la capture des insectes volants.

Les pièges ont été placés dans chaque bloc par 3 et disposés en quinconce, distants entre eux de 20 m pour optimiser les captures. Pour chaque étude ils ont été placés 1 semaine avant les traitements, puis prélevés et retirés quelques heures avant, pour être replacés ensuite 24 h après sur chaque bloc.

L'autre méthodologie utilisée, pour la récolte de la biodiversité, a été de frapper les pieds de maïs à l'aide d'un filet fauchoir (Entomophil réf. 1203). Sur chaque bloc, 2 lignes de maïs, situées au centre de de la zone d'échantillonnage, ont été fauchées sur une distance totale approximative de 50 m de long correspondant à 1 aller-retour (1 minute).

Chaque année, les échantillonnages ont été effectués au plus proche des traitements (périodes n'excédant pas les 48 h avant et après traitements) pour évaluer, au mieux, l'impact des différentes modalités sur l'entomofaune du maïs. Lors de certaines années, d'autres séquences de prélèvements supplémentaires ont été effectués à des périodes allant de 2 à 22 jours après traitements afin de regarder l'évolution de cette biodiversité fonctionnelle.

Pour les différents pièges, les arthropodes ont été récupérés et conservés dans un flacon à vis contenant une solution d'éthanol à 70 %. Pour les récoltes par filet fauchoir, à la fin de chaque fauchage, le filet contenant les arthropodes et les quelques débris de culture ont été détachés de son armature et fermés dans un sac plastique transparent 40 X 60 cm (réf. SP55A Raja), puis scellés rapidement par un lien rigide (réf. LIM15BLA Raja) pour éviter que certaines espèces ne s'échappent. Ce sac a été ensuite entreposé quelques heures au congélateur pour tuer les arthropodes. Les organismes capturés ont été ensuite récupérés et conservés comme précédemment. Chaque échantillon a ensuite été identifié au marqueur noir permanent par un code de référence (Un échantillon correspond à l'accumulation d'échantillonnages de mêmes types sur un bloc donné).

**Tableau I :** Description des zones expérimentales : localités, dates de début et de fin d'étude, types d'Insecticide Large Spectre (ILS), nombre de prélèvements et types d'échantillonnages, 2013 à 2016 [Description of experimental plots: localities, start and end dates, types of Broad Spectrum Insecticide (ILS), number of samples and types of sampling, 2013 to 2016].

Années	Localités	Début d'étude	Traitements (Date et ILS)	Fin d'étude	Nb de prélèvements	T0	T1	T2	T3	Types d'échantillonnages
2013	Vendée(85)	4/7	13/7 L-C*	22/7	2	12/7	22/7			Pitfall trap / Piège chrom. / Filet F.
2013	Lugos (33)	21/6	4/07 L-C	15/7	2	19/6	22/6			Pitfall trap / Piège chrom. / Filet F.
2014	Bouglon (47)	3/6	11/06 L-C	18/6	2	10/6	12/6			Pitfall trap / Piège chrom. / Filet F.
2014	Gée Rivière (32)	4/8	11/08 D*	17/8	2	10/8	12/8			Piège chrom. / Filet F.
2015	Bouglon (47)	3/6	5/6 L-C	18/6	4	3/6	5/6	8/6	23/6	Filet F.
2015	Polastron (32)	9/6	10/06 D	25/6	4	9/6	11/6	19/6	25/6	Filet F.
2015	Schnersheim (67)	10/6	18/6 L-C	2/7	4	17/6	23/6	26/6	29/6	Piège chrom. / Filet F.
2016	Quatzenheim (67)	14/6	27/6 L-C	21/7	4	23/6	29/6	7/7	21/7	Piège chrom. / Filet F.

\* L-C : lambda-cyhalothrine D : deltaméthrine

**IDENTIFICATION ET ANALYSE.** Les échantillons de chaque année ont été identifiés en classant les organismes capturés en différents taxons. Chaque taxon a été défini comme une entité conceptuelle censée regrouper tous les organismes vivants possédant en commun certaines caractéristiques taxonomiques bien définies telles qu'espèces, famille ou sous-famille. Lors des différentes études, sauf exception, c'est le degré taxonomique de la famille qui a été utilisé. Chaque organisme identifié a été rangé dans un groupe fonctionnel agronomique bien défini : auxiliaires, ravageurs et autres fonctions (taxons accidentels, saprophages etc...). Le groupe clef des auxiliaires a ensuite été découpé en grandes catégories en faisant apparaître les paramètres d'effectifs et de diversité afin de comparer les différentes modalités entre elles et mettre en évidence l'existence d'un impact insecticide.

Les évolutions de 2 auxiliaires prédateurs (les punaises Anthocoridae et les coléoptères Coccinellidae) ainsi que celle du puceron ravageur *Ropalosiphum padi* (Linnaeus) ont ensuite été observées en détail sur les études de 2015 et 2016.

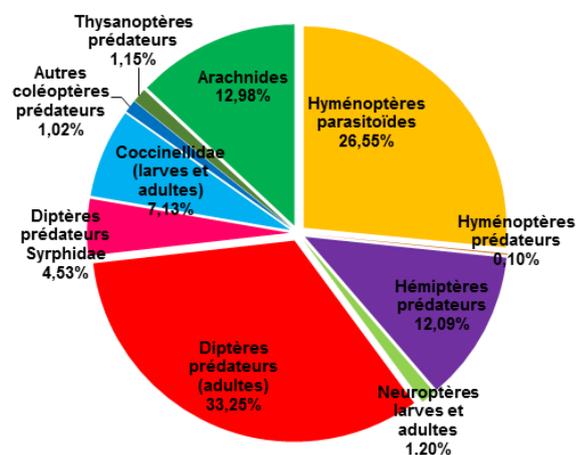
## RESULTATS

Pour plus de clarté, seuls les résultats concernant les captures par filet fauchoir seront présentés dans cette publication.

**IMPACTS INSECTICIDES SUR LA DIVERSITE DES AUXILIAIRES.** Les ennemis naturels ont été classés en 10 catégories : les hyménoptères parasitoïdes (incluant de nombreuses familles dont certaines intimement liées aux ravageurs du maïs : comme les Braconidae Aphidiinae spécifiques des pucerons), les hyménoptères prédateurs (essentiellement des guêpes solitaires sphéciformes mais également des guêpes vespoides), les hémiptères prédateurs (incluant différentes familles et sous familles de punaises : Anthocoridae, Geocorinae, Miridae et Nabidae), les neuroptères (Chrysopidae et Hemerobiidae), Les diptères prédateurs adultes (comportant les familles des Asilidae, Dolichopodidae, Empididae, Hybotidae et Muscidae), les diptères prédateurs larvaires (essentiellement les Syrphidae), Les Coccinellidae prédateurs (larves et adultes), les autres coléoptères prédateurs (Cantharidae, Carabidae, Melyridae, Staphylinidae, etc...), les thysanoptères prédateurs (Aeolothripidae) et les arachnides (araignées et opilions).

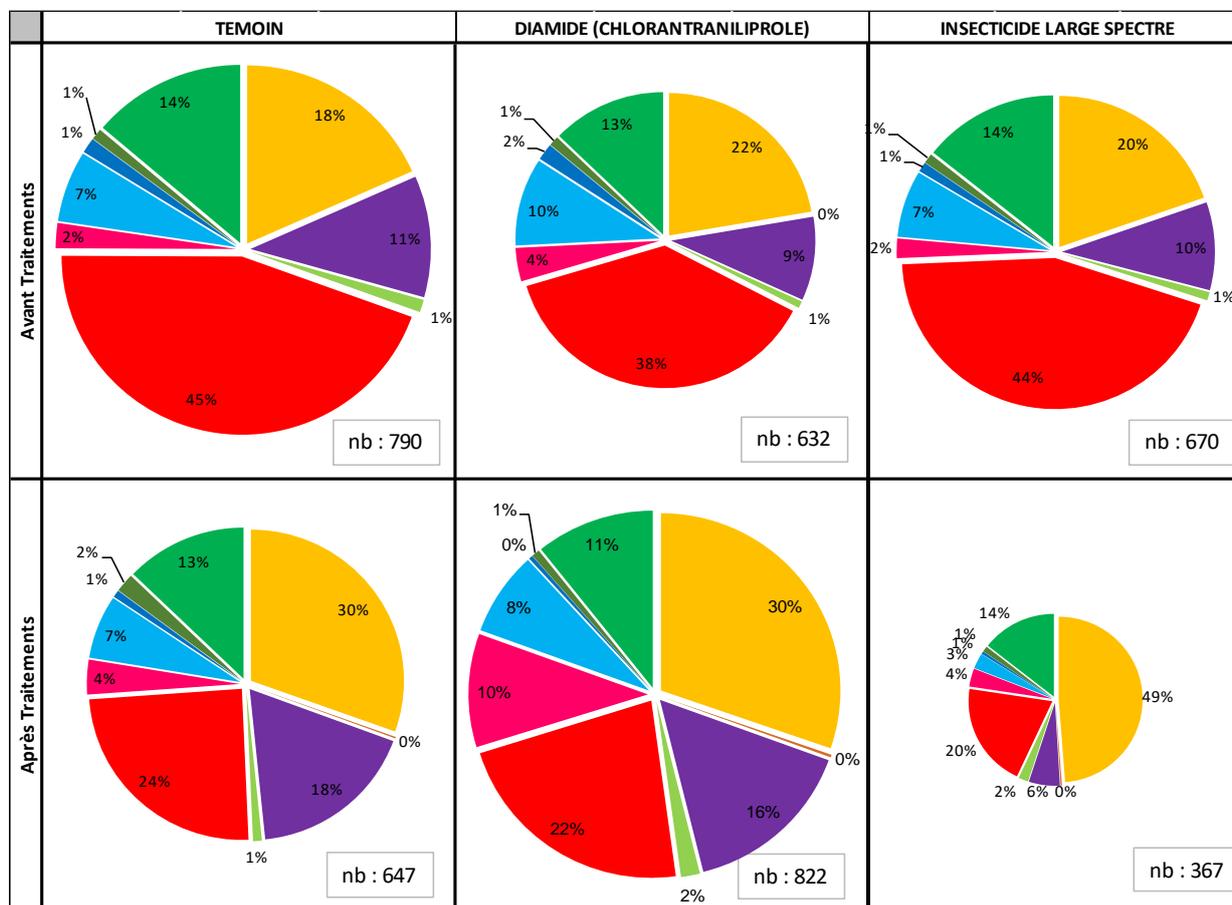
Au total, sur les 8 études, 3928 arthropodes auxiliaires ont été identifiés. Les catégories dominantes sont les diptères prédateurs adultes (33,25 %), les hyménoptères parasitoïdes (26,55 %), les arachnides (12,98 %) et les hémiptères prédateurs (12,09 %). Les autres catégories, excepté les Coccinellidae (7,13 %) et les Syrphidae (4,53 %), ne concernent que très peu d'individus (Figure 2).

**Figure 2 :** Répartition de la diversité des auxiliaires (accumulation des captures par filet fauchoir de 8 études), 2013 à 2016 [*Distribution of beneficials diversity (accumulation of catches by sweep net of 8 studies), 2013 to 2016*].



La répartition de la diversité des auxiliaires accumulés des 8 études de 2013 à 2016 avant traitement (Figure 3) est analogue concernant les 3 modalités Témoin (T), diamide (D) et Insecticide à Large Spectre (ILS). La hiérarchie établie auparavant est respectée avec la domination des mêmes catégories (Figure 2). Il existe tout de même une différence en termes d'effectifs totaux, mais elle reste minime (T : 790 individus ; D : 632 individus ; ILS : 670 individus). Après traitement, on observe des évolutions différentes concernant les effectifs de ces 3 modalités. Pour la modalité Diamide nous pouvons observer une augmentation des captures (nb : 822  $\nearrow$ 30 %) et une baisse pour les deux autres modalités. Pour la modalité Témoin, le nombre d'individus reste dans le même ordre de grandeur que les effectifs avant traitement des 3 modalités (T nb : 647  $\searrow$ 18 %), par contre, pour la modalité Insecticide Large Spectre, la perte d'effectif est beaucoup plus marquée (ILS nb : 367  $\searrow$ 45 %).

**Figure 3** : Evolution de la répartition de la diversité des auxiliaires pour les 3 modalités Témoin, Diamide et Insecticide Large Spectre (accumulation des captures par filet fauchoir de 8 études), 2013 à 2016 [Evolution of the distribution of the diversity of beneficials for the 3 modalities Control, Diamide and with broad spectrum Insecticide (accumulation of catches by sweep net of 8 studies), 2013 to 2016].



Lorsque l'on regarde en détail la répartition des différentes catégories avant et après traitement (Tableau II), on peut s'apercevoir que certains groupes suivent une évolution similaire pour les 3 modalités. C'est le cas des hyménoptères parasitoïdes qui augmentent dans chacun des cas ( T : ↗ 35 % ; D : ↗ 77 % ; ILS : ↗ 35 %) ou bien des diptères prédateurs adultes qui, au contraire, diminuent ( T : ↘ 55 % ; D : ↘ 23 % ; ILS : ↘ 75 %). L'augmentation d'effectif dans la modalité Diamide est en partie la cause d'une hausse importante des captures de Syrphidae alors que dans les autres blocs la population de cette catégorie est soit en augmentation pour le Témoin ou soit en légère baisse pour l'Insecticide Large Spectre ( T : ↗ 33 % ; D : ↗ 250 % ; ILS : ↘ 7 %). D'autres catégories semblent, toutefois, avoir été réellement impactées par le traitement large spectre. C'est le cas des hémiptères prédateurs, notamment les punaises Anthocoridae, qui augmentent significativement dans les modalités Témoin et Diamide mais chutent vertigineusement pour la modalité Insecticide Large Spectre ( T : ↗ 32 % ; D : ↗ 113 % ; ILS : ↘ 65%). On perçoit ce phénomène pour d'autres catégories comme pour les Coccinellidae ( T : ↘ 13 % ; D : → 0 % ; ILS : ↘ 77 %) et les arachnides ( T : ↘ 23 % ; D : ↗ 8 % ; ILS : ↘ 45 %).

**Tableau I** : Effectifs des différentes catégories d'auxiliaires avant et après traitements selon les différentes modalités T : Témoin, D : Diamide et ILS : Insecticide Large Spectre (accumulation des captures par filet fauchoir de 8 études), 2013 à 2016 [Different categories of beneficials before and after treatments according to the different modalities T: Control, D: diamide and ILS: Broad Spectrum Insecticide (accumulation of catches by sweep net of 8 studies), 2013 to 2016]

Catégories d'auxiliaires	Avant Traitements			Après Traitements		
	T	D	ILS	T	D	ILS
Hyménoptères parasitoïdes	145	141	132	197	249	179
Hyménoptères prédateurs	0	0	0	1	2	1
Hémiptères prédateurs	87	60	63	115	128	22
Neuroptères larves et adultes	9	5	6	6	14	7
Diptères prédateurs (adultes)	352	239	297	159	184	75
Diptères prédateurs <i>Syrphidae</i>	18	24	14	24	85	13
<i>Coccinellidae</i> (larves et adultes)	51	63	48	44	63	11
Autres coléoptères prédateurs	11	12	7	5	3	2
Thysanoptères prédateurs	8	7	7	13	6	4
Arachnides	109	81	96	83	88	53
<b>Total</b>	<b>790</b>	<b>632</b>	<b>670</b>	<b>647</b>	<b>822</b>	<b>367</b>

**EVOLUTION DES TAXONS CLEFS.** Sur les 4 études 2015 et 2016, 2 dates de prélèvement supplémentaires, en plus des prélèvements avant et après traitement, ont été effectuées. Ces observations supplémentaires ont permis de suivre la dynamique de population de 3 taxons clefs au sein des 3 blocs. Il s'agit de 2 catégories de prédateurs : les punaises Anthocoridae et les Coccinellidae ainsi que la population du puceron ravageur du maïs *R. padi*.

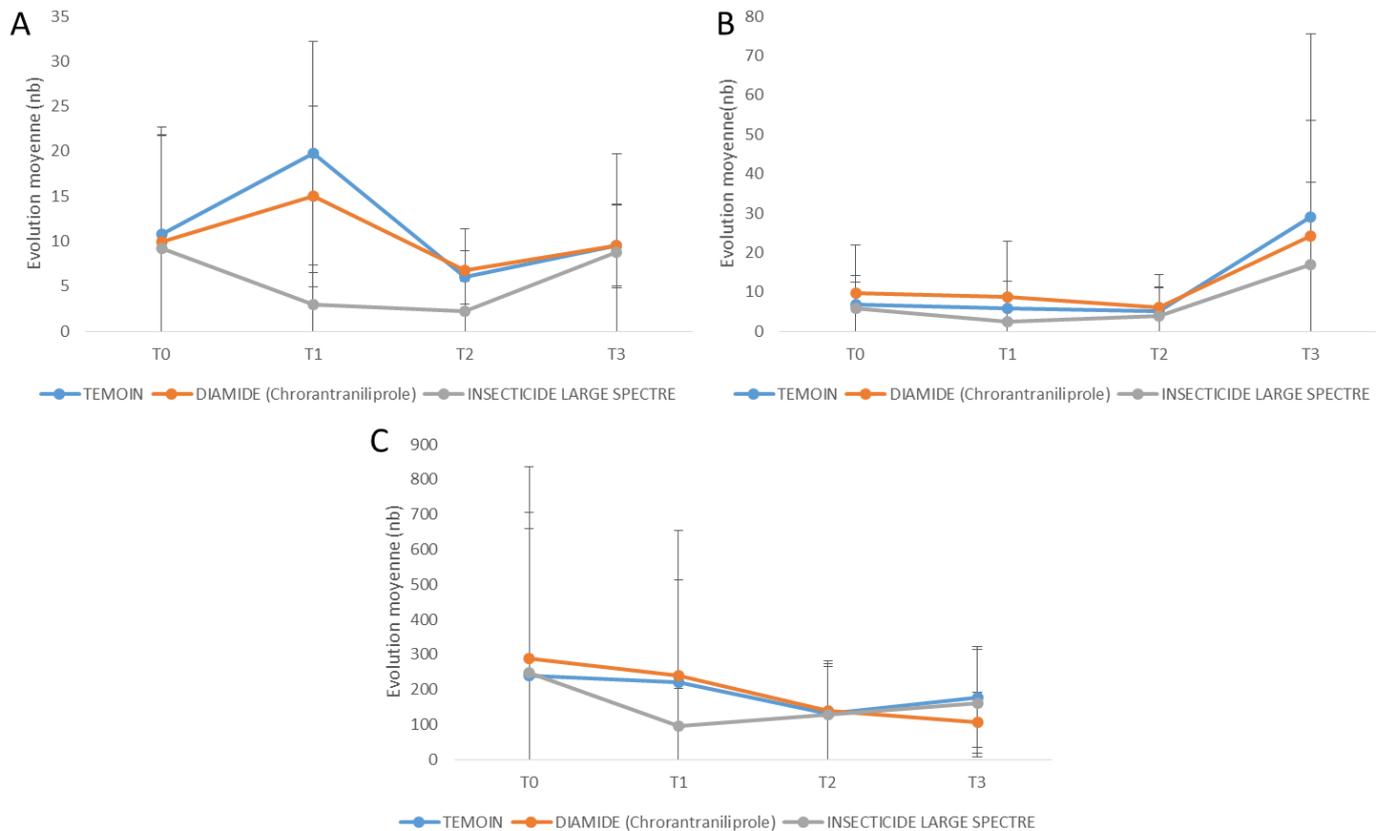
Les punaises capturées dans ces 4 études appartiennent essentiellement à la famille des Anthocoridae et au genre *Orius* sp. (nb : 442). Ces punaises sont d'actifs prédateurs d'œufs et de petits arthropodes dont les pucerons. Leur dynamique (Figure 4 A) montre des schémas d'évolution bien distincts. En T1, les populations chutent pour la modalité Insecticide Large Spectre (nb moyen d'individus T0 : 9,25 → T1 :3) alors que les populations augmentent pour les modalités Témoin et diamides (nb moyen d'individus T T0 : 10,75 → T1 :19,75 ; D T0 : 10 → T1 :15 ). Alors que la dynamique des modalités T et D suivent la même trajectoire, la modalité ILS fini par les rejoindre lors du dernier prélèvement T4 après avoir continué à diminuer au T3.

Les Coccinellidae prédateurs (nb : 498) capturés appartiennent à 4 espèces principales : *Propylea quatordecimpunctata* (Linnaeus), *Harmonia axyridis* (Pallas), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) et *Hippodamia variegata* (Goeze), toutes sont aphidiphages. Lors de ces études (Figure 4 B), leur population était assez faible lors des premiers prélèvements (nombre moyen ne dépassant pas les 10 individus). Leur évolution pour les 3 modalités est similaire, aucun impact insecticide n'est visible. Lors du dernier prélèvement, on observe une augmentation de leur population (fin juin dans le Sud-Ouest et courant juillet en Alsace). Le nombre de population en fin d'étude est légèrement plus faible pour la modalité ILS (nb moyen : 17 individus).

Le puceron *R. padi* (nb : 8677) est un ravageur secondaire du maïs, qui peut , dans certain cas, augmenter de façon exponentielle en fin de cycle causant, entre autres, des dégât de fumagine sur épis. Ces phénomènes sont souvent la cause d'un déséquilibre de la faune auxiliaire. Dans la synthèse des 4 études (Figure 4 C), nous pouvons observer un impact de la modalité ILS sur sa population qui chute après traitement (nb moyen T0 : 246,75 → T1 : 96), effet que l'on ne retrouve pas sur les modalités T et D. La dynamique moyenne des pucerons sur cette modalité ILS subit ensuite une inflexion pour progressivement augmenter à nouveau et finir en fin d'étude à un nombre moyen de 161,25 individus. On observe une chute régulière de l'effectif moyen de la modalité D qui se retrouve au final en dessous de la modalité ILS ( nb moyen D : 105,25 individus). La modalité T baisse jusqu'au T3 puis ré-augmente en fin d'étude pour se retrouver légèrement au-dessus de la modalité ILS ( nb moyen T : 161,25 individus).

**Figure 4** : Evolution des populations (moyenne ± SE) des punaises Anthocoridae (A), des Coccinellidae (B) et du pucerons *Rhopalosiphum padi* (C) pour les 3 modalités Témoin, diamide et

Insecticide Large Spectre (accumulation des captures par filet fauchoir de 4 études pour 4 dates), 2015 et 2016. T0 : 1 à 4 jours avant traitement, T1 : 1 à 2 jours après traitement, T2 : 8 – 10 jours après traitement, T3 : 16 à 22 jours après traitement [Evolution of populations (means  $\pm$  SE) of predatory bugs Anthocoridae (A), Coccinellidae (B) and aphid *Rhopalosiphum padi* (C) for the 3 modalities Control, diamide and Insecticide with broad spectrum (accumulation of catches by sweep net of 4 studies on 4 dates), 2015 and 2016. T0 : 1 to 4 days before spraying, T1 : 1 to 2 days after spraying, T2 : 8 – 10 days after spraying, T3 : 16 to 22 days after spraying]



## DISCUSSION

L'effet des insecticides diamides sur les arthropodes auxiliaires du maïs en France n'avait jamais été reporté auparavant. Le chlorantraniliprole est commercialisé pour avoir très peu d'impact sur les auxiliaires tout en étant efficace sur les lépidoptères ravageurs ; or très peu de publications, en conditions réelles de plein champs, existent à ce sujet excepté sur soja aux Etats-Unis ( Whalen *et al.*, 2016).

Les données de ces 8 études ont montré peu de différence sur la répartition et l'abondance des différentes catégories d'auxiliaires après traitement de l'insecticide sélectif diamide en comparaison avec la modalité non traitée. Ce constat avait également été établi par Whalen *et al.* (2016) sur les groupes de prédateurs généralistes appartenant à différentes familles (Anthocoridae, Araneae et Geocorinae). Au contraire, un impact négatif des insecticides pyrétrinoïdes à large spectre, a été observé sur l'effectif de nombreux auxiliaires. Certains groupes ont été réellement affectés, comme les punaises prédatrices Anthocoridae qui ont connu une baisse subite, alors que dans les autres modalités, leur population était en plein développement. En 2003, Musser et Shelton (2003) avaient également montré sur maïs, en conditions réelles de plein champ, que la lambda-cyhalothrine (Pyrétrinoïde) affectait l'ensemble des groupes de prédateurs étudiés (Coccinellidae et Anthocoridae). Ils avaient également observé, une de leur année expérimentale, une émergence du puceron *R. padi* dû à l'élimination du cortège de ses prédateurs. Ce constat n'a pas pu être établi clairement mais malgré une certaine efficacité des pyrétrinoïdes sur la population des *R. padi*,

l'abondance de ces derniers avait tendance à revenir à leur état initial d'avant traitement, après quelques semaines.

Bien que non détaillé dans les résultats, la succession de ces 4 années expérimentales a permis de faire évoluer la méthodologie d'échantillonnage pour ce type d'étude « impact insecticide ». Au départ, pièges pitfall trap et pièges chromatiques jaunes étaient systématiquement utilisés en addition du filet fauchoir. Le prélèvement de plantes entières nettoyées au pinceau ou avec une eau vinaigrée puis filtrée a même été testé mais sans résultat probant. Progressivement, ces formes d'échantillonnage ont été abandonnés au profit, exclusif, du fauchage. En effet, chacun d'entre eux, avait des singularités peu adaptées à ce type d'étude. La biodiversité des auxiliaires piégés au ras du sol par les pièges pitfall trap n'était aucunement affectée par les différents traitements foliaires donc ne donnait aucune information pertinente sur un quelconque effet insecticide. Les pièges chromatiques ont eu un effet attractif trop important, capturant non seulement l'entomofaune volante du bloc où ils étaient placés mais également celles des autres blocs et également, à moindre mesure, l'entomofaune des bordures sauvages rendant les résultats illisibles. Il est à noter la difficulté d'effectuer des comparaisons pluriannuelles via des regroupements issus de même dates de prélèvements puisque ceux-ci sont tributaires des conditions climatiques : les pluies perturbant la présence des pucerons et leur cohorte de prédateurs / parasitoïdes.

## CONCLUSION

Au total, sur les 8 études, 3928 arthropodes auxiliaires ont été identifiés avant et après traitements. 10 catégories d'auxiliaires ont été mises à jour, dont certaines espèces ont un rôle clef dans la réduction des ravageurs comme les punaises Anthocoridae *Orius* spp. Bien que manquant de robustesse statistique, cette publication reprenant la synthèse de ces 4 années d'études montre une tendance : le chlorantraniliprole n'a pas d'effet sur ces auxiliaires contrairement aux pyréthrinoides testés qui affectent leur abondance et leur répartition.

La technique du filet fauchoir semble la plus adaptée pour ce type d'étude de terrain « impact insecticide ».

Ces études d'inventaire d'auxiliaires en milieu agricole sont assez novatrices et sont difficiles à mettre en place et à mener, à cause notamment de la répartition fragmentaire de l'entomofaune au sein des parcelles mais aussi à cause des événements climatiques qui peuvent intervenir au moment des récoltes (fortes pluies par exemple).

Il manque actuellement des indices agro-écologiques équivalents aux indices de biodiversité Shannon et Simpson adaptés aux agrosystèmes pour pouvoir rapidement « noter » une parcelle étudiée.

Il est désormais important d'accumuler d'autres données concernant les auxiliaires clefs du maïs, comprendre leur rôle et leur bénéfice dans la régulation des populations de ravageurs.

## REMERCIEMENTS

Christian Lux, Responsable du Service Technique Coopérative Comptoir Agricole et également agriculteur à Shnersheim ; Eric Gilbert, chef de culture du domaine de Lucate à Lugos (33) ; Olivier Ménara, agriculteur à Bouglon (47) ; M. Zanitoni, agriculteur à Polastron (32) ; Aurélie Morin, chef produit insecticide - DuPont ( 2013 à 2016) ; Ronan Vanot, responsable technique Ouest – DuPont.

## BIBLIOGRAPHIE

**Andow D.A., 1992** - Fate of eggs of first-generation *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera : Pyralidae) in three conservation tillage systems. *Environmental Entomology*, 21, 388-393.

**Andow D.A., Risch S.-J., 1985** - Predation in diversified agrosystems : relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology*, 22, 357-372.

- Corey D., Kambhampati S., Wilde G. 1988** – Electrophoretic analysis of *Orius insidiosus* (Hemiptera : Anthocoridae) feedings habits in field corn. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 71, 11-17.
- Cordova D., Benner E.A., Sacher M.-D., Rauh J.J., Sopa J.S., Lahm G.-P., 2006** – Anthrnilic diamide : a newclass of insecticides whith a novel mode of action, ryanodine receptor activation. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 84, 196-214.
- Dutcher J.D., 2007** A review of resurgence and replacement causing pest outbreaks in IPM. In : Ciancio A., Mukerji K.-G. *General conceps in integrated pest and disease managment*. Springer, Netherlands, 27-43.
- Glen D.M., 1977** - Predation of codling moth eggs, *Cydia pomonella*, the predators responsible and their alternative prey. *Journal of Economic Entomology*, 14, 445-456.
- Gurr G.M., Wratten S.D., Snyder W.E., 2012**. Biodiversity and insect pests. In : Gurr, G.-M., Wratten, S.D., Snyder, W.E. *Biodiversity and insect pest : key issues for sustainable management*. Wyley-Blackwell, West Sussex, Unitd Kingdom, 3-20.
- Hutchinson W.D., Pitre H.N., 1983** - Predation of *Heliothis virescens* (Lepidoptera : Noctuidae) eggs by *Geocoris punctipes* (Hemiptera : Lygaeidae) adults on cotton. *Environmental Entomology*, 12, 1652-1656.
- Kilpatrick A.L., Hagerty A.M., Turnipseed S.G., Sullivan M.J., Bridges W.C., 2005** - Activity of selected neonicotinoids and dicotophos on non target arthropods in cotton : implications in insect management. *Journal of Economic Entomology*, 98, 814-820.
- Krattiger AF (1997)** *Insect resistance in crops : a case study of Bacillus thuringiensis (Bt) and its transfer to developing countries*. ISAAA Briefs 2. ISAAA, Ithaca, NY, p 42.
- Kuhar T.P, Doughty H.B., 2016** - Evaluation of Insecticides for the Control of Lepidopteran Larvae in Sweet Corn. *Arthropod Management Tests*, 41, tsw032.
- Lahm G.P., Cordova D., Barry J.D., 2009** – New and selective ryanodine receptor activators for insect control. *Bioorganic and medicinal chemistry*, 12, 4127-4133.
- Musser M.R., Shelton A.M., 2003** - Bt sweet corn and selective insecticides : impacts on pests and predators. *Journal of Applied Entomology*, 96, 71-80.
- Sunderland K.D., 2002**. Invertebrate pest control by carabid. In : Holland, J.-M. *The agroecology of carabid beetles*. Intercep Ltd, Andover, MA, 165-214.
- Sunderland K.D., Axelsen J.A., Dromph K., Freier B., Hemptinne J.-L., 1997** - Pest control by a community of natural enemies. *Act Judland*, 72, 271-326.
- Symondson W.O.C., Sunderland K.D., Greenstone M.H., 2002** - Can généralist predators be effective biocontrol agents ? *Annual Review of Entomology*, 47, 561-594.
- Whalen R.A., Herbert D.A., Malone S., Kuhar T.P., Brewster C.C., Reisig D.D., 2016** - Effects of Diamide Insecticides on Predators in Soybean. *Journal of Economic Entomology*, 105, 2014-2019.