

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

**MISE AU POINT D'UNE METHODOLOGIE D'ETUDE D'IMPACTS  
DES PREPARATIONS PHYTOPHARMACEUTIQUES SUR LES INSECTES EN VIGNE**

H. QUENIN <sup>(1)</sup>, A. BLANC <sup>(1)</sup>

(1) COTESIA

Société d'Expérimentation & Conseils Techniques en Protection Intégrée des cultures  
Le Bourg, 64360 Lucq-de-Béarn, France. [h.quenin@cotesia.fr](mailto:h.quenin@cotesia.fr) ; [a.blanc@cotesia.fr](mailto:a.blanc@cotesia.fr)

## **RÉSUMÉ**

Une série d'essais conduits en 2008, 2009 et 2011 dans l'appellation Jurançon (sud-ouest de la France) a permis d'affiner une méthodologie de capture d'insectes sur vigne à l'aide d'un D-Vac<sup>®</sup>. Ainsi, un nombre de faces à aspirer, un nombre de ceps par parcelle élémentaire, une vitesse de collecte par face et un nombre de répétitions ont pu être définis et optimisés. De plus, des indications sur le nombre d'insectes collectés en fonction des pratiques de protections phytopharmaceutiques ont permis d'identifier les typologies de vignobles susceptibles d'héberger ce type d'études. Plusieurs préparations fongicides ont aussi été identifiées comme étant statistiquement sans effet observable sur les populations d'insectes présentes.

Une série d'essais conduits en 2013, 2016 et 2017 a permis de mesurer l'impact de traitements insecticides à base de  $\beta$ -cyfluthrine, chlorpyrifos-méthyl et spinosad sur le nombre d'insectes collectés. En conclusion, ces essais ont montré que ces insecticides n'avaient pas le même impact écotoxique sur les insectes et qu'une seule application n'était souvent pas suffisante pour générer une diminution significative de population. En revanche, deux ou trois applications permettaient d'observer une réduction statistique de population. Ainsi, par comparaison à une référence écotoxique, l'écotoxicité usuelle des préparations phytopharmaceutiques pourra être mesurée dans des essais pratiques. L'identification de l'ordre et du morphi-espèce des insectes collectés permettra d'affiner la connaissance des insectes les plus impactés par une préparation.

Mots-clés : Vigne, Expérimentation, Insectes, Auxiliaires, Préparations phytopharmaceutiques

## **ABSTRACT**

### **RESEARCH METHODOLOGY TO MONITOR PESTICIDES IMPACTS ON INSECTS IN GRAPEVINE.**

A trial series conducted in 2008, 2009 and 2011 in Jurançon vineyard (south-west of France) allowed to design a methodology for collecting insects on grape with a D-Vac<sup>®</sup>. As a result, the number of side to vacuum, the number of plants per elementary plot, the collect speed per side and a number of replicates were improved. In addition, some information regarding the number of insects collected in function of the pesticide practices provided data about the type of vineyard able to host those specific studies. Several fungicides were also identified with no significant effect on insect population.

Then, a series of trials conducted in 2013, 2016 and 2017 measured the effects on insect populations of insecticide treatments with  $\beta$ -cyfluthrin, chlorpyrifos-methyl and spinosad. In conclusion, those trials showed that those substances didn't present a similar ecotox impact on insects and that one application was not enough to generate a significant decline of the insect's number. However, two or three applications allowed to observe a significant impact regarding the insects collected. Therefore, by comparing with an ecotoxic standard product, the conventional ecotoxicity of pesticide would be measured in practical trials. The order and morphi-species identification of the insects collected will allow to define a better knowledge about the insects most impacted by a pesticide.

Keywords: Grapevine, Experimentation, Insects, Beneficials, Plant Protection Products

## INTRODUCTION

En plus des mesures de toxicité sur l'homme et les animaux, d'efficacité sur les bio-agresseurs et de sélectivité sur les cultures-cibles, le règlement 1107/2009/CE exige de mesurer l'impact des préparations phytopharmaceutiques sur insectes auxiliaires avant attribution d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). Ces études d'écotoxicologie sont réalisées en conditions de laboratoire ou contrôlées (semi-field) et suivent les méthodologies OEPP et/ou OCDE et/ou CEB. Toutefois, l'écotoxicité « intrinsèque » des préparations est évaluée sur des insectes supports-modèles qui ne sont donc pas toujours représentatifs de la faune des cultures, sur de fortes populations, en environnement confiné et simplifié, sans zone refuge et à très court terme. Dans le cadre des AMM, ces risques sont évalués par la mortalité mesurée après exposition directe des insectes aux préparations non-cibles. Un décalage existe donc par rapport à l'utilisation en production agricole. Des perturbations non létales peuvent réduire l'activité et la reproduction des insectes survivants (Rafalimanana, 2003) et des effets à long terme peuvent apparaître. De plus, au moment où la préparation phytopharmaceutique sera appliquée et contrairement à ce qui se passe dans les études d'écotoxicologie, la dynamique des insectes auxiliaires ne sera pas obligatoirement à l'optimum. De même, l'existence dans l'environnement agricole de zones « refuge » ou « réservoir » dans lesquelles les insectes se multiplient peut atténuer l'écotoxicité « intrinsèque » d'une préparation. Ces zones permettent une éventuelle recolonisation des zones impactées par les préparations phytopharmaceutiques (Decante *et al.*, 2009).

La vigne est une culture majeure en France. En moyenne, 19 traitements phytopharmaceutiques (dont 15 fongicides et 1,8 insecticides) sont appliqués afin de la protéger des bio-agresseurs (<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu>). Dans le Jurançon (vignoble en AOC situé dans le sud-ouest de la France), la climatologie est très favorable aux agents pathogènes, en particulier le mildiou [*Plasmopara viticola* (Berk. & M.A.Curtis) Berl. & De Toni] et le black-rot [*Guignardia bidwelli* (Ellis) Viala & Ravaz]. Plusieurs préparations fongicides différentes sont nécessaires pour maintenir un état sanitaire de la vigne compatible avec une production viticole de qualité. Contrairement aux études écotoxicologiques pré-AMM, les insectes sont donc soumis à l'effet combiné de plusieurs préparations appliquées en programme (mélange ou alternance), tenant compte du nombre maximal d'applications autorisées par préparation (Aversenq, 2007).

La mise au point d'une méthodologie expérimentale permettant de mesurer l'impact des préparations phytopharmaceutiques sur les insectes présents en culture de vigne est donc importante (Kreiter et Sentenac, 2004).

## MATERIEL ET METHODES

- **METHODE DE PRELEVEMENT** : en 2007 et 2008, différentes méthodes de collecte d'insectes (Roth, 1963) furent comparées : battage, observation visuelle / dénombrement, D-Vac®. Après plusieurs essais, la technique du D-Vac® fut choisie car elle permettait une collecte plus importante d'insectes hémiptères et hyménoptères. Le choix de privilégier la capture de ces deux ordres s'est fait au détriment d'autres ordres ou taxon, pour lesquels cette méthode de prélèvement n'est pas adaptée.

- **NOMBRE DE CEPS A ECHANTILLONNER** : une parcelle de prélèvement est constituée de plusieurs ceps de vigne. Afin de déterminer le nombre de ceps nécessaires par parcelle, différentes tailles de parcelle ont été comparées en 2008, 2009 et 2011. Ces comparaisons de taille parcellaire ont été réalisées dans 3 domaines viticoles de l'AOC Jurançon: Domaine Nigri (Monein), Domaine Larroudé (Lucq-de-Béarn) et Clos Lapeyre (Jurançon).

Ces 3 domaines furent choisis pour leurs pratiques phytopharmaceutiques différentes, à savoir :

*Protection intégrée* : utilisation combinée de préparations phytopharmaceutiques de synthèse ou utilisables en agrobiologie et de substances naturelles (infusions de plantes, terpènes, etc.).

*Protection conventionnelle* : utilisation combinée de préparations phytopharmaceutiques de synthèse ou utilisables en agrobiologie (soufre et cuivre).

*Protection agrobiologique* : utilisation de préparations phytopharmaceutiques utilisables en agrobiologie et de substances naturelles (infusions de plantes, terpènes, etc.).

En plus de ces 3 pratiques de protection des cultures appliquées par les viticulteurs, il a été mis en place en 2008, 2009 et 2011 une protection neutre (applications des préparations réalisées par

Cotesia) au Domaine Larroudé (Lucq-de-Béarn) et en 2009 une parcelle non traitée chez M. Bascougnat (Aubertin).

*Protection neutre* : utilisation de préparations phytopharmaceutiques classées neutres à faiblement toxiques sur insectes auxiliaires, c'est-à-dire à faible écotoxicité lors des études d'écotoxicité réalisées dans le cadre du processus d'AMM. Ce classement est disponible dans les rapports d'évaluation EFSA (<http://www.efsa.europa.eu/en/publications>) et sur le site Ecoacs (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>). Selon les années, des préparations contenant les substances actives suivantes ont été utilisées : fosétyl d'aluminium, métirame de zinc, folpel, mancozèbe, cymoxanil, tébuconazole, dinocap, métrafénone et soufre.

*Parcelle non traitée* : absence totale de protection phytopharmaceutique. Cette dernière modalité avait été initiée en 2009 dans le but d'étudier les populations d'insectes capturés en absence de traitement phytopharmaceutique.

Au total, 5 pratiques de protections phytopharmaceutiques ont donc été comparées.

**Tableau 1** : Nombre de ceps / parcelle élémentaire entre 2008 et 2011  
(Number of vine per elementary plot between 2008 and 2011)

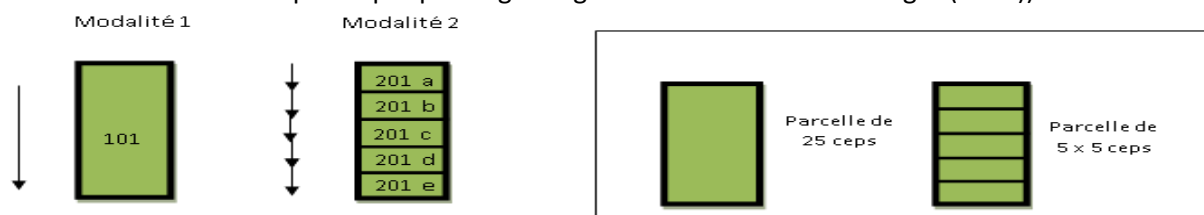
nb ceps / parcelle	Années												
	2008				2009					2011			
	Int.	Conv.	AB	Neut.	Int.	Conv.	AB	Neut.	Non Traité	Int.	Conv.	AB	Neut.
5 ceps										X	X	X	X
10 ceps					X	X	X		X				
25 ceps	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
30 ceps	X	X	X								X		

Int. = intégrée      Conv. = conventionnelle      AB = agrobiologique      Neut. = neutre      Non traité

Une étude complémentaire sur le nombre d'insectes capturés en fonction de la taille parcellaire a été réalisée en 2011 (figure 1). Cette étude fut menée sur le vignoble en protection conventionnelle, sur 5 répétitions et à deux dates (17 juin et 4 juillet). Des tests statistiques Newman & Keuls 5 % (logiciel ARM) furent réalisés sur ces résultats. Deux tailles de parcelles différentes furent comparées :

- Modalité 1 : Sur parcelles de 25 ceps, aspirations au D-Vac® conduites en 1 passage sur la face Nord seulement.
- Modalité 2 : Sur parcelles de 25 ceps découpée en 5 x 5 ceps, aspirations au D-Vac® conduites en 5 fois sur face Nord seulement.

**Figure 1** : Dispositif de l'essai mesurant l'influence du nombre de ceps par parcelle sur le nombre d'insectes capturés (2011) (Design of the trial conducted to evaluate the effect of the number of plants per plot regarding the number of insects caught (2011))



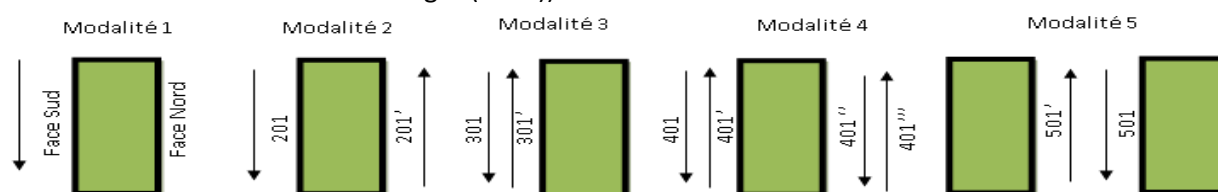
- **DATES ET HEURES DE PRELEVEMENT** : en 2008, 12 prélèvements furent réalisés du 16 mai au 5 septembre. En 2009, 10 prélèvements furent réalisés du 19 mai au 25 août. En 2011, 7 prélèvements furent réalisés du 6 mai au 17 août. Les prélèvements d'insectes ne furent réalisés que sur feuillage sec et sans pluie. Entre 2008 et 2011, les prélèvements furent réalisés sur deux répétitions : une face sud et une face nord, annulant les variations éventuelles dues à l'orientation des rangs de vigne. En 2008, pour la protection intégrée seulement, 2 prélèvements sur face sud et 2 sur face nord furent réalisés (2 répétitions identiques).

- **VITESSE DE PRELEVEMENT** : en 2008, les aspirations ont été conduites à hauteur des grappes seulement, en continu, en avançant de façon à rester 1 à 2 secondes par cep. En 2009 et 2011, le mouvement du D-Vac® oscille avec plus d'amplitude en effleurant les feuilles sans toucher les grappes. Le temps de passage est augmenté à 4 secondes par cep.

- **NOMBRE DE PRELEVEMENTS PAR FACE ET ORIENTATION DE LA FACE** : en plus des prélèvements sur les 4 pratiques phytopharmaceutiques différentes, une étude sur le nombre de faces et l'orientation des faces à échantillonner a été réalisée en 2011. Cette étude fut conduite sur le vignoble en protection intégrée avec 4 répétitions et à trois dates (13 mai, 30 mai et 29 juillet 2011). Le nombre d'insectes collectés par cep fut comparé et des tests statistiques furent réalisés avec le logiciel ARM sur ces résultats. Les 5 modalités de prélèvement suivantes furent comparées (figure 2):

- Modalité 1 : seule la face sud est échantillonnée.
- Modalité 2 : faces nord et sud sont échantillonnées.
- Modalité 3 : face sud échantillonnée deux fois (aller-retour).
- Modalité 4 : faces nord et sud échantillonnées deux fois chacune.
- Modalité 5 : les parcelles sont constituées de deux rangs, la face nord d'un rang, et la face sud du rang opposé sont échantillonnées.

**Figure 2** : Dispositif de l'essai mesurant l'influence du nombre de prélèvements par face et l'orientation sur le nombre d'insectes capturés (2011) (Design of the trial conducted to evaluate the effect of the number of vacuum application and the side regarding the number of insects caught (2011))



- **REALISATION DES PRELEVEMENTS** : Les prélèvements d'insectes furent réalisés avec un D-Vac® (Dietrick vacuum) permettant de recueillir les insectes dans un cône d'aspiration muni d'un filet à mailles très fines. A la fin de chaque parcelle, les insectes recueillis dans le filet ont été aspirés à l'aide d'un aspirateur à bouche et mis dans des flacons d'éthanol (min. 70 %). Le tri des échantillons s'est fait en laboratoire, à l'aide d'une loupe trinoculaire de grossissement X 10 à X 40. Les insectes furent classés et comptés pour chaque date d'échantillonnage et chaque parcelle : nombre d'hémiptères [principalement cicadelles *Empoasca vitis* (Gothe), *Zygina rhamni* Ferrari, *Phlogotettix cyclops* (Mulsant & Rey) et *Scaphoideus titanus* Ball], d'hyménoptères (notamment micro-hyménoptères), de névroptères (principalement chrysopes), de diptères et d'insectes divers. En plus des insectes, les araignées furent comptabilisées.

- **RECHERCHE D'UNE REFERENCE ECOTOXIQUE** : en 2013, un programme fongicide composé de fosétyl-Al + fluopicolide (16 juillet, 1<sup>er</sup> et 12 août) puis trifloxystrobine (28 août) puis fosétyl-Al + fluopicolide (10 septembre) fut appliqué sur un essai micro-parcelles (5 ceps / parcelle) en 4 répétitions dans un vignoble du Jurançon (Domaine Bordes à Lucq-de-Béarn). Dans le même essai, d'autres parcelles furent traitées à l'identique à l'exception d'un traitement métirame +  $\beta$ -cyfluthrine le 28 août (préparations jugées écotoxiques sur auxiliaires).

Des prélèvements d'insectes eurent lieu les 10 et 26 juillet, les 9, 21 et 30 août, les 13 et 20 septembre. Des tests statistiques avec le logiciel ARM furent réalisés sur ces résultats.

En 2016, deux essais micro-parcelles (5 ceps / parcelle) en 4 répétitions furent conduits dans deux vignobles du Jurançon : Domaine Nigri (Monein) et Domaine Porte-Laborde (Lucq-de-Béarn). Quatre préparations phytopharmaceutiques furent comparées : fosétyl-Al + folpel, amétoctradine + métirame, cyazofamide + disodium-phosphonate et Bouillie bordelaise. Trois traitements eurent lieu le 22 juillet, les 4 et 19 août. Comme déjà indiqué, fosétyl-Al et folpel sont considérés à faible écotoxicité. Une modalité amétoctradine + métirame +  $\beta$ -cyfluthrine fut ajoutée à ce dispositif. L'objectif de ces essais était de comparer l'écotoxicité de préparations fongicides à une référence contenant la  $\beta$ -cyfluthrine. Quatre jours après chaque application, une collecte au D-Vac® eut lieu (les 26 juillet, 8 et 23 août). Des tests statistiques avec le logiciel ARM furent réalisés sur ces résultats.

En 2017, trois essais micro-parcelles (5 ceps/parcelle) en 4 répétitions furent conduits dans trois vignobles du Jurançon : Domaine Larroudé (Lucq-de-Béarn) en protection agrobiologique et Domaines Bordes et Porte Laborde (Lucq-de-Béarn) en protection conventionnelle. Dans l'essai en protection agrobiologique, furent comparés un programme sans insecticide avec le même programme recevant 2 applications de spinosad (à 96 g substance active = sa/ ha puis 48 g sa/ ha) et un programme recevant

3 applications (à 96 g sa/ ha puis 2 x 48 g sa/ ha). Tous les programmes étaient protégés fongicides par l'agriculteur avec du cuivre et du soufre. Des collectes d'insectes au D-Vac® furent réalisées les 13, 19 et 28 juin, et les 3, 12, 17 et 27 juillet. Des tests statistiques furent réalisés avec le logiciel ARM. Dans les 2 essais en protection conventionnelle, des traitements fongicides étaient réalisés avec fosétyl-Al + folpel et métrafénone les 16 et 30 juin et 13 juillet. Ce programme fut comparé avec le même programme recevant 2 applications de spinosad (à 96 g sa/ ha puis 48 g sa/ ha), un programme recevant 2 applications de  $\beta$ -cyfluthrine (2 x 17,5 g sa/ ha) et un programme recevant 2 applications de chlorpyrifos-méthyl (2 x 337,5 g sa/ ha). Des collectes d'insectes au D-Vac® furent réalisées les 13, 19 et 29 juin, et les 3 et 12 juillet. Des tests statistiques furent réalisés avec le logiciel ARM.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

La figure 3 présente la somme des hémiptères, des hyménoptères et des névroptères collectés par modalité sur toute une année par cep et par an dans les 5 types de protections phytopharmaceutiques étudiées. Le nombre total d'insectes collectés représente la somme des insectes, tous les ordres confondus.

En 2008, les populations suivies (hémiptères, hyménoptères et névroptères) étaient présentes dans les mêmes proportions en protection intégrée sur les 2 répétitions des parcelles de 25 ceps. En protection intégrée et en protection conventionnelle, les parcelles de 25 ceps ont permis la collecte plus d'insectes que les parcelles de 30 ceps. Le nombre total d'insectes collectés était très faible en 2008 compte tenu de la collecte centrée sur les grappes et de la vitesse de prélèvement rapide.

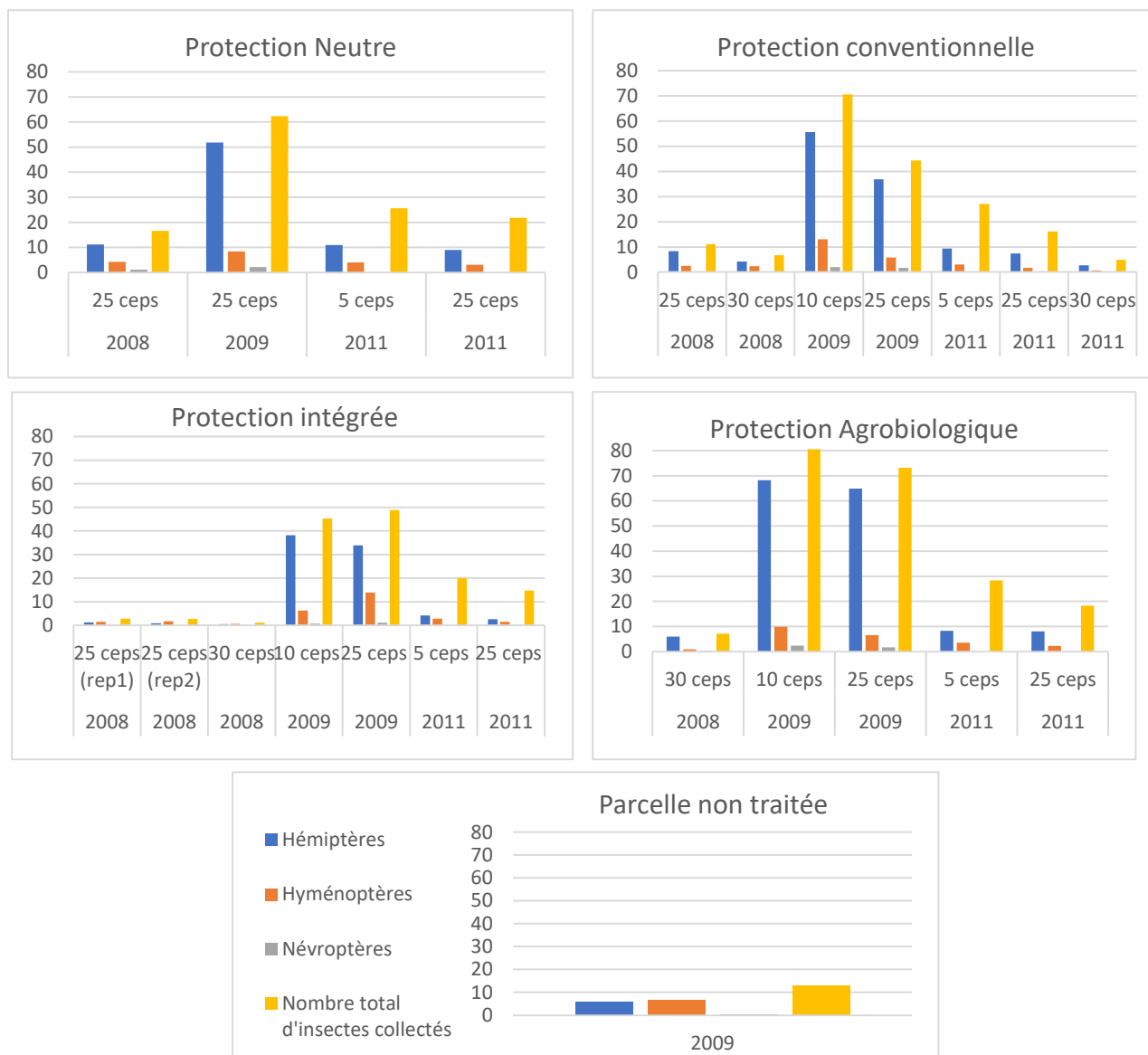
En 2009, le nombre total d'insectes par cep était clairement plus élevé qu'en 2008, conséquence de l'augmentation de la surface de prélèvement (feuilles et grappes) et d'une vitesse plus faible par parcelle (4 secondes au lieu de 1-2 secondes). Sur la parcelle n'ayant reçu aucune protection phytopharmaceutique, le nombre total d'insectes collectés était très nettement plus faible en comparaison de toutes les autres pratiques de protection. En protections intégrée et agrobiologique, peu de différence entre 10 et 25 ceps. Par contre, en protection conventionnelle, le nombre total d'insectes collectés était nettement plus important sur les parcelles de 10 ceps que de 25 ceps. Contrairement au vignoble en protection agrobiologique, les vignobles en protections intégrée, conventionnelle et neutre montraient des infestations en hémiptères plus réduites. Toutes les pratiques de protections présentaient des nombres d'hyménoptères comparables : entre 6,35 et 13 insectes / ceps collectés au total. Les programmes comportant le plus d'insectes étaient les mêmes qu'en 2008 : protections conventionnelle, agrobiologique et neutre.

En 2011, malgré le maintien d'une vitesse de prélèvement de 4 secondes par cep mais probablement du au balayage moins ample de l'opérateur, le nombre total d'insectes collectés était plus faible qu'en 2009. Par contre, pour toutes les méthodes de protections phytopharmaceutiques, le nombre total d'insectes collectés apparaissait plus élevé pour les parcelles de taille les plus faibles. A taille parcellaire identique de 5 ceps, toutes les pratiques de protections présentaient des nombres d'hyménoptères comparables : entre 2,9 et 4 ins./cep collectés au total. L'heure de réalisation des prélèvements ayant été de nouveau modifiée entre 2009 et 2011, les résultats confirmèrent l'absence d'influence de l'heure de prélèvement sur le nombre d'insectes collectés. Les populations d'insectes présentes dans un vignoble sont plus importantes que l'heure de collecte.

La figure 4 présente la cinétique du nombre total d'insectes collectés par cep en 2008, 2009 et 2011.

En 2008, très peu d'insectes furent capturés de mi-mai à début juin. Les captures s'intensifièrent dès fin juin. Durant le mois de juillet, des pics de capture furent observés pour les hyménoptères et les cicadelles. Au mois d'août, les populations de cicadelles furent maximales avec des populations d'hyménoptères globalement stables. Puis, selon les pratiques de protections phytopharmaceutiques, une stagnation voire une diminution du nombre d'insectes capturés (parcelles de 25 ceps - protection conventionnelle) fut observée. Enfin, une augmentation des captures était visible à compter de mi-août sur les parcelles de 25 ceps – protections neutre et conventionnelle. A fin août, cette augmentation fut également visible sur les parcelles de 30 ceps – protection agrobiologique et 25 ceps – protection intégrée (les 2 répétitions).

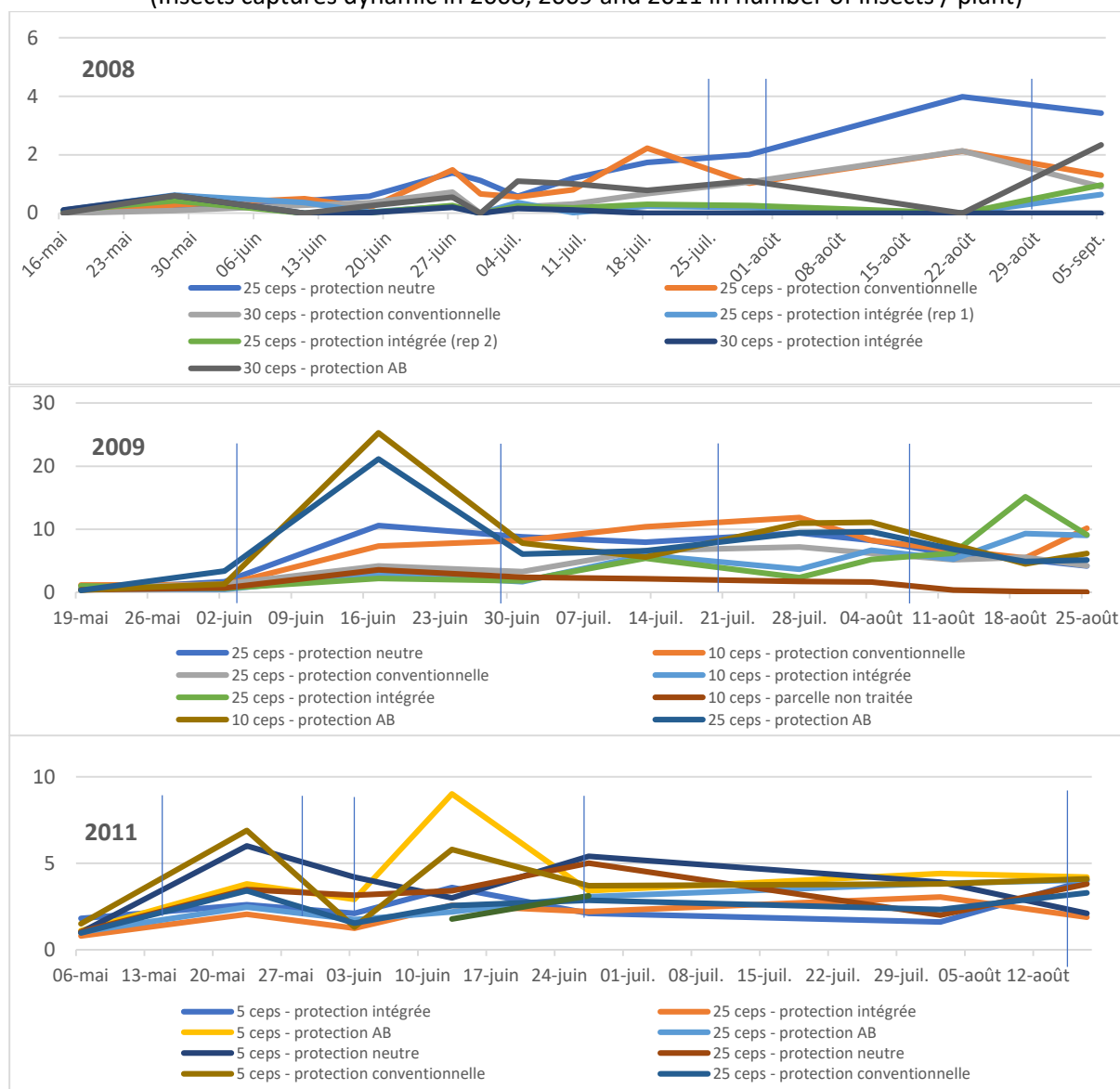
**Figure 3 :** Nombre total d'insectes capturés / cep / an entre 2008 et 2011  
(Total number of insects caught / year / grape vine between 2008 and 2011)



En 2009, les captures d'insectes débutèrent début juin. Puis, ces captures s'intensifièrent jusqu'à mi-juin, notamment les parcelles 10 ceps – protection agrobiologique, 25 ceps – protection neutre, 10 ceps – protections intégrée et conventionnelle. Ensuite, les captures d'insectes diminuèrent jusqu'à fin juin pour rester à un niveau relativement faible (environ 5 ins./cep) jusqu'à fin juillet. A partir de fin juillet et jusqu'à fin août, quelques parcelles montrèrent une légère augmentation des captures : 10 ceps – protection conventionnelle, 10 ceps et 25 ceps – protection agrobiologique et 25 ceps – protection neutre. Dans les parcelles 10 ceps – non traitées, un début de piégeage assez faible fut observé vers mi-juin, puis dès fin juin le nombre d'insectes capturés chuta au fur et à mesure de la dégradation du feuillage par les agents pathogènes (principalement mildiou et oïdium).

En 2011, l'augmentation des captures d'insectes fut visible dès mi-mai, en particulier sur les parcelles 5 ceps – protection conventionnelle et 5 ceps – protection intégrée. Fin mai à début juin, le nombre d'insectes capturés diminua avant un nouveau pic de capture d'insectes visible fin juin. Ce second pic de captures était particulièrement visible pour les parcelles 5 ceps – protection agrobiologique et 5 ceps – protection conventionnelle. A compter de début juillet, le nombre d'insectes capturés par cep stagna pour toutes les modalités étudiées jusqu'à mi-août. Le test non paramétrique de Mann-Whitney confirme cette différence significative ( $P$ -value = 0,04363). L'utilisation de parcelles de 5 ceps a donc permis d'augmenter le nombre d'insectes / cep et le nombre d'hyménoptères / cep collectés.

**Figure 4 :** Dynamique de capture des insectes en 2008, 2009 et 2011 en nombre d'insectes / cep (Insects captures dynamic in 2008, 2009 and 2011 in number of insects / plant)



Dans l'essai conduit en 2011 destiné à évaluer l'influence des tailles parcellaires (5 x 5 ceps et 25 ceps) sur le nombre d'insectes collectés, un rendement d'insecte par cep deux fois plus élevé fut observé sur les parcelles de 5 x 5 ceps en comparaison des parcelles de 25 ceps : respectivement 3,28 et 1,78 insectes par cep. Ce résultat est similaire aux deux dates de prélèvement d'insectes effectuées. Le test de Newman & Keuls confirma que le nombre d'insectes collectés sur les parcelles de 5 x 5 ceps était statistiquement plus élevé que sur les parcelles de 25 ceps [Prob(F) = 0,0042]. Le nombre moyen d'hyménoptères capturés était aussi quasiment deux fois plus important sur les parcelles de 5 x 5 ceps. En 2011, les résultats de l'essai destiné à évaluer l'influence du nombre de prélèvements par face et l'orientation des faces sur le nombre d'insectes collectés sont présentés dans le tableau 2. Le nombre d'insectes statistiquement le plus élevé (17,73 ins. /cep) fut obtenu avec deux aspirations sur chaque face (2 x Nord + 2 x Sud). Les prélèvements faisant appel à deux aspirations, quelles que soient les faces aspirées, montrèrent une collecte d'insectes statistiquement plus faible. Enfin, une seule aspiration montra le rendement d'insectes collectés statistiquement le plus bas : 3,63 ins. / cep. L'analyse des insectes collectés par face montra un nombre d'insectes collectés toujours plus élevée sur la face nord que sur la face sud.

D'après ces résultats, un prélèvement réalisé sur les Faces N + S semblait le plus homogène dans le temps et permettait d'obtenir une quantité plus importante d'insectes qu'un prélèvement en un seul passage. En protection conventionnelle, les faces des parcelles se trouvaient en vis-à-vis.

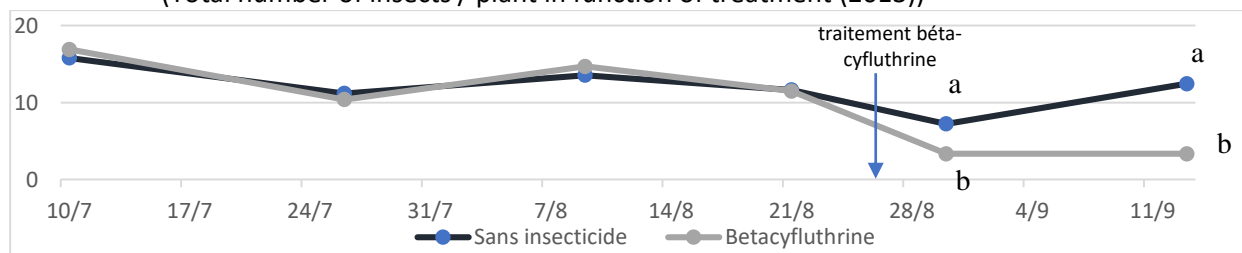
**Tableau 2 :** Effet de la face de collecte sur le nombre d'insectes capturés / cep à trois dates en 2011 (Effect of the side regarding the total number of insects caught / vine at 3 dates in 2011)

	Dates de prélèvement			Moyenne	N & K 5 %
	13/05	30/05	29/07		
Face S	6,00	2,60	2,30	3,63	C
Faces N + S	11,40	9,90	9,25	10,18	B
Faces S x 2	7,20	10,40	6,20	7,93	B
Faces (N + S) x 2	13,65	23,45	16,10	17,73	A
Face N rg1 + Face S rg2	5,40	14,70	7,05	9,05	B

En protections agrobiologique, intégrée et neutre, les faces prélevées étaient séparées d'au moins 1 rang. Pour des parcelles de 25 ceps comme de 30 ceps, l'analyse des données par face a montré une forte hétérogénéité entre les 2 parcelles de chaque modalité (Nord et Sud) en protection conventionnelle. Cette hétérogénéité n'était pas visible pour les parcelles séparées par un rang de garde. Le D-Vac® par le souffle et/ou le bruit semblerait donc perturber la face en vis-à-vis de celle sur laquelle a lieu le prélèvement. De manière à éviter toute perturbation par le D-Vac®, deux prélèvements successifs ne furent plus réalisés en vis-à-vis à compter de 2009.

Sur l'essai conduit en 2013, les deux modalités avec et sans insecticide montraient un nombre identique d'insectes capturés aux 4 premières dates d'aspirations (figure 5). 2 jours après le traitement  $\beta$ -cyfluthrine, la modalité sans insecticide montra un nombre d'insectes statistiquement plus élevé que celle avec insecticide. La collecte du 13 septembre confirma cette tendance dans le temps. Dans le détail, la  $\beta$ -cyfluthrine diminua le nombre de cicadelles *S. titanus* et *E. vitis*, ce qui engendra une diminution des insectes totaux sans écart statistique sur les hyménoptères.

**Figure 5 :** Nombre total d'insectes / cep en fonction du traitement (2013)  
(Total number of insects / plant in function of treatment (2013))



Dans les 2 essais réalisés en 2016, le nombre total d'insectes collectés était comparable sur l'ensemble des modalités à la première aspiration (4 jours après la 1<sup>ère</sup> application des préparations) (tableau 3). Lors de la seconde collecte d'insectes (4 jours après 2<sup>ème</sup> application), la modalité intégrant la  $\beta$ -cyfluthrine montra (non statistiquement) moins d'insectes que les autres modalités. Cette réduction d'insectes totaux était de nouveau due à la mortalité sur cicadelles alors que le nombre d'hyménoptères restait comparable entre les modalités. La notation suivante (4 jours après 3<sup>ème</sup> application) confirma cette tendance sur le premier essai mais montra à l'inverse un nombre total d'insectes statistiquement supérieur dans la modalité traitée 3 fois avec l'insecticide en comparaison des modalités jugées neutres. Dans le détail, cette modalité avec  $\beta$ -cyfluthrine montrait légèrement plus d'hémiptères, de diptères et d'autres insectes que la modalité similaire sans insecticide.

Les essais conduits en 2017 en protection conventionnelle montrèrent des dynamiques très différentes (tableau 4). En effet, alors que sur le 1<sup>er</sup> essai le nombre total d'insectes augmenta dès la 3<sup>ème</sup> aspiration jusqu'à tripler à mi-juillet, sur le 2<sup>ème</sup> essai ce nombre chuta dès mi-juin pour ne remonter que mi-juillet. Dans les deux contextes, les 3 aspirations réalisées après leur première application ne montraient aucune réduction du nombre d'insectes collectés avec aucun des 3 insecticides testés. Les deux dernières aspirations, après la seconde application, permis d'observer une chute du nombre total d'insectes collectés dans les deux essais. Le spinosad montra les diminutions les plus importantes, suivi du chlorpyrifos-méthyl puis de la  $\beta$ -cyfluthrine. Spinosad et chlorpyrifos-méthyl montrèrent une réduction statistique du nombre total d'insectes au 3 juillet dans le 1<sup>er</sup> essai. Seul le chlorpyrifos-méthyl réduisait le nombre d'hyménoptères dans ces essais à mi-juillet.

**Tableau 3 :** Nombre total d'insectes / cep en fonction du traitement (2016 – 2 essais)

[Total number of insects / plant in function of treatment (2016 – 2 trials)]

Essai	26/7 4 JAT-A		8/8 4 JAT-B		23/8 4 JAT-C	
	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %
folpel + fosétyl d'aluminium	15,9	a	8,9	a	14,35	A
ametoctradine + métirame + $\beta$ -cyfluthrine	15	a	6,6	a	10,1	A
ametoctradine + métirame	14,35	a	9,4	a	12,4	A
cyazofamide + disodium phosphate	14,65	a	11	a	14,95	A
sulfate de cuivre	13,3	a	8,15	a	14,55	A
Essai 2						
folpel + fosétyl d'aluminium	12,3	a	14,7	a	9,55	B
métoctradrine + métirame + $\beta$ -cyfluthrine	13,05	a	12,3	a	11,75	Ab
métoctradrine + métirame	11,45	a	15,85	a	9,25	B
cyazofamide + disodium phosphate	10,65	a	15,85	a	14,95	Ab
sulfate de cuivre	10,4	a	15,5	a	9,7	B

**Tableau 4 :** Nombre total d'insectes / cep en fonction du traitement insecticide (2017 – 2 essais)

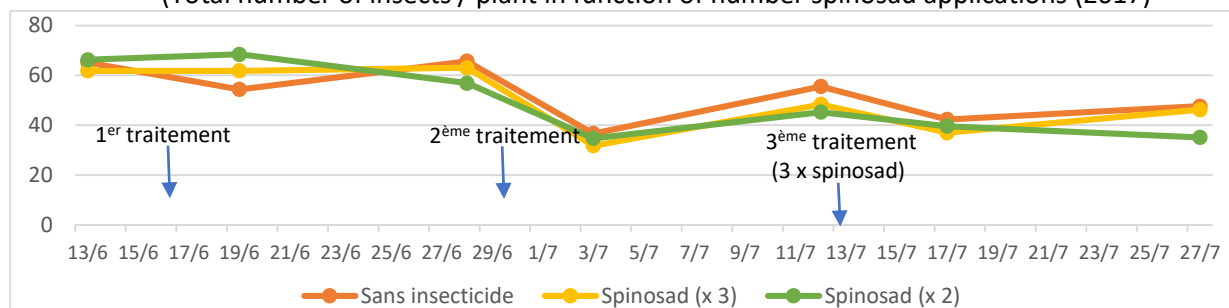
[Total number of insects / plant in function of insecticide treatment (2017 – 2 trials)]

Essai	13/6 -3 JAT-A		19/6 3 JAT-A		28-29/6 12 JAT-A		3/7 3 JAT-B		12/7 12 JAT-B	
	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %	nb total insectes	N & K 5 %
Sans insecticide	14,3	a	14	a	30,6	a	24,95	a	45,95	A
Spinosad	16,65	a	13,3	a	28,65	a	10,25	b	23,35	A
$\beta$ -cyfluthrine	15,95	a	14,75	a	23,75	a	13,85	ab	33,1	A
Chlorpyrifos-méthyl	15,9	a	14,4	a	29,75	a	8,7	b	32,05	A
Essai 2										
Sans insecticide	19,75	a	11,65	a	2,4	a	8,65	a	21,1	A
Spinosad	15,7	a	8,75	a	4,15	a	3,85	a	12,55	A
$\beta$ -cyfluthrine	20,25	a	8,75	a	2,55	a	8,35	a	23,15	A
Chlorpyrifos-méthyl	22,75	a	11,3	a	4,1	a	4,05	a	11,95	A

L'essai conduit en 2017 en protection agrobiologique ne montra aucune différence entre les modalités jusqu'au 2<sup>ème</sup> traitement insecticide (figure 6). Une chute des populations d'insectes fut observée le 3 juillet sur toutes les modalités, même sans insecticide. Lors de la remontée des populations d'insectes, le nombre total d'insectes de la modalité spinosad à 2 applications continua de diminuer (non significatif).

**Figure 6 :** Nombre total d'insectes / cep en fonction nombre traitements spinosad (2017)

(Total number of insects / plant in function of number spinosad applications (2017))



## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'étude méthodologique réalisée entre 2008 et 2011 a permis d'identifier plusieurs points d'optimisation des captures d'insectes par aspiration au D-Vac® en vigne.

En premier lieu, les collectes d'insectes par D-Vac® montrent de grandes variations en fonction des années et des parcelles étudiées. Ceci dit, le type de protection phytopharmaceutique modifie la quantité d'insectes capturés. De façon évidente, une vigne sans protection phytopharmaceutique ne renferme plus assez d'insectes. En comparaison des protections intégrée, conventionnelle et neutre, une

protection agrobiologique présente de très hauts niveaux de populations en cicadelles, ce qui déséquilibre la répartition entre les ordres d'insectes et confond l'efficacité des insecticides sur ces ordres avec l'écotoxicité. Le vignoble en protection intégrée présente également souvent une capture d'hémiptères plus faible que les trois autres protections. La conduite de ces essais en protections phytopharmaceutique neutre, conventionnelle voire agrobiologique apparaît donc préférable.

Une vitesse faible d'avancement lors de l'aspiration et un mouvement permettant au D-Vac® de 'balayer' l'ensemble des grappes et du feuillage augmentent le nombre d'insectes collectés. L'heure de prélèvement est sans effet sur le nombre d'insectes collectés.

Dans le vignoble étudié, des prélèvements réalisés toutes les 2 semaines de fin-juin à fin-août apportent une cinétique intéressante de suivi des insectes. Une taille de 5 ceps par parcelle élémentaire permet un nombre correct d'insectes capturés (hyménoptères inclus). Un minimum de 4 répétitions permet une analyse statistique des résultats obtenus. Un prélèvement réalisé sur les Faces Nord + Sud apparaît plus homogène qu'un prélèvement sur une seule face. En 2013, la mise en œuvre de cette méthodologie a permis d'observer qu'une seule application fin juillet de  $\beta$ -cyfluthrine n'était pas suffisante pour réduire statistiquement la population d'insectes collectés. Lorsque 3 applications de  $\beta$ -cyfluthrine furent réalisées en 2016, une tendance à réduire le nombre total d'insectes fut observé mais non systématique. En 2017, le spinosad et le chlorpyrifos-méthyl sont apparus plus écotoxiques que la  $\beta$ -cyfluthrine dans les 2 essais conduits. Toutefois, pour obtenir une baisse observable du nombre d'insectes capturés, deux applications minimum (voire trois) furent nécessaires. Parfaitement compatible avec les essais de mesure d'efficacité biologique, cette méthodologie va permettre de générer des données sur les impacts des préparations phytopharmaceutiques en utilisation pratique, en comparaison d'une substance active à l'écotoxicité mesurable (référence positive). La référence spinosad est utilisable en agricultures biologique et conventionnelle. La référence chlorpyrifos-méthyl n'est utilisable qu'en conventionnel. Au-delà du nombre total d'insectes présenté dans cet article, une analyse des insectes par ordre et par morpho-espèces en infra-ordre permet d'étudier l'interaction entre les insectes cibles (hémiptères notamment), les insectes non-cibles (hyménoptères notamment) et les préparations phytopharmaceutiques (Bailly-Maitre, 2017).

## REMERCIEMENTS

Ce travail méthodologique a été financé par Cotesia grâce au dispositif crédit-impôt recherche.

Les auteurs remercient les viticulteurs partenaires ainsi que les stagiaires ayant participé à cette étude (Audrey Petit, Sébastien Bru, Elodie Hons, Melissa Zill, Paul Tanguy et Agnès Bailly-Maitre).

## BIBLIOGRAPHIE

- Aversenq S. 2007 – Méthodologie d'étude des effets cumulatifs des interventions phytosanitaires sur les entomophages en culture. Rapport final du réseau thématique, ACTA, novembre 2007, 24 pp.
- Bailly-Maitre A. 2017 – Utilisation du concept de morpho-espèces dans l'étude d'impacts potentiels de trois préparations insecticides sur les micro-Hyménoptères en vigne. Poster à présenter à la 11<sup>ème</sup> CIRAA, AFPP.
- Decante D., Leeuwen C. van, Helden M. van, 2009 - Influence of plot characteristics and surrounding vegetation on the intra-plot spatial distribution of *Empoasca vitis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 11, 377-387.
- Kreiter S., Sentenac G. 2004 – Méthode pour l'évaluation des effets non intentionnels à moyen terme sur les Phytoseiidae (=Typhlodromes) de la vigne des préparations phytopharmaceutiques utilisées en traitement des parties aériennes. AFPP, Commission des essais biologiques, méthode n° 167, 46 pp.
- Rafalimanana H.J. 2003 - Evaluation des effets insecticides sur deux types d'Hyménoptères auxiliaires des cultures, l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) et des parasitoïdes de pucerons : études de terrain à Madagascar et de laboratoire en France. *Thèse pour le doctorat de l'institut national agronomique* Paris Grignon, 207 pp.
- Roth M. 1963 - Comparaison de méthodes de capture en Écologie entomologique », *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole Française*, 62 (3), 177-197.