

AFPP – ÉCOLOGIE CHIMIQUE :
NOUVELLES CONTRIBUTIONS À LA PROTECTION DES CULTURES CONTRE LES RAVAGEURS
MONTPELLIER – 24 OCTOBRE 2017

RAK[®], UN MOYEN DE LUTTE QUI FAVORISE L'ENTOMOFAUNE AUXILIAIRE ENDOGENE

S. LEBLOND ⁽¹⁾, J. VILLENAVE-CHASSET ⁽²⁾, V. JOULIA-GUIGNARD ⁽³⁾, P-A. LARDIER ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ BASF France division agro, 21 chemin de la sauvegarde, 69130 Ecully - France - sandrine.leblond@basf.com

⁽²⁾ Flor’Insectes, 266 Rue du Village, 76560 Ancourteville-sur-Héricourt – France - johanna_villenave@hotmail.com

⁽³⁾ BASF France division agro, 21 chemin de la sauvegarde, 69130 Ecully – France - valerie.joulia-guignard@basf.com

⁽⁴⁾ BASF France division agro, 21 chemin de la sauvegarde, 69130 Ecully – France - pierre-antoine.lardier@basf.com

RÉSUMÉ

Depuis la saison 2015, BASF a mis en place un suivi de la faune auxiliaire dans des parcelles traitées par confusion sexuelle avec Rak[®]. Cette étude montre au vignoble une grande richesse en insectes utiles : 427 espèces collectées dont 85% sont considérées comme des auxiliaires de la viticulture et donc participent au contrôle des ravageurs. Réalisé sur 30 pieds de vigne par observation directe, piégeage (Pot Barber[®]) et collecte (filet, aspirateur), sur l’inter-rang (si enherbé) et dans les haies à proximité (si présente), le protocole a été suivi sur 25 sites dans des exploitations viticoles du Sud-Ouest avec le support technique du laboratoire Flor’Insectes. Il en ressort que les parcelles traitées Rak[®] montrent significativement plus d’auxiliaires que les autres. Des conseils d’aménagement du vignoble et de ses abords sont également proposés pour favoriser les insectes utiles dans les domaines étudiés. Cette étude poursuivie en 2016 dans la même région sera étendue à d’autres vignobles en 2017.

Mots-clés : confusion sexuelle Rak[®], faune auxiliaire, aménagement du vignoble, lutte insecticide.

ABSTRACT

RAK[®], A PEST CONTROL TOOL TO DEVELOP THE LOCALY EXISTING BENEFICIALS

Since 2015 season, BASF has started a survey to follow beneficials in Rak[®] treated vineyards. This study shows a great diversity of beneficials : 427 different species collected in which 85% are beneficials in grapes and also participate to the control of pests. Realized on 30 vines plants directly observed, by trapping (Barber[®]’s traps), and by collection (net, aspirator), in between rows (if covered by herbaceous) and in the neighbouring hedges (if existing), the protocol has been run in 25 sites in south-west of France vineyards with the technical support of Flor’insectes laboratory. It’s clearly demonstrated that vineyards protected with Rak[®] statistically show more beneficials than other. Then advises are also proposed to favour beneficial insects in the vineyards and edges of the “studied châteaux”. This study has also been run in 2016 in the same region and will continue in other regions in 2017.

Keywords : Rak[®] mating disruption, beneficials, fit up the vineyards, insects control.

INTRODUCTION

La lutte contre les vers de grappe est une pratique nécessaire dans la plupart des vignobles français du fait de la présence principalement de populations d'Eudémis (*Lobesia botrana*) et de Cochylys (*Eupoecillia ambiguella*) afin d'éviter que leurs larves ne provoquent des dégâts au vignoble (STOCKEL J.&al., 2000). Si la lutte insecticide conventionnelle est encore couramment employée, la confusion sexuelle se développe chaque année davantage et propose une solution à la fois efficace et qui correspond aux objectifs plus récents de l'agro-écologie.

La confusion sexuelle consiste à brouiller la communication entre les mâles et les femelles des espèces de vers de grappe en saturant la vigne de phéromones de synthèse spécifiques et ainsi à perturber le comportement amoureux des papillons. En effet, les ravageurs femelles émettent un mélange phéromonal destiné à guider le mâle jusqu'à elles pour permettre leur accouplement. Des pontes qui en résultent, naissent des larves qui vont provoquer de lourds dégâts sur les inflorescences et les baies de raisin : destruction quantitative de la production mais surtout destruction qualitative en favorisant le développement du botrytis et autre *Aspergillus*. Avec la confusion sexuelle, les populations de ravageurs ne se développent plus et les dégâts sont donc très limités.

La méthode Rak® prévoit de disposer 500 diffuseurs/ha au printemps pour contrôler les différentes générations qui se succèdent au cours d'une campagne viticole. Au fil des années d'utilisation de la méthode, les populations de vers de grappe diminuent (Kehrli R.& al., 2011).

Mais quel est l'impact de la confusion sexuelle sur l'entomofaune au vignoble ? Quel est l'impact sur les autres ravageurs et sur les insectes auxiliaires ? Si quelques études ont montré que la lutte spécifique contre les vers de grappe ne provoquait pas l'explosion des populations de ravageurs non visés par les phéromones, peu décrivent l'impact de ce moyen de lutte sur les auxiliaires.

Au sein du programme BiodiversID notamment, notre société a développé des compétences et des partenariats dont nous avons usé pour évaluer la biodiversité présente dans le vignoble, montrer l'intérêt de la lutte par confusion sexuelle avec Rak® pour favoriser l'entomofaune auxiliaire endogène, et également proposer des solutions pratiques pour l'aider à se développer. Ce programme est un réseau de 50 exploitations agricoles existant depuis 2011 et qui suit des indicateurs de biodiversité, de pratiques et de qualité des milieux afin de proposer comment adjoindre activité agricole et respect de la biodiversité.

MATERIEL ET MÉTHODE

Présentation générale

En 2015 et 2016, une étude de l'entomofaune auxiliaire a été lancée sur plusieurs sites du sud-ouest de la France. Plusieurs zones d'étude ont été suivies pour couvrir différents contextes culturels (Médoc, Graves – Sauternes, Libournais - Saint-Emilion, Monbazillac et Gers). L'objectif était de comparer, sur chaque site, une parcelle confusée et une parcelle non confusée. En 2015, 25 sites (48 parcelles) ont été étudiés, à raison de 5 relevés sur la période de mai à septembre. En 2016, 29 sites (47 parcelles) ont été suivis au travers de 4 observations de juin à septembre.

Les éléments de conduite d'exploitation ont été recensés auprès des viticulteurs : traitements insecticides réalisés dans l'année des relevés, historique de la confusion, résultats des piégeages alimentaires, sexuels et comptages des tordeuses déjà réalisés.

Collecte des arthropodes

Différentes méthodes d'observations et de relevés ont été mises en place, en suivant la méthode Auximore dans les différentes modalités. Ainsi, sur 30 pieds de vigne autour du diffuseur ont été réalisées des observations visuelles et des photographies. De plus, sur 30 autres pieds de vigne, un aspirateur à insectes a été utilisé pour collecter les insectes volants dans le feuillage dans la vigne. 1 pot Barber® a été placé sur chaque parcelle pour collecter les rampants dont les Carabidae, araignées et staphylyns. Enfin, pour les exploitations du programme BiodiversID, on a utilisé un filet à main renforcé (200 coups) pour collecter les insectes volants dans les inter-rangs enherbés, et/ou dans la haie à proximité, s'ils étaient présents.

Identification des auxiliaires

Tous les insectes recueillis ont été stockés dans de l'alcool à 70°.

La priorité de l'identification a été donnée aux groupes présentant le plus grand nombre d'auxiliaires et qui sont les plus connus sur vigne. Ainsi les familles de parasitoïdes des ravageurs sur vigne, les coccinelles, les chrysopes, les hémérobes, les carabidés, les punaises prédatrices, les cantharides, les araignées et les opilions (faucheux) ont été identifiés jusqu'au genre voire espèce (Bagnée & Branquart, 2000 ; Mazel *et al.*, 2006 ; Sentenac *et al.*, 2011 ; Roger *et al.*, 2014). D'autres groupes d'intérêt patrimonial et indicateurs de biodiversité ont été observés et identifiés : les odonates et les lépidoptères diurnes.

Analyses statistiques

Afin de comparer les peuplements d'auxiliaires qui sont considérés pour la plupart comme des indicateurs de biodiversité (Fournier E., 2000 ; Thierry *et al.*, 2005), un indice de biodiversité a été calculé, **l'indice de Shannon-Weiner**. Cet indice mesure la diversité spécifique du peuplement, et prend en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre (c'est l'indice le plus utilisé en écologie).

$H' = -\sum pi * \log_2(pi)$ avec pi = abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon

$pi = qi/Q$ avec qi l'effectif de la population d'une espèce i

Cet indice varie de 0 à $\log F$. S'il est égal à 0, cela veut dire qu'une seule espèce est représentée sinon, s'il est égal à $\log F$ cela veut dire que toutes les espèces ont la même abondance.

D'autres analyses statistiques ont été réalisées afin d'étudier l'impact des Rak® sur le peuplement d'auxiliaires comme **le test de comparaison de deux moyennes** (échantillons indépendants). Ainsi pour comparer deux échantillons indépendants, grands $n > 30$, on utilise la loi t de Student. La robustesse augmente avec la taille de l'échantillon.

$t = (moyenne1 - moyenne2) / \sqrt{(variance1/n1) + (variance2/n2)}$ avec $\alpha = 0,05$

Les différentes modalités comparées pour les tests statistiques sont décrites dans le tableau I.

Tableau I : liste des différentes modalités utilisées pour les différents tests statistiques et analyses /
List of the modalities used for analytical tests and statistics.

MODALITE	DETAIL
RAK® 0	Parcelle confusée avec Rak® sans traitement complémentaire contre les tordeuses
RAK® 1	Parcelle confusée avec Rak® avec 1 traitement complémentaire contre les tordeuses
RAK® 2	Parcelle confusée avec Rak® avec 2 traitements complémentaires contre les tordeuses
RAK®	Parcelle confusée avec Rak® (avec ou sans tout type de traitement complémentaire contre les tordeuses ou contre la cicadelle de la flavescence dorée)
RAK® 0 + FLAV	Parcelle confusée avec Rak® avec 1 ou plusieurs traitements complémentaires contre la cicadelle de la flavescence dorée
REFERENCE	Parcelle de référence non confusée Rak® (avec tout autre type de traitement insecticide possible)
RAK® + RIEN	Parcelle confusée avec Rak® avec ou sans tout type de traitement complémentaire et sans inter-rang enherbé ou haie à proximité
RAK® + BE	Parcelle confusée avec Rak® avec ou sans tout type de traitement complémentaire et avec présence d'inter-rang enherbé à proximité
RAK® + H	Parcelle confusée avec Rak® avec ou sans tout type de traitement complémentaire et avec présence de haie à proximité
RAK® + BE + H	Parcelle confusée avec Rak® avec ou sans tout type de traitement complémentaire et avec présence d'inter-rang enherbé et de haie à proximité

RESULTATS ET DISCUSSION

Les sites choisis sont représentatifs des stratégies de lutte régionale. En effet, En 2015, environ 2/3 des sites ont une pression tordeuses moyenne, la méthode RAK® suffit pour contrôler cette pression (Figure 1). Sur les sites en lutte obligatoire cicadelle de la flavescence dorée (CFD), 1 ou 2 traitements insecticides sont réalisés. Dans les situations de très forte pression tordeuses, un ou deux traitements complémentaires (conventionnels ou en bio-contrôle) contre les tordeuses ont pu être nécessaires. A noter que l'usage de Bt peut entraîner un nombre supérieur de traitements tordeuses (peu de persistance). En 2016, les situations de moyenne pression tordeuse représentent 60% des cas et 40% sont en forte pression (Figure 2). En effet, la méthode de confusion prévoit qu'en cas de forte pression vers de grappe constatée en cours de saison, il est nécessaire d'apporter un renfort insecticide avec des traitements complémentaires vers de grappe (biocontrôle comme le *Bacillus thuringiensis* ou conventionnel). Par ailleurs, et selon la zone géographique, 1 à 3 traitements insecticides peuvent aussi être faits en lutte obligatoire cicadelle de la flavescence dorée.

Figure 1: Stratégie régionale de lutte contre la tordeuse et la cicadelle de la flavescence dorée (CFD) en 2015 / Regional grape berry moth and leafhopper (CFD) strategy in 2015

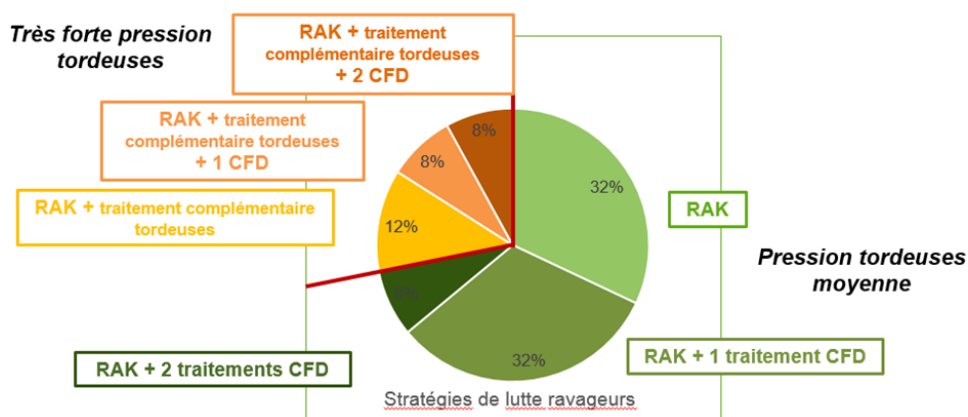
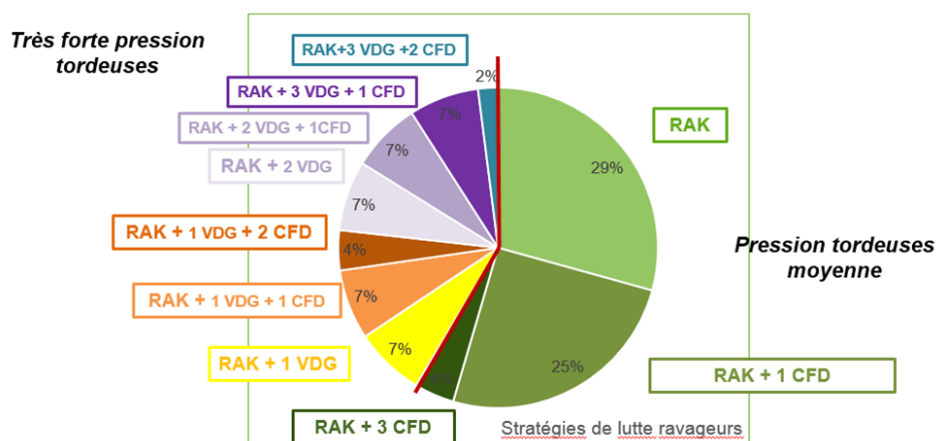
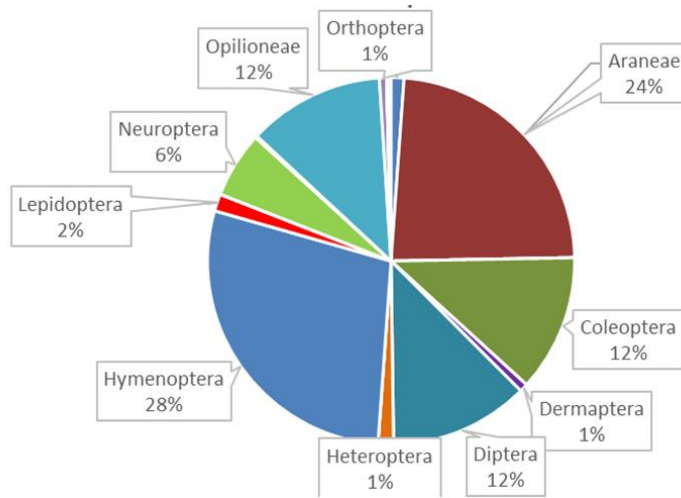


Figure 2 : stratégie régionale de lutte contre les tordeuses (VDG) et la cicadelle de la flavescence dorée (CFD) en 2016 / Regional grape berry moth and leafhopper (CFD) strategy in 2016



Les paysages viticoles sont des écosystèmes riches de biodiversité. En effet, en 2015 et 2016, ont été recensés au total 16175 individus, représentant 619 espèces ou genres, 139 familles et 18 ordres. De plus, 85% de ces espèces sont des auxiliaires de la vigne (Figure 3).

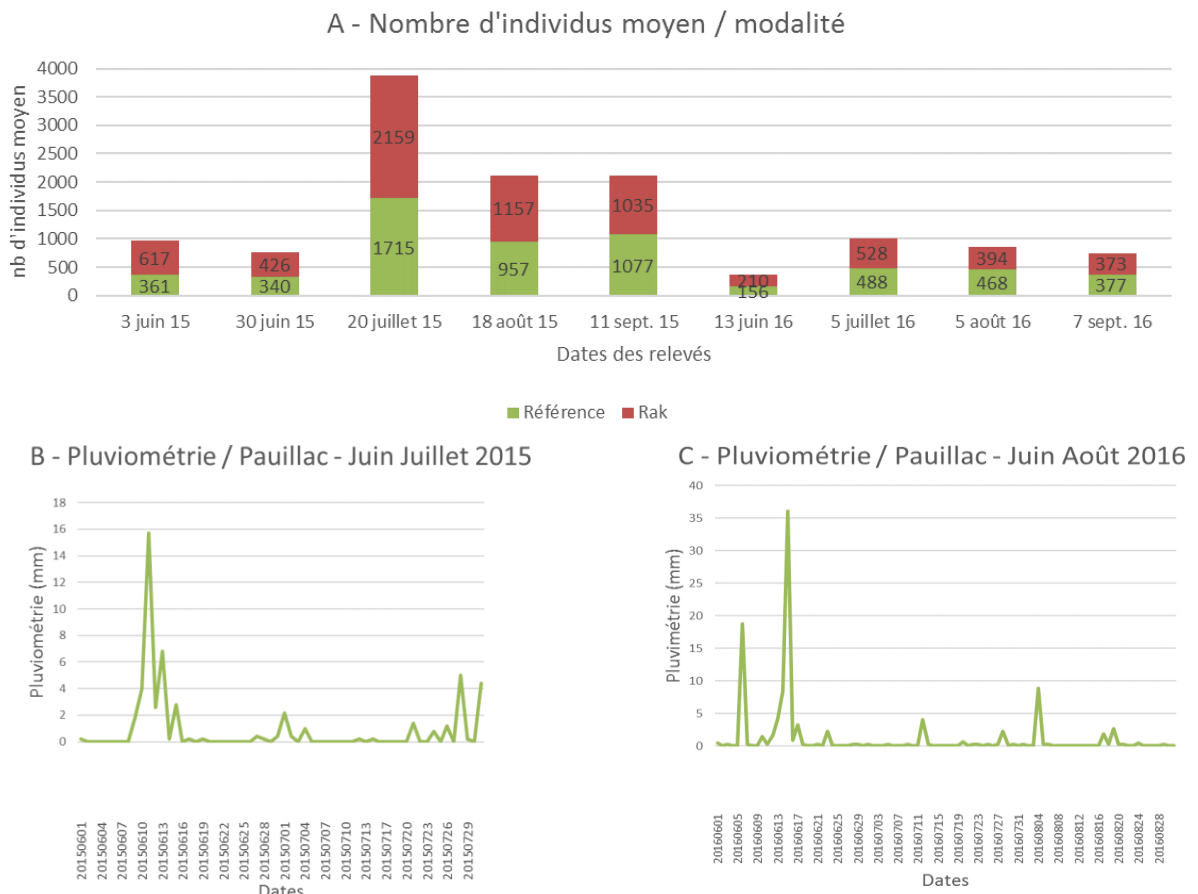
Figure 3 : répartition des ordres prélevés en 2015 et 2016 / Repartition of orders sampled in 2015 and 2016



Une influence forte des conditions climatiques.

De manière générale, les auxiliaires ont été plus présents en 2015 qu'en 2016. En effet, entre mai et juillet 2016 (Figure 4), la pluviométrie a été supérieure de 40% à la même période en 2015, et pour le seul mois de juin cette différence est de 120%. Si l'on considère les prélèvements réalisés dans les parcelles confusées et témoin, communes à 2015 et 2016 (donc 23 sites), le nombre d'individus a été maximal pour les prélèvements de juillet, puis août et septembre 2015, les plus faibles prélèvements ayant été réalisés à la période la plus pluvieuse (13 juin 2016).

Figure 4 : (A) nombre d'individus récoltés par modalité en 2015 et 2016 et pluviométrie (mm) – Station de Pauillac (B) en 2015 et (C) en 2016 / (A) Number of individuals sampled per modality in 2015 and 2016 and pluviometry (mm) – Pauillac station (B) in 2015) and (C) in 2016.



Par contre l'ordre d'importance et de présence des espèces est presque similaire au cours des deux années. Les conditions météorologiques humides et fraîches en juin semblent avoir impacté surtout les araignées, mais moins les chrysopes en proportion. On ne retrouve pratiquement plus de *Heliophanus* C.L. Koch et beaucoup moins de *Salticus scenicus* Clerck (araignées Salticidae, xérophile). Les forficules sont moins nombreux et moins représentés. Chez les Hyménoptères parasitoïdes, les genres identifiés et collectés ne sont pas représentés dans les mêmes proportions, par exemple *Oomyzus* Fonscolombe (Eulophidae), parasitoïde de Lépidoptères tels que les tordeuses, très présent en 2015, est « remplacé » par *Aphaetera* Förster (Braconidae), parasitoïde de mouches, plus nombreuses en 2016 (Figure 5 et Figure 6). Pour les rampants (pots Barber®), la différence entre 2015 et 2016 est beaucoup moins importante voire insignifiante. L'impact de la forte pluviométrie du printemps 2016 a été nul pour les arthropodes rampants tels que les arachnides. Les *Carabidae* étaient toutefois moins nombreux en juin, mais ils sont sortis en grande quantité quand les conditions ont été plus favorables de juillet à septembre.

Figure 5 : Cumul de la somme des individus des principales espèces collectées dans le feuillage des vignes en 2015/Sum of individuals of principal species sampled on the wine leaves in 2015

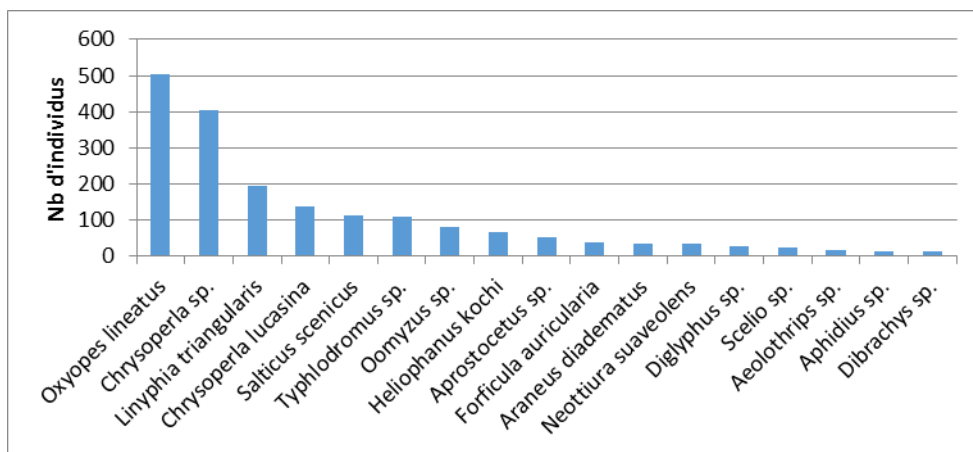
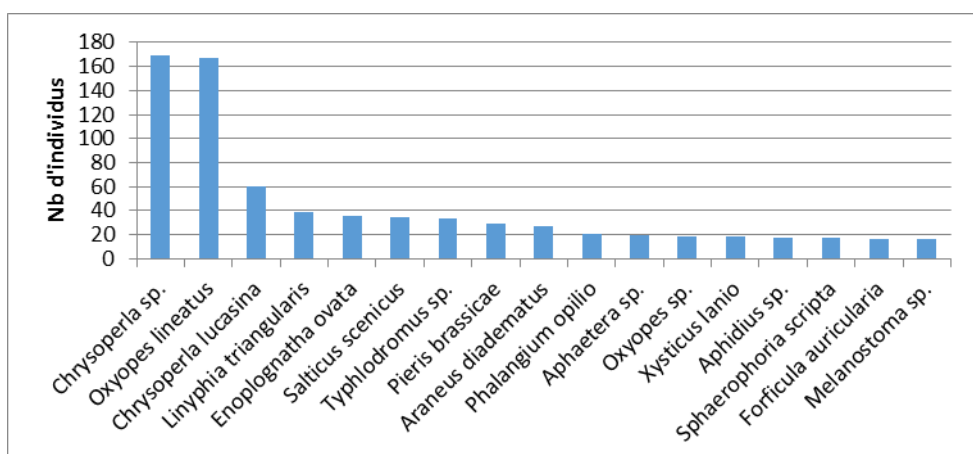


Figure 6 : Cumul de la somme des individus des principales espèces collectées dans le feuillage des vignes en 2016/Sum of individuals of principal species sampled on the wine leaves in 2016



En ce qui concerne l'importance relative de l'entomofaune en fonction de la protection insecticide réalisée dans les différents vignobles, l'observation des résultats des 2 campagnes permet de tirer les enseignements suivants (Tableau II). Les parcelles en stratégie de lutte RAK® ont significativement plus

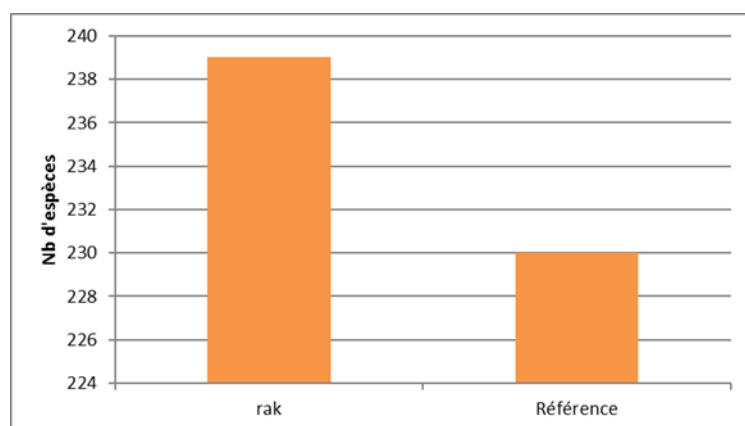
d'auxiliaires sur le feuillage des vignes et dans les pots Barber® que les parcelles de référence (non confusées). L'ajout à la confusion d'un ou deux traitements contre la cicadelle ou les tordeuses n'entraîne pas de différence significative sur les abondances d'auxiliaires par rapport aux parcelles avec Rak® sans complément insecticide, en cumulant 2015 et 2016 (vigne et Barber®). Plus précisément cette différence significative existe pour un traitement complémentaire en 2015 et pour deux traitements complémentaires en cumulant les données 2015 et 2016. Une troisième année de suivi sera importante afin de conforter ce résultat.

Enfin, si l'on compare les parcelles traitées Rak® avec ou sans un complément insecticide (destiné à renforcer la lutte contre les vers de grappe et/ou à la lutte contre les CFD), à celles non confusées avec le même programme insecticide (RAK® vs REFERENCE), on observe une différence significative en faveur des parcelles confusées en ce qui concerne les auxiliaires car $t > t_{cr}$ (voir également en nombre d'espèces dans la Figure 7).

Tableau II : Calculs du test statistique t de Student pour comparaison de deux échantillons indépendants selon différentes modalités pour les échantillons récoltés sur les vignes et dans les pièges Barber®, en 2015 et 2016/Calculation of Student t test for comparison of two independent samples following different modalities and for the samples on vine leaves and in Barber® traps, in 2015 and 2016

Modalités comparées	Calcul de t	Tcr	Nb d'échantillons	Analyse statistique
RAK® 0 / REFERENCE	3.232	1.984	Nrak = 114 Ntémoin = 258	s
RAK® 0 / RAK® 0 + FLAV	- 0.609	1.984	Nrak = 114 Ntémoin = 118	ns
RAK® 0 / RAK® 1 + RAK® 2	1.696	1.984	Nrak = 114 Ntémoin = 153	ns
RAK / REFERENCE	5.596	1.972	Nrak = 230 Ntémoin = 151	s

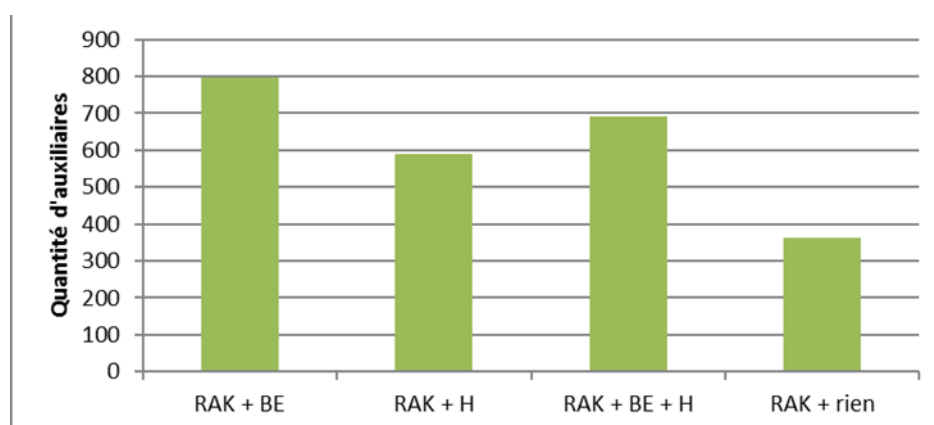
Figure 7 : Comparaison du nombre d'espèces collectées dans les parcelles Rak® et les parcelles de référence dans les vignes + Barber® (2015 et 2016)/Comparision of number of species sampled in Rak® and reference fields, in vine and Barber® (2015 and 2016)



Rôle de l'environnement et du contexte parcellaire.

Nos observations d'auxiliaires ont été réalisées dans des contextes parcellaires variés, avec des environnements plus ou moins favorables à la biodiversité, avec présence ou non d'enherbement et présence ou non de haie. Sur un échantillon réduit (12 châteaux, donc 3 châteaux pour chaque modalité) présents dans l'étude en 2015 et 2016), nous avons utilisé nos indicateurs pour comparer les parcelles Rak® avec haie et enherbement avec des parcelles Rak® sans aménagement. Des différences apparaissent statistiquement sur la quantité d'auxiliaires en faveur des aménagements (Figure 8 et Tableau III).

Figure 8 : Quantité d'auxiliaires en parcelles Rak®, sur vignes et Barber®, sur 3 châteaux pour chaque type de paysage, en 2015 et 2016./Quantity of beneficals in Rak® fields, on vine and Barber®, for 3 vineyards for each type of countryside, in 2015 and 2016

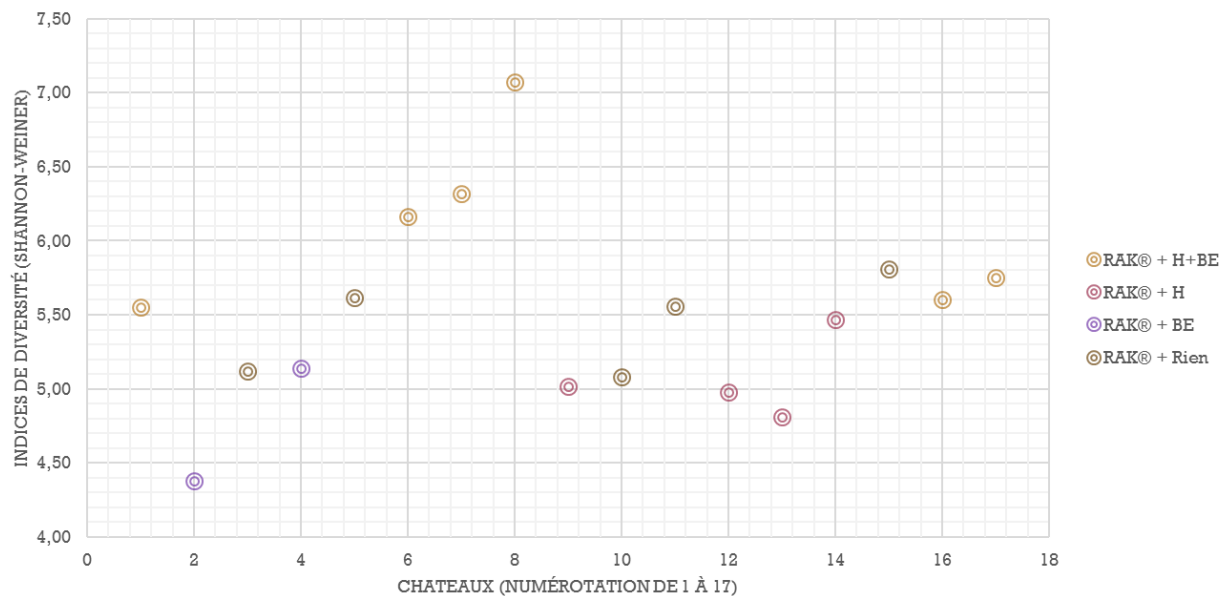


Ainsi, le t de Student permet de différencier les types d'aménagement et de mettre en évidence que les haies et/ou l'enherbement de l'inter-rang sont favorables au développement des populations d'auxiliaires en termes de quantité. Il semble donc que dans les parcelles confusées, la présence de haies ou d'inter-rangs enherbés, ou des deux, améliore significativement l'abondance d'auxiliaires. Ce qui renforce les études sur l'intérêt du rôle du paysage en tant qu'habitats nécessaires aux cycles bio-écologiques des auxiliaires (Helden & Decante, 2002 ; Villenave-Chasset, sous presse). Ce qui est confirmé dans la figure 9 où l'on voit les parcelles avec haies et enherbement de l'inter-rang avec les meilleurs indices de biodiversité de Shannon-Weiver (en rouge). Par contre, les calculs d'indices montrent plus difficilement l'impact de la haie seule (en bleu) ou de la bande enherbée seule (en vert) sur la diversité d'auxiliaires. Pour augmenter la diversité, il faudrait ainsi augmenter le nombre de strates végétales, ce qui est en concordance avec de nombreuses études (Barbault, 1992).

Tableau III : Résultats du test statistique de la Loi t de Student selon la présence ou non de différents types d'aménagements paysagers en bordure de parcelles Rak® en 2015 et 2016, sur vigne et Barber®, sur la quantité d'auxiliaires./Statistical Student test result concerning the presence or not of ecological areas close to Rak® vineyards in 2015 and 2016, on wine and Barber®, on beneficial quantity.

Modalités comparées	Calcul de t	Tcr	Nb d'échantillons	Analyse statistique
RAK® + H + BE / RAK® + RIEN	2.878	2.052	N1 = 27 N2 = 44	s
RAK® + H / RAK® + RIEN	2.322	2.015	N1 = 62 N2 = 44	s
RAK® + BE / RAK® + RIEN	2.962	2.015	N1 = 27 N2 = 44	s

Figure 9 : indices de biodiversité de Shannon-Weaver calculés pour les parcelles Rak® de 17 châteaux en fonction des infrastructures écologiques présentes. /Shannon-Weaver biodiversity index for Rak® fields of 17 vineyards in function of ecological areas close to fields.



CONCLUSION

Le premier constat que l'on peut faire c'est que le vignoble est globalement un milieu cultivé avec une entomofaune auxiliaire abondante.

La confusion sexuelle Rak® permet de favoriser la présence des auxiliaires endogènes en nombre d'individus et en richesse spécifique par rapport aux parcelles non confusées, à la fois sur le feuillage de la vigne et dans les pièges trappes de Barber®. Ainsi, ces espèces naturellement présentes dans les parcelles de vigne limitent le développement des ennemis potentiels de la vigne.

Dans notre étude, il semble que le programme insecticide réalisé en complément (soit sur vers de grappe, soit sur cicadelles de la flavescence dorée) n'a pas un impact majeur sur les populations d'insectes auxiliaires. En effet, l'application d'1 ou 2 insecticides en complément de la confusion ne permet pas de montrer de différence statistique avec les indicateurs que nous avons utilisés. Ce résultat pour encourageant qu'il soit nous interpelle et demande à être vérifié dans le cas d'une étude spécifique à mener dans les prochaines années, car nous avons été contraints de regrouper des protections insecticides variées et n'avons pas pu faire toutes les comparaisons carrées souhaitables.

Enfin, il apparaît clairement que l'aménagement de l'environnement des parcelles de vigne est un enjeu clé pour favoriser la richesse de l'entomofaune. En effet, les paysages viticoles les plus complexes, les plus diversifiés ont fourni les faunes les plus diversifiées comportant des espèces rares et des nombres d'individus plus importants.

De façon plus large le programme BiodiversID, mené en partenariat avec de nombreux experts, permet aux agriculteurs et viticulteurs partenaires (au nombre de 50) de réaliser un diagnostic de leurs pratiques et de la qualité de leur environnement, de se former et d'apporter à leurs exploitations des évolutions utiles à la biodiversité à proximité et dans leurs parcelles. Il est donc ainsi possible de prouver que l'on peut conjuguer une agriculture rentable et un respect de la biodiversité, deux piliers essentiels de l'Agroécologie. Ces études se poursuivent en 2017 de manière élargie à d'autres vignobles (du sud-est de la France notamment).

REMERCIEMENTS

Nous remercions les domaines viticoles et organisations agricoles ayant participé à l'étude.

BIBLIOGRAPHIE

AUXIMORE, guide de terrain, <http://unebetedansmonchamp.fr/wp-content/uploads/2014/11/Guide-de-terrain-Auximore-VF.pdf>, 2014.

BARBAULT, R., 1992. *Écologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution*, Paris, Masson.

BAUGNEE J.-Y. & BRANQUART E., 2000 : Clef de terrain pour la reconnaissance des principales coccinelles de Wallonie (Chilocorinae, Coccinellinae et Epilachninae). Jeunes & Nature asbl et Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 43 pp. + annexes.

FOURNIER E., 2000 : Des insectes indicateurs de la restauration de la biodiversité en milieu agricole intensif. Le Cas des Carabidés de France, *Insectes* 118(3) : 5-8.

HELDEN VAN M. & DECANTE D., 2002 : Les zones écologiques réservoirs (ZER) : un moyen pour gérer les ravageurs ? 6^e Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture AFPP Montpellier : 53-61.

KEHRLI R., PASQUIER D., CHARMILLOT P.-J., 2011 : 25 years of mating disruption in Switzerland (communication personnelle), In IOBC/WPRS Meeting Working group "Integrated protection and production in viticulture" (2011/10/02-05; Lacanau, FRA)

MAZEL R., CANARD M. & THIERY D., 2006 : Clés synoptiques des Chrysopidae de France (Neuroptera). *RARE* XV (1) : 29-45.

ROGER J.L., JAMBON O., BOUGER G., 2014 : *Clé de Détermination des Carabidés – Paysages agricoles du Nord-Ouest de la France*. Université de Rennes, 256p.

SENTENAC G., 2011 : *La Faune Auxiliaire des Vignobles de France*. France Agricole. 423p.

SHANNON, C. E., WEAVER, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, Ill.

STOCKEL J., BOUDON-PADIEU E., ESMEJAUD D., KREITER S., ROEHRICH R., SFORZA R., VAN HELDEN M., 2000 : *Les ravageurs de la vigne*, Ed. Féret, 231p.

THIERY D., DEUTSCH B., PAULIAN M., VILLENAVE J. & CANARD. M., 2005: Quantifying biodiversity in ecosystems by green lacewing assemblages. I. A valuable method to do (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). *Agronomy for Sustainable Development* 25: 473-479.

VILLENAVE J., 2006 : Etude de la bio-écologie des Névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Thèse, Université d'Angers, France. 227 p.

VILLENAVE-CHASSET J. & DENIS A., 2013 : Etude des pollens consommés par les Chrysopes (Neuroptera, Chrysopidae) et les Syrphes (Diptera, Syrphidae) dans l'Ouest de la France. *Symbioses* 29 : 17 – 20.

VILLENAVE-CHASSET J., 2017 : *Biodiversité Fonctionnelle – Protection des Cultures et Auxiliaires Sauvages*. France Agricole, AgriProduction, 150p.