

**ETUDE DES IMPACTS DES RAK ET DU PAYSAGE SUR L'ENTOMOFAUNE AUXILIAIRE DANS LES
VIGNOBLES DU SUD-OUEST (ANNEES 2015-2018)**

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

⁽¹⁾ Flor'Insectes, 266 Rue du Village, 76560 Ancourteville-sur-Héricourt – France -
johanna_villeneuve@hotmail.com

⁽²⁾ BASF France division agro, 21 chemin de la sauvegarde, 69130 Ecully - France -
sandrine.leblond@basf.com

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

RÉSUMÉ

Rak® et entomofaune auxiliaire en viticulture : La biodiversité, une réalité dans les parcelles confusées - Résultats de 4 ans de suivi (de 2015 à 2018) sur 41 sites

De 2015 à 2018, BASF France division Agro a mis en place un suivi de la faune auxiliaire dans des parcelles en confusion sexuelle avec Rak®. Cette étude montre au vignoble une grande richesse en insectes utiles : 25 363 individus ont été observés, 197 familles et 800 espèces différentes identifiées. Sur chaque site, 2 parcelles sont comparées, une en confusion sexuelle, l'autre avec un programme insecticide (en agriculture conventionnelle ou en agriculture biologique). Il en ressort que les parcelles traitées en confusion sexuelle présentent une diversité et une abondance d'auxiliaires plus importantes. La biodiversité reste toutefois élevée dans les parcelles confusées qui ont reçu des traitements insecticides lorsque le paysage est complexe. On démontre qu'il existe une différence significative entre les quantités d'auxiliaires observées entre les parcelles confusées qui disposent d'inter-rangs enherbés et de haies, et celles sans aménagement. Des conseils d'aménagement du vignoble sont proposés pour favoriser les insectes utiles dans le cadre du programme BiodiversID.

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

SUMMARY

Rak® and auxiliary arthropods in vineyards: biodiversity, a reality in confused plots. Results of 4 years of monitoring (2015 to 2018) in 41 sites.

From 2015 to 2018, BASF France division Agro implemented monitoring of auxiliary wildlife by sexual confusion with Rak® in vineyards. This study shows the crops a great wealth of beneficial insects: 25,363 individuals were observed, 197 families and 800 species identified. At each site, 2 plots are compared, one in Rak®, the other with an insecticide program (in conventional agriculture or organic agriculture). This indicates that the Rak® treated plots have a greater variety and abundance of auxiliaries. However, biodiversity remains high in confused parcels that have received insecticide treatments when the landscape is complex. It is shown that there is a significant difference between the quantities of auxiliaries observed between the confused plots with row spacing and hedgerows, and those without development. Vineyard management are proposed to promote beneficial insects in the BiodiversID program.

Keywords: Rak® sexual confusion, auxiliary fauna, vineyard management, insecticide control

Introduction

L'entreprise BASF, dans le cadre de son programme BiodiversID, créé en 2011 et mené en partenariat avec de nombreux experts, accompagne de façon concrète les agriculteurs et viticulteurs volontaires dans l'analyse et l'amélioration de leurs pratiques afin d'apporter à leur exploitation des évolutions utiles à la biodiversité.

BASF a ainsi souhaité étudier l'intérêt de la confusion sexuelle par diffuseurs de phéromones vis-à-vis de la biodiversité et notamment des populations d'auxiliaires au vignoble. En effet, si les arthropodes inventoriés et identifiés sont fonctionnels et donc utiles à la protection des plantes (prédateurs, micro-Hyménoptères parasitoïdes de nuisibles de la vigne comme les tordeuses, les pyrales, et les cicadelles), ils sont également de bons indicateurs de la biodiversité. Des premiers résultats avaient été publiés mais depuis d'autres suivis ont été réalisés (Leblond *et al.*, 2017).

Les diffuseurs à phéromones permettent de lutter contre les tordeuses de la vigne : *Lobesia botrana* (Eudémis - 3-4 cycles de mars à septembre) et *Eupoecilia ambiguella* (Cochylis).

Ces diffuseurs utilisent le principe de la lutte par confusion sexuelle. Celle-ci consiste à diffuser en quantité dans l'atmosphère une copie des phéromones naturelles émises par la femelle pour attirer les mâles de l'espèce visée de façon à ce que les mâles ne trouvent pas les femelles et ainsi limiter les accouplements.

La pose des diffuseurs se fait au tout début du premier vol. Une seule pose au printemps suffit pour protéger les vignes jusqu'à la vendange.

Les diffuseurs contenant les phéromones doivent être répartis de façon à couvrir de manière uniforme l'îlot concerné. La densité préconisée est de 500 diffuseurs à l'hectare.

Matériels & méthodes

Collecte des auxiliaires

Les relevés ont été réalisés 1 fois par mois de mai à septembre en 2015 et de juin à septembre en 2016, 2017 et 2018 (période de vol des tordeuses et des auxiliaires). Ce qui a généré 5 relevés en 2015 et 4 relevés en 2016, 2017 et 2018. Il est nécessaire que le temps soit sec et peu venteux. En plus des suivis sur la vigne, des échantillons sont prélevés dans les aménagements des parcelles, tels que la végétation herbacée entre les rangs de vigne ou en bordure des parcelles, ainsi que dans les haies pour les châteaux ou domaines viticoles faisant partie du programme BiodiversID.

Pour chaque parcelle, l'observation et les prélèvements des insectes suivent la même méthodologie :

- Sur 30 pieds de vigne autour du diffuseur : observation visuelle et photographies.
- Dans le feuillage dans la vigne pour ne pas abîmer les fleurs et les fruits : avec aspirateur pour collecter les insectes volants.
- Dans l'inter-rang si enherbé dans les exploitations BiodiversID : avec filet + aspirateur pour collecter les insectes volants.
- 1 pot Barber pour collecter les rampants dont les Carabidae, araignées et staphylins.
- Dans la haie à proximité, si présente dans les exploitations BiodiversID : avec filet.

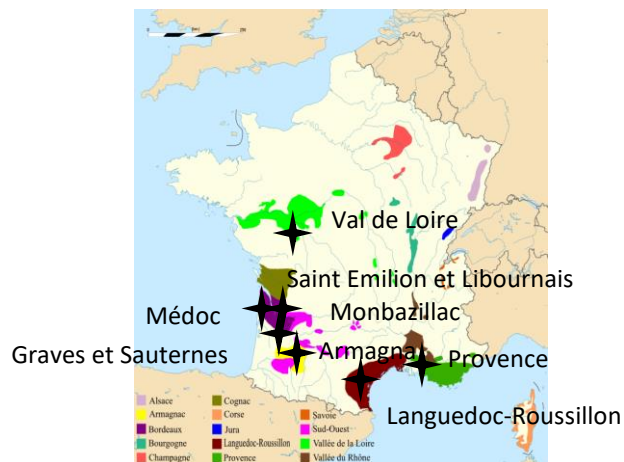
De plus, à chaque passage, toutes les plantes en fleur qui se trouvent dans les bordures de la parcelle ou dans l'inter-rang autour du diffuseur ont été inventoriées.

La priorité de l'identification a été donnée aux groupes regroupant le plus grand nombre d'auxiliaires et qui sont les plus connus sur vigne, par exemple les familles de parasitoïdes des ravageurs sur vigne, de coccinelles, de chrysopes et d'hémérobes, carabides, punaises prédatrices, araignées et opilions à partir de différentes clés (Bagnée & Branquart, 2000 ; Mazel *et al.*, 2006 ; Sentenac *et al.*, 2011 ; Roger *et al.*, 2014). On a posé de 2 à 4 échantillons par station, et donc en totalité environ 500 échantillons ont été analysés.

Choix des sites

Les sites ont été choisis dans les grandes zones en confusion sexuelle Rak® du Sud de la France. Ils sont représentatifs des pressions ravageurs et des pratiques régionales. En totalité, une quarantaine de sites ont été suivis avec comme critère que deux parcelles soient comparées, une confusée, l'autre non confusée (HC pour Hors Confusion). Pour avoir le plus de stations possibles pour évaluer l'impact de ces diffuseurs® sur les auxiliaires, il fallait des parcelles confusées et des non-confusées les moins éloignées possibles et des contextes culturels et paysagers les plus proches possibles.

Figure 1. Carte de localisation des sites d'études en France. Maps of studied sites in France.



Pour l'analyse, les traitements insecticides réalisés dans l'année des relevés, l'historique de la confusion et les résultats des piégeages alimentaires, sexuels et comptages des tordeuses déjà réalisés sont pris en compte.

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), trois indices de biodiversité ont été calculés, qui se complètent pour mieux appréhender la composition et la structure du peuplement d'insectes auxiliaires. Tout d'abord l'indice de Shannon-Weaver (1963) qui 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). Egalement, l'indice de richesse spécifique de Margalef (1958) qui correspond au nombre d'espèces (ou genre) représentées, c'est une mesure insuffisamment précise de la composition quantitative d'un peuplement (Barbault, 1992). L'indice de Hurlbert (1991) est dit d'équitabilité, il prend en compte la diversité maximale, la diversité minimale et la diversité observée. Lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce, l'indice tend vers 0. Au contraire, lorsque toutes les espèces ont la même abondance il est égal à 1.

D'autres analyses statistiques ont été réalisées afin d'étudier l'impact des diffuseurs 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.

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

Résultats & discussion

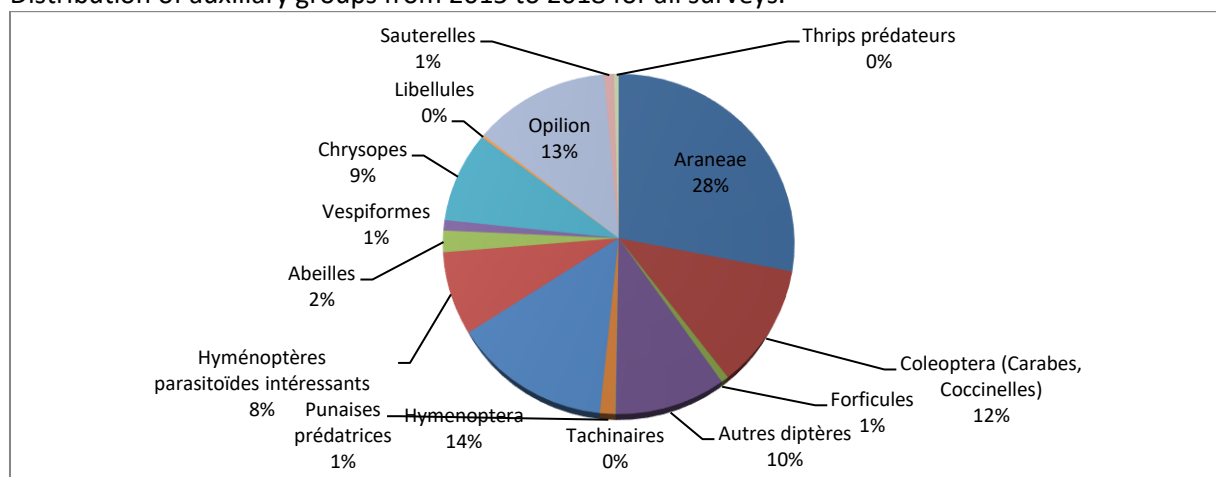
Les paysages viticoles : écosystèmes riches en biodiversité

De 2015 à 2018, **25 363 individus ont été observés et collectés répartis en 25 Ordres, 197 familles et environ 800 espèces identifiées.**

Toutes les espèces ou individus identifiés ne sont pas des auxiliaires en protection des cultures, mais font partie de la biodiversité et ont donc un rôle dans le fonctionnement des écosystèmes, ils ont donc été notés dans la mesure des compétences en caractérisation. Cependant, plus de 85 % des espèces identifiées sont des auxiliaires de la vigne. On y trouve également des pollinisateurs, des détritivores ou des décomposeurs (xylophages, coprophages, saprophages...).

Sur l'ensemble des 4 années d'étude pour l'ensemble de toutes les parcelles viticoles, on peut voir un certain équilibre dans la représentativité des différents groupes d'auxiliaires (graphique 1). Les arachnides (opilions et araignées) sont les plus abondants en parcelles viticoles. Elles sont utiles car les tisseuses de toiles piègent les adultes de tordeuses et les araignées sauteuses (Salticidae), très présentes sur le feuillage de vigne sont les principales prédatrices de cicadelles. Les araignées du sol (araignées lous, Lycoses) et les opilions consomment les larves de tordeuses tombées au sol durant la nuit. On trouve également des carabes, prélevés dans les pots Barber, en grandes quantités selon les parcelles. Ces insectes consomment au stade larvaire les nymphes de tordeuses dans le sol, et les adultes capturent les larves tombées au sol. Les chrysopes dont les larves sont prédatrices généralistes et dont les œufs sont pondus uniformément sur le feuillage, sont prédatrices des chenilles de tordeuses et des œufs de cicadelles. Par contre, les œufs sont souvent pondus près de fleurs (carotte, astéracées) présentes dans la parcelle. Les Hyménoptères parasitoïdes intéressants pour la protection de la vigne représentent 8% du peuplement d'auxiliaires de la vigne.

Graphique 1. Répartition des groupes d'auxiliaires de 2015 à 2018 sur l'ensemble des relevés. Distribution of auxiliary groups from 2015 to 2018 for all surveys.

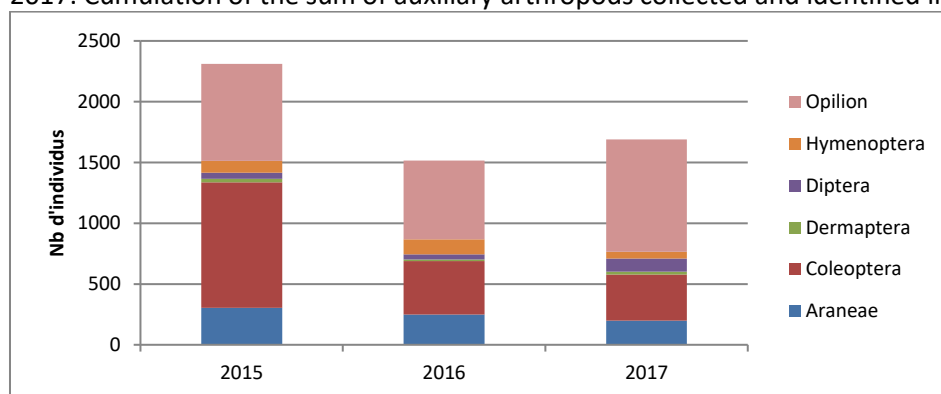


Résultats dans les pots Barbers

D'après le graphique 2, c'est en 2015 que l'on retrouve le plus d'auxiliaires dans les pots Barber avec notamment beaucoup d'opilions mais surtout beaucoup de carabes qui représentent près de la moitié des arthropodes. On retrouve en proportion plus importante des opilions en 2016 et 2017. Par contre, en 2018, il a été impossible de comparer les quantités d'auxiliaires avec les 3 années précédentes car les relevés ont été réalisés sur seulement 9 châteaux viticoles. Cependant il est intéressant d'analyser la proportion des différents groupes prélevés par les pots Barber, et on peut voir que les opilions représentent 1/3 du peuplement, les araignées 1/3 également, et l'autre tiers composé de carabes, punaises prédatrices, forficules, diptères tachinaires, hyménoptères parasitoïdes de mineuses. Il est

donc normal de retrouver de façon dominante l'espèce d'opilion *Phalangium opilio* L., puis selon les années les carabes *Pseudophonus rufipes* De Beer et *Harpalus affinis* Schrank (carabes à alimentation mixte), les gros staphylinins (*Ocypus olens* Müller consommateur de limaces), les parasitoïdes de mineuses (*Aphaetera*, *Dacnusa*) et les araignées du sol (*Drassodes*, *Pardosa*...). Mais c'est dans les parcelles confusées en général que l'on retrouve le plus d'auxiliaires dans les pots Barber.

Graphique 2. Cumul de la somme d'arthropodes auxiliaires collectés et identifiés en 2015, 2016 et 2017. Cumulation of the sum of auxiliary arthropods collected and identified in 2015, 2016 and 2017.



Résultats dans les vignes

Pour voir comment ont évolué les populations d'auxiliaires dans les parcelles, on a choisi d'étudier plus précisément 11 sites qui ont été suivis ces trois années.

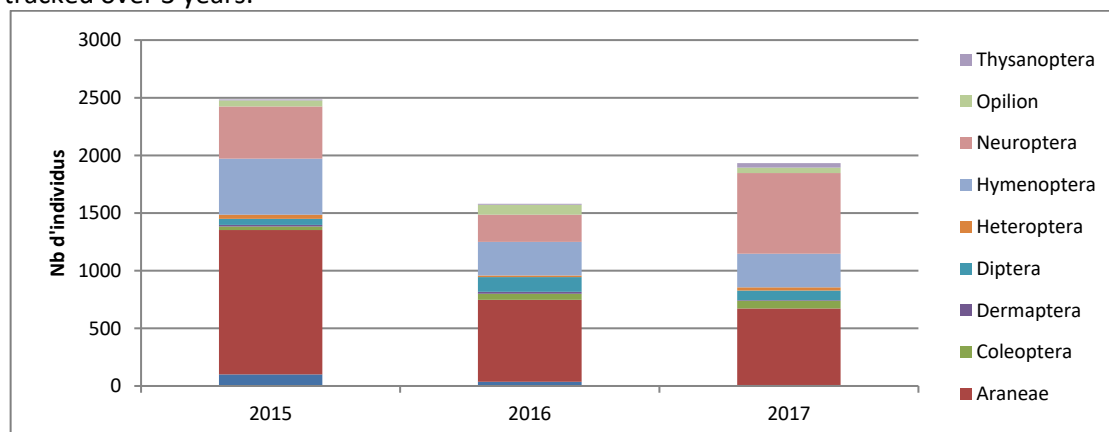
On peut voir que 2015 a été apparemment une année exceptionnelle en auxiliaires. A chaque relevé entre juin et septembre, il y faisait très chaud, avec des températures le plus souvent supérieures à 5°C. Les araignées étaient de fait, très nombreuses ainsi que les chrysopes et les Hyménoptères, très dépendants des températures élevées en été.

A l'inverse en 2016, le printemps fut très humide, les populations d'araignées, d'opilions et de chrysopes ont été impactées négativement.

En 2017, grâce à un mois de juin plus sec qu'en 2016, les chrysopes ont pu bien se reproduire et on a pu voir de nombreux œufs sur le feuillage de vigne en général sur les parcelles.

Graphique 3. Abondance des auxiliaires sur le feuillage de vigne dans le Sud-Ouest dans 11 sites avec parcelles en confusion sexuelle et HC suivis pendant les 3 années.

Abundance of auxiliaries on grapevine foliage in the southwest in 11 sites with Rak® and HC plots tracked over 3 years.



Résultats dans les aménagements (haies, bandes enherbées en bordure ou inter-rangs)

Alors que le nombre d'échantillons est le même entre les bordures et au sein de la vigne, les auxiliaires intéressants en protection de la vigne sont plus nombreux dans le feuillage de vigne grâce aux araignées et surtout aux œufs de chrysopes (graphique 4). Les œufs de chrysope sont pondus de façon disparâtre sur le feuillage par les femelles afin que les larves puissent trouver de la nourriture sans se croiser. Normalement les femelles de chrysopes avant de pondre « évaluent » la quantité de proies suffisante pour son œuf et donc sa larve qui est prédatrice généraliste. Mais la quantité d'œufs pondus sera également en corrélation avec la quantité de pollen consommé. C'est-à-dire que plus une femelle de chrysope consommera du pollen, plus elle pondra des œufs. Le cycle larvaire dure 4 semaines environ, les larves peuvent prospecter tout le plant de vigne au cours des nuits successives. On constate que les œufs de chrysopes sont plus nombreux sur le feuillage de vigne que dans les inter-rangs ou la haie. Par contre, les adultes butinent les fleurs durant la nuit et se reposent la journée dans les haies ou le feuillage de vigne. Pour les parasitoïdes des tordeuses, ils sont présents dans différents types de végétation car ils peuvent trouver leurs hôtes de substitution (tordeuses ou autres Lépidoptères) à défaut des tordeuses ou pyrales de la vigne.

Les Hyménoptères parasitoïdes trouvent des hôtes de substitution aux tordeuses dans les chênes, châtaigniers, Fabacées et du pollen et nectar au printemps dans la haie, et en été dans la strate herbacée.

Tableau I . Liste des parasitoïdes des bioagresseurs en vigne.

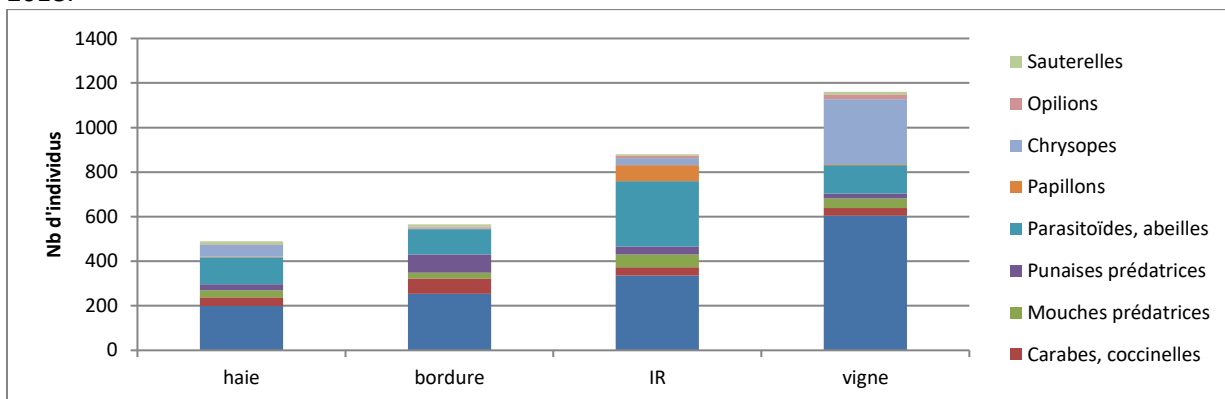
List of parasitoids of vineyard pests.

Famille	Nom	Hôtes
Ichneumonidae	<i>Campoplex</i>	Sur chenilles d'Eudemis et cochylis. Taux de parasitisme de 1 ^{re} génération entre 0 et 54%.
	<i>Diadegma</i>	Sur chenilles de pyrale de la vigne, cochylis et eudémis
	<i>Itopectis</i>	Sur chrysalides de pyrale de la vigne, cochylis et eudémis
	<i>Scambus</i>	Sur chenilles de pyrale de la vigne, cochylis et eudémis
	<i>Dicaelotus</i>	Sur chrysalides d'Eudémis hivernantes
	<i>Exochus</i>	Sur chenilles de pyrale de la vigne, cochylis et eudémis
	<i>Triclistus</i>	Sur chrysalides de eudémis et eulia hivernantes
	<i>Agrypon</i>	Sur chenilles ou chrysalides d'Eudémis
	<i>Ischnus</i>	Sur chrysalides de pyrale de la vigne et eudémis
	<i>Enytus</i>	Comme <i>Diadegma</i>
	<i>Venturia</i>	Sur chenilles d'Eudémis, et sur Cryptoblabes
	<i>Lycorina</i>	Sur chenilles de tordeuses
	<i>Pimpla</i>	Sur chrysalides hivernantes d'Eudémis, et sur Cryptoblabes
	<i>Temelucha</i>	Sur chenilles de tordeuses
	<i>Macrocentrus</i>	Sur Cryptoblabes
Braconidae	<i>Apanteles ou Cotesia</i>	Sur chenilles d'Eudémis et de pyrales, et sur Cryptoblabes
	<i>Aleiodes</i>	Sur chenilles d'Eudémis
	<i>Ascogaster</i>	Dans les oeufs de tordeuses
	<i>Bracon et Habrobracon</i>	Sur Cryptoblabes
Pteromalidae	<i>Dibrachys</i>	Sur chrysalides hivernantes de tordeuses
	<i>Cyclogastrella</i>	Sur tordeuses
Eulophidae	<i>Colpoclypeus</i>	Sur tordeuses
	<i>Elasmus</i>	Sur tordeuses
	<i>Elachertus</i>	Sur tordeuses
Chalcididae	<i>Brachymeria</i>	Sur chrysalides de pyrales et de tordeuses
Mymaridae	<i>Anagrus</i>	Sur les œufs d' <i>Empoasca vitis</i>
	<i>Polynema</i>	Sur les œufs de <i>Scaphoideus titanus</i>
Dryinidae	<i>Aphelopus</i>	Sur <i>Empoasca vitis</i>

	<i>Anteon</i>	Sur <i>Scaphoideus titanus</i>
	<i>Gonatopus</i>	Sur <i>Scaphoideus titanus</i>
	<i>Neodryinus</i>	Sur <i>Metcalfa pruinosa</i>
Pipunculidae (Diptera)	<i>Chalarus</i>	Sur <i>Empoasca vitis</i>
	<i>Eudorylas</i>	Sur <i>Scaphoideus titanus</i>

Graphique 4. Comparaison de la quantité d'auxiliaires collectés et observés entre les bordures et la vigne en 2018.

Comparison of the number of auxiliaries collected and observed between borders and vineyards in 2018.

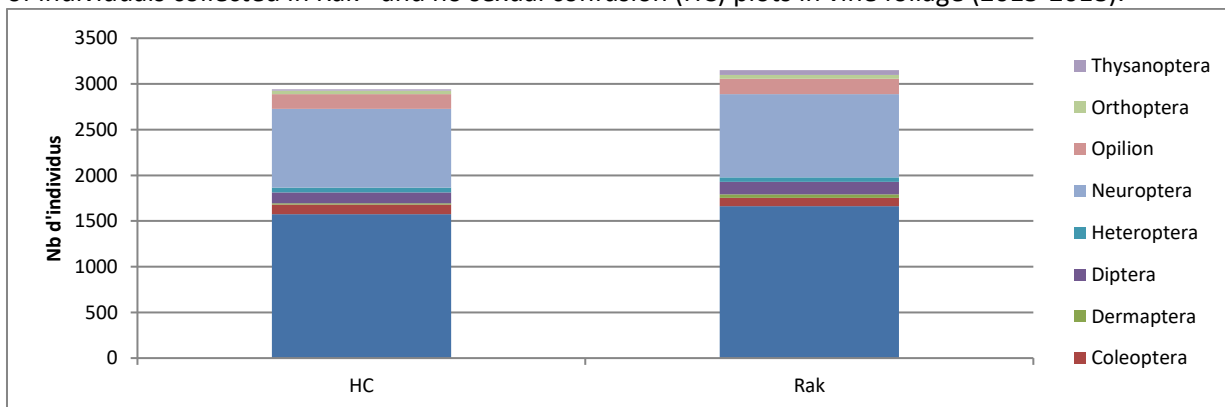


Comparaison Confusion/HC

Pour évaluer l'intérêt du biocontrôle Rak® sur l'entomofaune auxiliaire, le même nombre d'échantillons a été utilisé en parcelle Rak® et en parcelles témoin.

Nous avons seulement comparé les parcelles confusées et non confusées sur les données collectées dans le feuillage de vigne car ce qui est collecté dans les pots Barber (araignées du sol, carabes dont les larves vivent dans le sol) est très impacté par la gestion du sol, ce qui peut représenter un biais pour analyser l'impact de l'utilisation des diffuseurs de phéromone. Sur le graphique 5, nous observons en quantité une dominance en faveur des parcelles confusées (plus de 200 individus en plus). Cette différence est validée statistiquement (différence significative de 2,90 selon le test de Student entre HC et parcelles confusées sur les prélèvements sur feuillage de vigne. Le nombre d'échantillons en confusion est de 375 et le nombre d'échantillons hors confusion de 325, et se vérifie sur toute la saison (graphique 6). Les Hyménoptères parasitoïdes sont également un peu plus présents dans les parcelles confusées. De même, les indices de diversité et d'équitabilité sont plus importants dans les parcelles confusées que dans les parcelles non confusées (HC) (tableau 1).

Graphique 5. Comparaison du nombre d'individus collectés dans les parcelles Rak® et les parcelles non confusées (HC pour Hors Confusion) dans le feuillage de vigne (2015-2018). Comparison of the number of individuals collected in Rak® and no sexual confusion (HC) plots in vine foliage (2015-2018).



Graphique 6. Evaluation du nombre d'individus identifiés sur le feuillage de vignes de mai/juin à septembre sur une moyenne de 4 ans.

Evaluation of the number of individuals identified on the vine foliage from May/June to September on an average of 4 years.

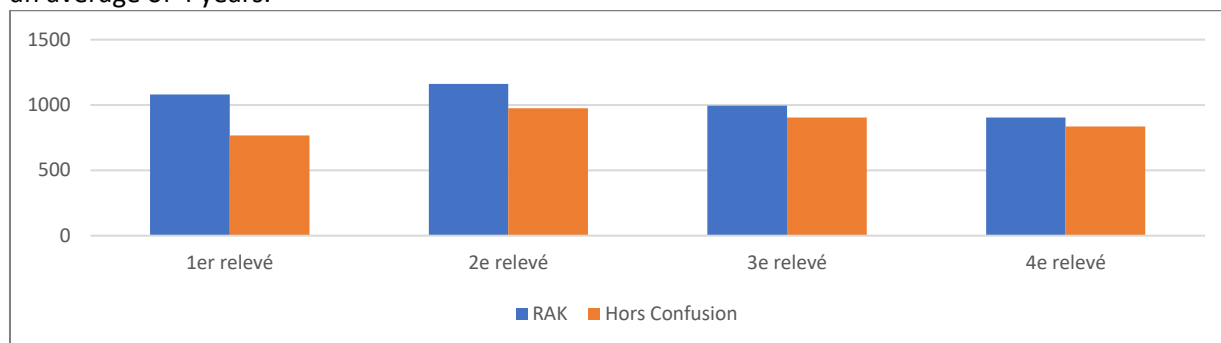


Tableau II. Indices de biodiversité calculés à partir des arthropodes collectés de juin à septembre 2015, 2016, 2017 et 2018 avec le même nombre d'échantillons dans les parcelles confusées et en parcelles témoin sur vigne.

Biodiversity indices calculated from arthropods collected from June to September 2015, 2016, 2017 and 2018 with the same number of samples in Rak® and control plots in vineyard.

Indices	HC	Rak®
Richesse spécifique (Margalef)	27,86	26,65
Diversité (Shannon-Weiner)	5,48	5,65
Equitabilité (Hurlbert)	0,59	0,62

Comparaison de la biodiversité selon les parcelles Rak® et présence d'aménagements

Les parcelles confusées et non confusées de chaque château viticole ont le même type d'environnement : haie à moins de 200 m, inter-rangs enherbés (BE) ou rien du tout. Ici nous avons choisi d'analyser seulement les parcelles en confusion sexuelle selon le type d'aménagement : (1) avec haie, (2) avec haie + inter-rangs enherbés, (3) seulement inter-rangs enherbés, (4) sans aucune infrastructure agro-écologique. Déjà, dès 2015 on avait pu voir que le paysage avait beaucoup d'impacts sur la présence en quantité et diversité des auxiliaires. Ceci se confirme sur les 4 années de suivi. Les parcelles confusées avec haie et inter-rangs enherbés sont plus riches en abondance en auxiliaires. L'indice de Shannon-Weiner y est plus important également.

Graphique 7. Quantité d'auxiliaires selon le paysage autour ou dans les parcelles confusées de 2015 à 2018. BE = inter-rangs enherbés.

Number of auxiliaries depending on the landscape around or in the confused plots from 2015 to 2018. BE = grass cover inter-row.

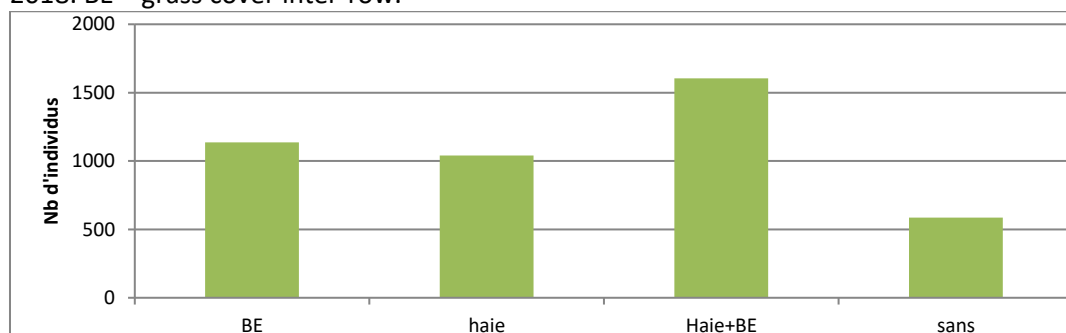


Tableau III. Indices de biodiversité selon le paysage autour ou dans les parcelles confusées de 2015 à 2018. BE = inter-rangs enherbés.

Biodiversity indexes by landscape around or within confused plots from 2015 to 2018. BE = grass cover inter-row.

Indices	BE	Haie	Haie+BE	Sans aménagement
Richesse spécifique (Margalef)	13,30	13,37	13,71	10,76
Diversité (Shannon-Weiner)	4,82	5,17	5,02	4,46
Equitabilité (Hurlbert)	0,60	0,66	0,64	0,55

L'effet des aménagements sur la biodiversité fonctionnelle après traitements

En situation de forte pression tordeuses, la lutte par confusion sexuelle ne suffit pas et doit être accompagnée de traitements complémentaires conventionnels ou biologiques (dans l'étude, en moyenne sur 4 ans, 22,7% des parcelles étudiées ont reçu un traitement complémentaire tordeuses, 4,4% en ont reçu 2, 3,1% en ont reçu 3. A noter que les traitements autorisés en agriculture biologique à base de *Bacillus thuringiensis* nécessitent souvent 2 traitements pour être efficaces). De plus, les parcelles situées sur les communes en lutte obligatoire par arrêté préfectoral contre la flavescence dorée, ont également reçu des traitements insecticides conventionnels ou biologiques pour lutter contre cet insecte nuisible (dans l'étude, en moyenne sur 4 ans, 36,3% des parcelles ont reçu un traitement contre la cicadelle de la flavescence dorée, 16,5% en ont reçu 2 et 4,7% en ont reçu 3).

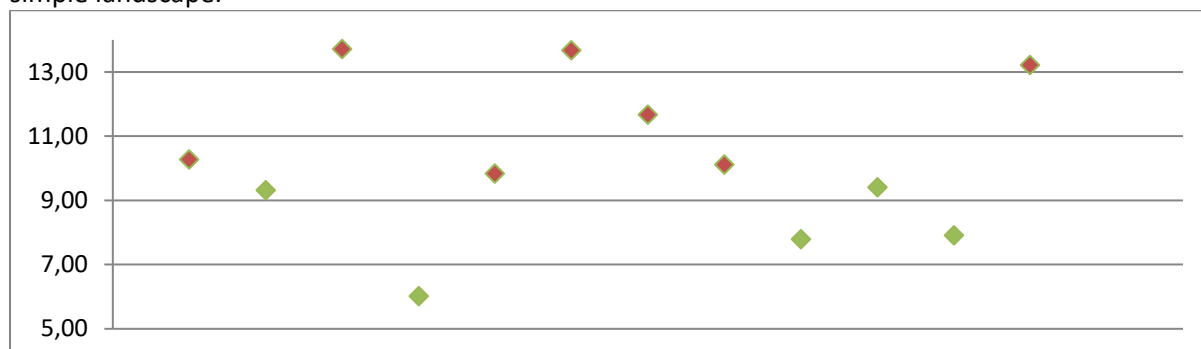
Nous avons donc évalué, l'effet de l'utilisation des insecticides sur les parcelles confusées. Sur 4 ans d'étude, nous observons une différence statistique seulement entre les parcelles en confusion sexuelle sans traitement et les parcelles confusée avec 4 traitements insecticides (test de Student -2,806 sur 123 échantillons).

La théorie de Tschartnke *et al.* (2007) est vérifiée. On montre qu'en partant d'un paysage complexe avec haies, inter-rangs enherbés et fleuris et divers autres habitats variés, la biodiversité fonctionnelle est plus importante en quantité et diversité dans une parcelle, mais surtout s'il y a une perturbation quelconque (insecticide, fauche...), les insectes reviennent très vite recoloniser le site perturbé mis à nu. Par contre, si le paysage est simple c'est-à-dire homogène sans divers types de milieux, lorsque la parcelle est perturbée, les auxiliaires présents en faible quantité aux alentours, recoloniseront beaucoup plus difficilement la parcelle. Mais surtout, à long terme, la biodiversité diminuera au fur et à mesure des perturbations et donc des années, et ne sera plus renouvelée.

Avec ces résultats, on constate en effet que dans le cas de paysages complexes, les populations d'auxiliaires réapparaissent après par exemple des traitements insecticides, alors que dans le cas de paysages simples, l'abondance d'auxiliaires est plus faible après des traitements. La biodiversité dans les parcelles de vigne, mise en valeur par des calculs d'indices de biodiversité (qui prend donc en compte la quantité et la diversité), est plus importante dans les châteaux aux paysages complexes que dans des paysages simples (graphique 8). Ainsi, malgré des traitements nécessaires certaines années mais pas réguliers, la biodiversité reste élevée dans des paysages complexes.

Graphique 8. Indices de richesse spécifique, en rouge les châteaux en paysage complexe et en vert en paysage simple.

Indices of specific richness, the vineyard domains, in red with complex landscape and in green with simple landscape.



Conclusion

Le vignoble est un milieu cultivé avec globalement une entomofaune auxiliaire diversifiée et plus ou moins abondante selon le type de paysage. On a pu voir réellement une différence significative entre les parcelles non confusées et celles confusées durant les 4 années d'étude. L'utilisation de la confusion sexuelle peut être bénéfique pour favoriser les auxiliaires ; elle permet de limiter voire d'arrêter l'usage des insecticides (dans l'étude, 33% des parcelles n'ont pas reçu de traitement grâce à une bonne gestion des tordeuses avec la confusion sexuelle, sur des communes non concernées par la lutte obligatoire flavescence dorée). En complément de cette technique de biocontrôle, il est important, pour avoir une biodiversité fonctionnelle maximale, d'avoir un paysage viticole complexe.

Les travaux de recherche menés en parallèle (Villenave-Chasset, 2019, 2020) montrent l'intérêt :

- d'un paysage avec une haie à moins de 400 m composée d'essences locales comme les chênes, les châtaigniers (chênes et châtaigniers sont des plantes hôtes de substitution pour les parasitoïdes car elles hébergent d'autres tordeuses), les noisetiers, les sureaux et les prunelliers (attention toutefois à certaines essences plantes hôtes de ravageurs de la vigne) et des bandes enherbées en bordure (moins de 400 m selon la gestion) ou entre les rangs avec des plantes qui fleurissent.
- des inter-rangs fleuris avec des Fabacées, des Apiacées, quelques Astéracées peuvent être intéressants dans la mesure où ils sont compatibles avec la conduite du vignoble. Ces plantes avec du nectar en été comme les vesces, la luzerne, le lotier ou le sarrasin nourrissent les femelles parasitoïdes.

La confusion sexuelle peut ainsi être une bonne aide pour développer des pratiques agroécologiques sur son vignoble.

Remerciements :

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

Références bibliographiques

- Bagnée 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.
- Hurlbert, D. F. , 1991 - The role of assertiveness in female sexuality: a comparative study between sexually assertive and sexually nonassertive women. *Journal of Sex and Marital Therapy*, 17, 183-190
- Margalef, R., 1958 - Information Theory in Ecology. *General Systems*, 3, 36-71.
- Leblond S. Villenave-Chasset J. Joulia-Guignard V., Lardier P.-A. , 2017 - Rak®, un moyen de lutte qui favorise l'entomofaune auxiliaire endogène. *AFPP- Ecologie chimique : nouvelles contributions à la protection des cultures contre les ravageurs*. Montpellier.
- Mazel R., Canard M. & Thierry 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.
- Thierry 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.
- Tscharntke et al., 2007 - Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale, *Biological Control* 43, 294-309.
- Villenave-Chasset J., 2020 - *Biodiversité Fonctionnelle – Protection des Cultures et Auxiliaires Sauvages*. France Agricole, AgriProduction, 2nde édition, 175p.
- Villenave-Chasset J. & Leblond S., 2019 - *Des bandes fleuries pour les auxiliaires dans les grandes cultures ? Oui mais lesquelles ?* <https://prodinra.inra.fr/record/489457>