

VÉGÉPHYL – 12^{ÈME} CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN
AGRICULTURE
26, 27 ET 28 OCTOBRE 2021 - MONTPELLIER SUPAGRO

**ITINÉRAIRES AGROÉCOLOGIQUES COLZA : ÉTUDE DES BÉNÉFICES APPORTÉS PAR LA FAUNE AUXILIAIRE SUR
LE CONTRÔLE DES POPULATIONS DE BIO-AGRESSEURS À L'AUTOMNE : GROSSE ALTISE (*PSYLLIOIDES
CHRYSOCEPHALUS*) ET CHARANÇON DU BOURGEON TERMINAL (*CEUTORHYNCHUS PICITARSIS*)**

J. VILLENAVE-CHASSET ⁽¹⁾, S. LEBLOND ⁽²⁾, P. LACROIX ⁽³⁾

⁽¹⁾ Flor'Insectes, 266 Rue du Village, 76560 Ancourteville-sur-Héricourt – France - johanna_villenave@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 - pascal.lacroix@basf.com

RÉSUMÉ

Depuis 2018, BASF France division Agro étudie l'intérêt d'itinéraires agroécologiques colza associant les leviers suivants : date de semis précoce, association du colza avec un couvert de légumineuses, traitement de semences colza avec la solution de biocontrôle Integral Pro® (*Bacillus amyloliquefaciens* souche MBI 600), apport d'un amendement organique ou d'un engrais starter au semis. L'objectif est d'étudier les effets de ces différents leviers sur l'implantation du colza afin d'en améliorer la vigueur au démarrage et atteindre un développement suffisant pour résister aux attaques des ravageurs d'automne et, au final, limiter si possible le recours aux insecticides. Il a donc été mis en place des suivis, dont l'objet est de réaliser un inventaire des auxiliaires (abondance et diversité, par collecte au filet et à l'aspirateur) à l'automne et selon les différentes modalités. À partir des données recueillies, les éventuelles corrélations avec les populations de ravageurs recensés (par prélèvements, dans des cuvettes jaunes et par suivi de morsures) seront étudiées. Ces travaux (6 sites en 2019-20) permettront de vérifier grâce à la méthode Berlèse si les auxiliaires - et notamment les parasitoïdes - sont présents ou non dans les associations colza/couvert de légumineuses et s'ils jouent un rôle dans le contrôle des bio-agresseurs en comparaison d'un itinéraire de conduite du colza classique. Des hypothèses sur les mécanismes en jeu seront également proposées. Ces études ont également comme objectif de mieux caractériser les auxiliaires des cultures contribuant à la régulation des bioagresseurs ciblés, leur biologie, ainsi que les moyens permettant de favoriser leur présence au travers des pratiques adaptées ou d'aménagements dans le cadre d'itinéraires agroécologiques.

Mots-clés : biocontrôle, faune auxiliaire, colza, couverts, féverole, semis, lutte insecticide, altises, *Bacillus amyloliquefaciens*

Summary

Since 2018, BASF France Agro Division has been studying the value of agroecological itineraries for rapeseed combining the following solutions : early seeding date, association of rapeseed with a Fabaceae cover, seed rape treatment with the biocontrol solution Integral Pro® (*Bacillus amyloliquefaciens* souche MBI 600), contribution of an organic amendment or a starter fertilizer to sowing. The objective is to study the effects of these different levers on the establishment of rapeseed in order to improve its vigour at star-up and to achieve a development sufficient to resist against autumn pest attacks and, ultimately, to limit, if possible, the use of insecticides.

Survey of natural enemies (abundance and diversity, by collecting with net and vacuum cleaner) has been realized in the autumn and according to different methods. From the data collected, possible correlations with the populations of pests identified (by sampling, in yellow bowls and by bite follow-up) will be studied. This work (6 sites in 2019-20) will make it possible to verify with the Berlese method whether the auxiliaries – and in particular the parasitoids – are present or not in the colza/covered Fabaceae associations and whether they play a role in the pest control in comparison to a classical rapeseed crops. Hypothesis about the mechanisms involved will also be proposed. These studies also aim to better characterize the crop auxiliaries contributing to the regulation of target pests, their biology, as well as the means to promote their presence through adapted practices or development as part of agroecological itineraries.

keywords : biocontrol, crop auxiliaries oilseed rape, field beans, sowing, insecticides, cabbage stem flea beetle, *Bacillus amyloliquefaciens*

I. Introduction

Le colza est une culture plébiscitée par les agriculteurs et filières agricoles pour ses multiples bénéfices et débouchés : (1) pour son intérêt agronomique en permettant la diversification des rotations (bonne tête d'assolement), (2) pour ses résultats technico-économiques intéressants (3), pour son huile reconnue pour ses propriétés nutritionnelles, (4) pour la fabrication de biocarburant et enfin (5) pour l'alimentation animale avec la valorisation des tourteaux de colza. Cependant la conduite de cette culture n'est pas aisée compte-tenu des conditions sèches rencontrées au moment des semis ces deux dernières années et car elle subit des attaques de plusieurs ravageurs : les pucerons dont *Myzus persicae* qui transmet des viroses à l'automne, les méligèthes avant la floraison au printemps (*Brevicoryne brassicae*), les grosses altises (*Psylliodes chrysocephalus*) ou encore les charançons du bourgeon terminal (*Ceutorhynchus picipitarsis*) à l'automne et en hiver.

Ces deux dernières espèces phytophages posent des problèmes de plus en plus importants dans certaines régions de France avec le développement d'individus résistants à certains insecticides remettant en cause la rentabilité de la culture dans les rotations.

De nombreuses pratiques sont testées pour trouver des solutions alternatives :

- Rendre le colza moins appétant : tiges plus grandes (semis précoces, apport d'azote, semis en association avec des Fabacées) ;
- Perturber la localisation des adultes vers leurs sites de ponte (colza) en semant d'autres plantes au sein de la culture (Fabacées : féverole notamment).

En effet d'après Bretenmoser *et al.* (2020), des semis de colza plus précoce, avant le 20 août, permettraient de limiter le risque lié aux dégâts occasionnés par les adultes au stade sensible « cotylédons ». De plus, une tendance montre une colonisation plus tardive des adultes dans la culture de colza associée avec la date de semis plus précoce, permettant d'éviter un traitement insecticide sur adultes.

On cherche également en associant d'autres plantes au colza à perturber les phytophages en réalisant une confusion visuelle ou olfactive sur les adultes grâce à une couverture ou une biomasse plus importante et en diversifiant la flore.

La flore diversifiée favoriserait également les ennemis naturels et donc les parasitoïdes (Thies & Tscharntke, 1999, Dicke *et al.*, 2003, Hooks & Johnson, 2003). Les grosses altises et les charançons du bourgeon terminal ont plusieurs parasitoïdes (tableau I) mais ce sont surtout les espèces du genre *Tersilochus* qui sont les plus intéressantes avec près de 60% des larves parasitoïdées (Veromannet *al.*, 2006).

Les objectifs de l'étude sont de connaître quelles sont les modalités où l'on retrouve le moins de larves de grosses altises (GA) et de charançons du bourgeon terminal (CBT) et/ou l'on retrouve le plus de parasitoïdes de ces deux phytophages.

Famille	Genre/espèce	Hôtes
Ichneumonidae	<i>Aneuclis</i>	Larves
	<i>Phradis</i>	Larves
	<i>Tersilochus microgaster</i>	Larves de <i>Psylliodes chrysocephala</i>
	<i>Tersilochus heterocerus</i>	Larves de <i>Meligethes aeneus</i>
	<i>Tersilochus obscurator</i>	Larves de <i>Ceutorhynchus picitarsis</i>
Braconidae	<i>Diospilus</i>	Larves
	<i>Microctonus</i>	Adulte
Pteromalidae	<i>Mesoplobus</i>	Larves
	<i>Stenomalina</i>	
	<i>Trichomalus</i>	
Eulophidae	<i>Necremnus</i>	Larves
Eupelmidae	<i>Eupelmus</i>	Larves
Eurytomidae	<i>Eurytoma</i>	Larves
Mymaridae	<i>Anaphes</i>	Œufs

Tableau I Liste des hyménoptères parasitoïdes qui pondent dans les larves ou les œufs situés à l'intérieur des tiges de colza. List of parasitoid Hymenoptera of eggs or larvae located in rapeseed stems.

2. Matériels & Méthodes

20 parcelles ont été échantillonnées réparties sur 6 sites situés dans le Centre, l'Est, en Normandie, Bourgogne et dans le Sud-Ouest (tableau 2).

Les modalités sont des semis précoces ou tardifs, en association avec de la féverole et d'autres Fabacées, ou non.

	Semis précoce	Semis tardif	Associé avec féveroles	Non-associé
Montesquiou (32)	X		X	
	X			X
		X		X
Villy-Bocage (14)	X		X	
	X			X
Vieuvicq (28)	X		X	
	X			X
		X	X	
		X		X
Fresne-Archevêque (27)	X		X	
	X			X
Maligny (89)	X		X	
	X			X
		X	X	
		X		X
Virey-sous-Bar (10)	X		X	
	X			X
		X	X	
		X		X

Tableau 2. Différentes parcelles étudiées en 2019-2020 selon les modalités de semis précoces ou tardifs, en association ou non, situées dans différentes régions de France. Different fields studied in 2019-2020 according to the methods of early or late sowing, in association or not, located in different regions of France.

Deux sorties pour relever les auxiliaires ont été réalisées. La première en octobre 2019 pour observer et relever les auxiliaires volants à l'aide d'un filet à insectes dans chaque parcelle de colza et ainsi évaluer les prédateurs potentiels des adultes et les larves de GA et CBT. Et la deuxième en mars 2020 pour récolter les larves de GA et CBT dans les tiges de colza avant qu'elles ne se laissent tomber au sol pour se nymphoser et pendant le vol de leurs principaux ennemis naturels : les parasitoïdes *Tersilochus sp.*.

A chaque sortie, des prélèvements de 30 plants de tiges de colza ont été réalisés dans chaque parcelle. Entre octobre et mars, des envois réguliers de larves récoltées dans les Berlèses ont été réalisés, avec comptage et identification des larves tombées dans les pots. Les larves parasitées ont été identifiées.

III. Résultats et Discussion

III.1 Description du peuplement d'arthropodes observés et collectés dans le colza

3943 individus ont été observés, collectés et identifiés répartis en 7 ordres, 29 familles et environ 60 genres/espèces, avec toutefois une espèce qui domine : la grosse altise (graphique 1). On trouve également beaucoup de mouches *Delia radicum*, récoltées dans les tiges de colza en automne principalement.

Les auxiliaires représentent 10% de la quantité d'insectes liés au colza récoltés, mais représentent la plus grande diversité dans le peuplement.

D'après le graphique 2, on retrouve principalement des hyménoptères parasitoïdes de *Delia radicum* tels que *Dacnusa* spp. *Sphegigaster*, *Halticoptera*, *Figitidae*. Puis beaucoup de pollinisateurs (abeilles, bourdons) qui sont présents en automne et hiver grâce à la féverole en floraison.

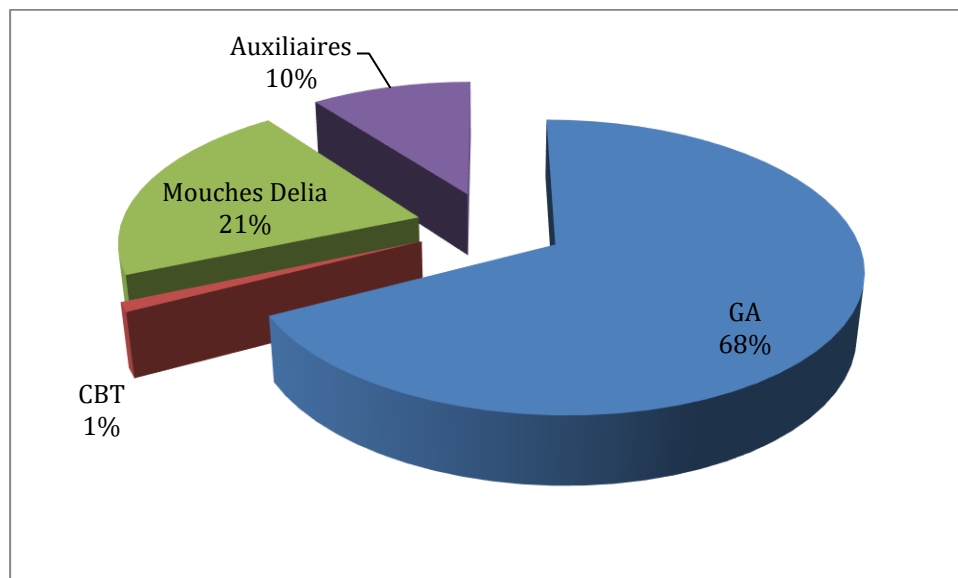
On observe également des prédateurs, surtout de pucerons, dont des coccinelles et des larves de syrphes, ces dernières étant retrouvées encore au mois de mars.

Quelques parasitoïdes de pucerons sont retrouvés sous forme de momies en octobre, et vont ainsi passer l'hiver avant d'émerger au printemps.

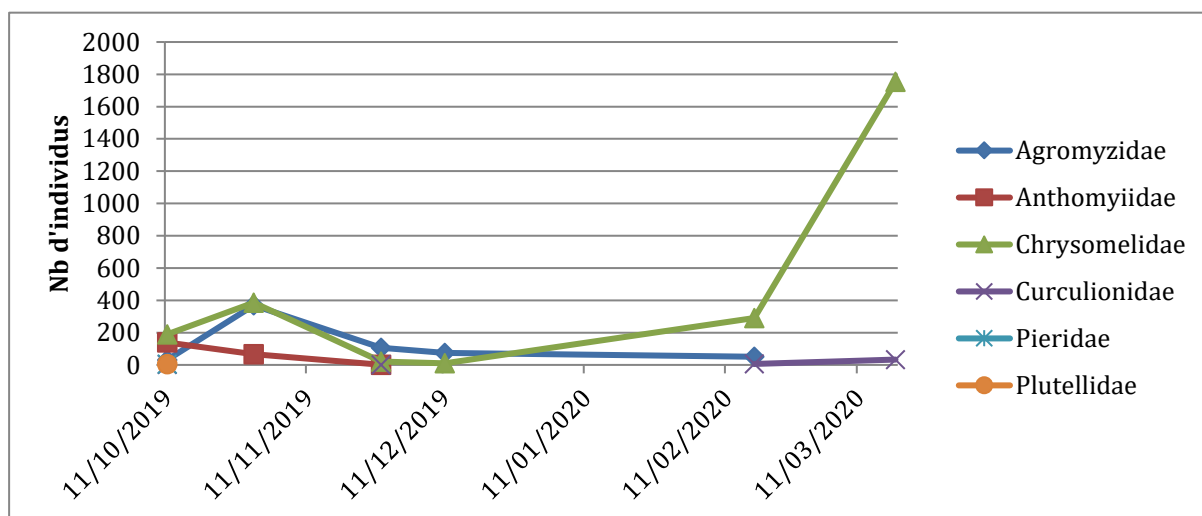
On trouve également quelques parasitoïdes de chenilles dans les relevés en automne grâce à la présence des féveroles qui hébergent des larves de lépidoptères et offrent du nectar et du nectar extra-floral pour les adultes.

Des adultes de *Tersilochus* (parasitoïdes supposés des grosses altises et de CBT) ont été collectés en mars dans les cuvettes jaunes, et des piqûres de parasitisme sur les larves ont été relevées.

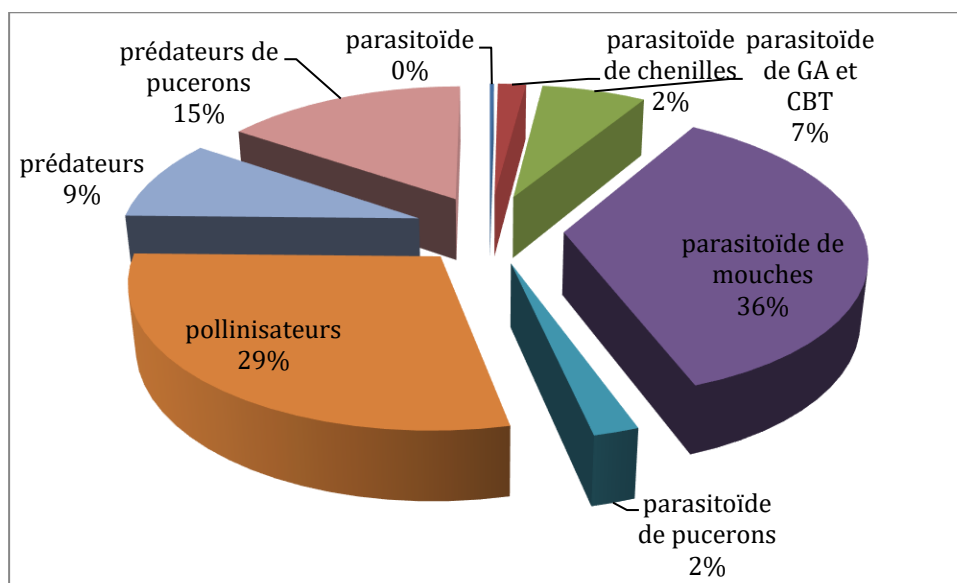
On peut voir sur le graphique 3, que les larves de grosses altises sont relevées à partir du mois de novembre, ainsi que les larves de *Delia radicum*, puis les larves de CBT, plus tardives, qu'à partir de l'hiver.



Graphique 1. Répartition des différents grands groupes d'insectes liés au colza selon s'ils sont, auxiliaires, phytophages (grosse altise GA, charançon du bourgeon terminal CBT, mouches mineuses) observés et collectés en octobre 2019 et mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites. Distribution of the different major groups of insects linked to rapeseed according to whether they are beneficial or phytophagous (*Psylliodes chrysocephalus*, *Ceutorhynchus picipitarsis*, flies) observed and collected in October 2019 and March 2020 on the 20 plots of the 6 sites.



Graphique 2. Répartition dans le temps des différentes familles de phytophages observés et collectés en octobre 2019 et mars 2020 sur les 20 parcelles de colza des 6 sites. Distribution over time of the different phytophagous families observed and collected in October 2019 and March 2020 on the 20 plots of rapeseed at the 6 sites.



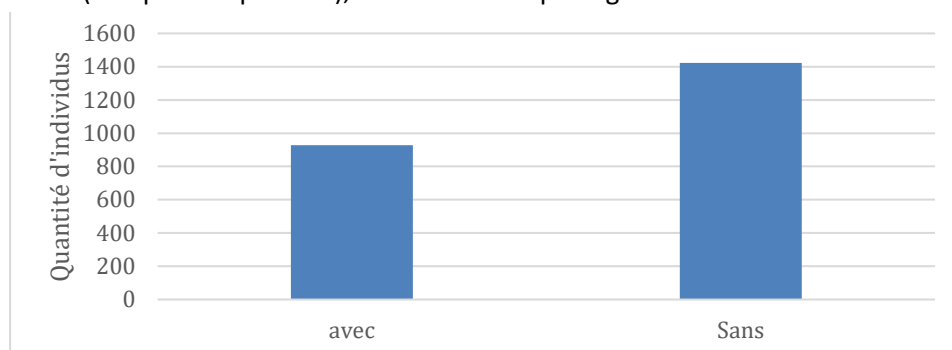
Graphique 3. Répartition des pollinisateurs et auxiliaires observés et collectés en octobre 2019 et mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites, selon leur rôle en tant qu'ennemis naturels des différents phytophages trouvés dans les cultures de colza. Distribution of pollinators and beneficial insects observed and collected in October 2019 and March 2020 on the 20 plots of the 6 sites, according to their role as natural enemies of the different phytophagous found in rapeseed crops.

III.2 Différence entre les différentes modalités sur la présence des larves de GA et CBT

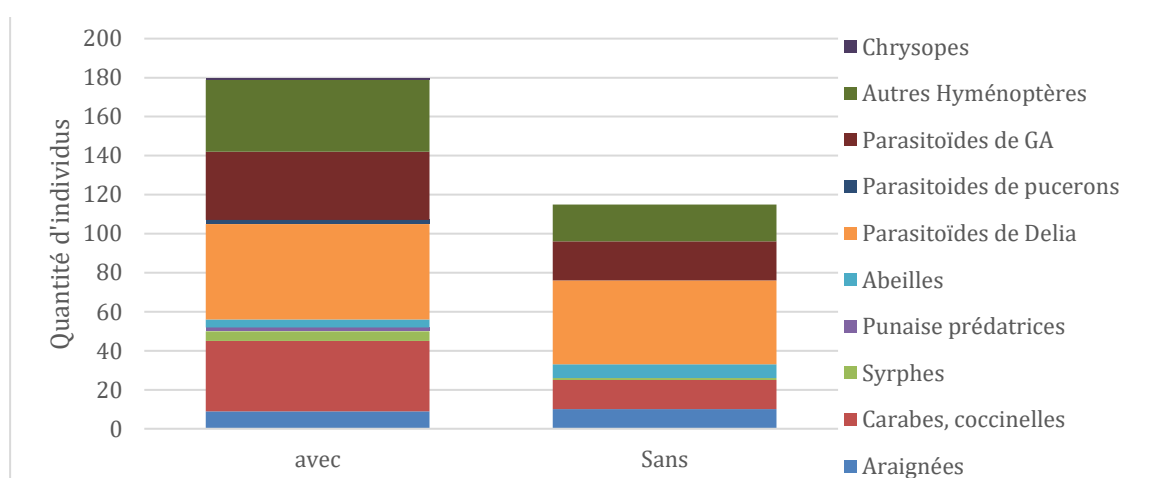
Des analyses statistiques avec test de Fischer ont été réalisées pour évaluer l'impact des semis précoces ou tardifs, et des associations sur la présence et la quantité de larves de GA et de CBT. Seule la modalité avec ou sans association de féveroles ou Fabacées montre une différence significative sur

la quantité de larves de GA. Ce qui corrobore les résultats de Breinmoser *et al.* (2020) qui observaient (plutôt en tendance) qu'une association végétale notamment de Fabacées pouvait avoir un impact positif sur les populations de GA ou CBT. Le graphique 4 montre une plus faible quantité de grosses altises dans du colza avec féveroles. La diversité floristique pourrait provoquer en effet une perturbation dans la localisation des ravageurs ou rendre les colzas moins appétents. Mais à l'inverse, le graphique 5 montre une plus grande quantité d'auxiliaires dans le colza quand il est associé avec la féverole avec notamment plus d'Hyménoptères parasitoïdes.

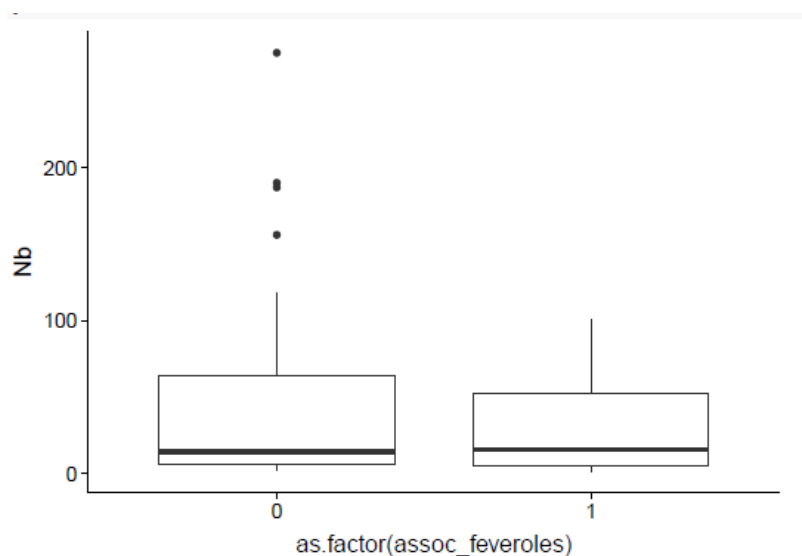
Nous avons observé une tendance d'augmentation de la quantité de charançons quand le semis est tardif (comparé au précoce), mais cela n'est pas significatif.



Graphique 4. Quantité de Grosses Altises (*Psylliodes chrysocephalus*) observés et collectés dans les cultures de colza avec ou sans féveroles en octobre 2019 et mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites. Quantity of *Psylliodes chrysocephalus* observed and collected in rapeseed crops with (avec) and without (sans) *Vicia faba* in October 2019 and March 2020 on 20 plots in 6 sites.



Graphique 5. Quantité d'auxiliaires et pollinisateurs observés et collectés dans les cultures de colza avec ou sans féveroles en octobre 2019 et mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites. Quantity of beneficial insects and pollinators observed and collected in rapeseed crops with (avec) and without (sans) *Vicia faba* in October 2019 and March 2020 on 20 plots in 6 sites.



Graphique 7. Quantité de larves de Grosses Altises collectée dans les tiges de colza par piège Berlèse d’octobre 2019 à mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites étudiés. 0 sans féverole et 1 avec féverole en association. Quantity of Big Flea Beetle larvae collected from rape stalks by Berlèse trap from October 2019 to March 2020 on the 20 plots of the 6 sites studied. 0 without fababean and 1 with fababean in association.

III.3 Taux de parasitisme des larves de GA et CBT

Mais la diversité floristique ou le décalage de la date de semis peuvent avoir des conséquences sur le parasitisme des larves de GA et CBT par les *Tersilochus*, principaux parasitoïdes. D’après le tableau 3, on peut voir que les larves de GA et CBT étaient parasitées très faiblement, entre 0 et 5%. Il est donc difficile d’interpréter les résultats en comparant les différentes modalités, avec semis précoce ou tardif, en association ou non. Par contre, il est intéressant de noter le faible taux de parasitisme comparé au taux potentiel de 60%, taux qui stopperait la progression (Gendron *et al.*, 2018). C’est ce taux trop faible, qui expliquerait la progression des populations de GA et CBT combinée avec le phénomène de résistance aux insecticides des adultes. Mais l’utilisation des insecticides pourrait expliquer aussi la faible présence des *Tersilochus*, présents à partir de fin février, avant et pendant la floraison du colza (observations dans les cuvettes jaunes) et donc le faible taux de parasitisme (Ellis *et al.*, 2014).

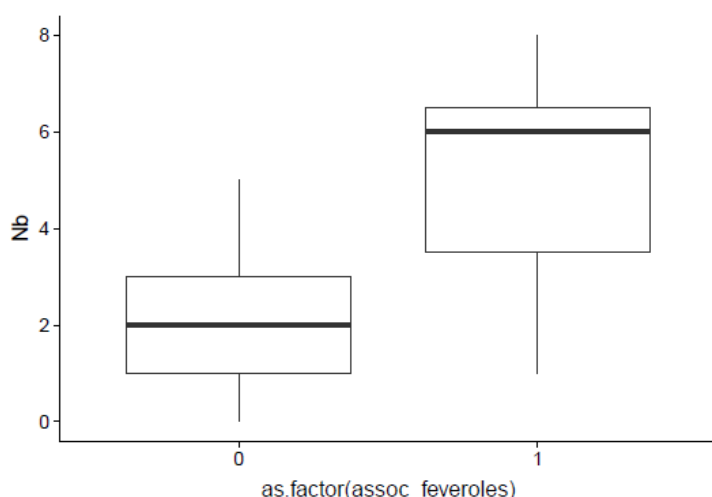
	% larves parasitées
colza seul et précoce	2
colza seul et tardif	0
colza associé et précoce	4
colza associé et tardif	5

Tableau 3. Nombre de larves parasitées selon les modalités. Quantity of parasited larvae according to modalities.

III.4 Où sont les *Tersilochus* ?

On observe une tendance avec plus de *Tersilochus* dans du colza semé tardivement associé aux féveroles mais pas de différence significative (graphique 5). Ceci peut être dû à un trop faible nombre d'échantillons.

Cependant, les *Tersilochus* seraient favorisés par un paysage complexe et une diversité floristique plus importante, les adultes se nourrissant de pollen et de nectar (Rusch *et al.*, 2011, 2013). Et surtout, les *Tersilochus* étant univoltins (une seule génération par an) (Ulber, 2017), ils émergent de la parcelle de colza cultivée l'année précédente et peuvent être ainsi indépendants de l'itinéraire technique de l'année en cours et donc de l'année de suivi.



Graphique 8. Quantité de *Tersilochus* collectée dans les parcelles de colza d'octobre 2019 à mars 2020 sur les 20 parcelles des 6 sites étudiés. 0 sans féverole et 1 avec féverole en association. Amount of *Tersilochus* collected from rape plots from October 2019 to March 2020 on 20 plots of the 6 sites studied. 0 without fababean and 1 with fababean in association.

III.5 Comment conserver et augmenter les populations de *Tersilochus* ?

On pourrait se demander justement ce que consomment exactement les *Tersilochus* adultes afin de les attirer et les aider à se reproduire. Une analyse du contenu stomacal a été réalisée sur des *Tersilochus* collectés lors de la floraison du colza. En effet, ils sont présents en grande quantité à cette période, mais il est difficile d'identifier les différentes espèces et donc de définir si ce sont les parasitoïdes de grosse altise, de CBT ou encore de méligèthe. L'identification sur des critères morphologiques n'est pas aisée, il est conseillé de passer par des outils moléculaires.

Tous les *Tersilochus* adultes prélevés lors de la floraison du colza avaient ingéré du pollen de colza. Malheureusement, ceux qui ont été prélevés avant n'avaient rien ingéré, une hypothèse pouvant être qu'ils sont morts trop rapidement et n'ont pas eu le temps de s'alimenter. De plus, au mois de mars, l'offre florale était limitée.

Pourtant le nectar et surtout le pollen peuvent être importants pour les femelles afin qu'elles puissent produire ses œufs grâce aux protéines des grains de pollen (Villenave *et al.*, 2005, Rusch *et al.*, 2013). Les plantes associées au colza telles que la féverole, la vesce, le trèfle violet sont très attractifs pour les auxiliaires grâce (i) à la végétation dense qui permet d'abriter les auxiliaires toute l'année, même

en hiver, (ii) à leurs fleurs qui émettent du nectar très recherché pour les parasitoïdes qui arrivent à les prélever en entrant dans les fleurs, (iii) aux nectaires extra-floraux (tournesol, vesce, bleuet...) qui est une substance sucrée destinée à attirer justement les insectes auxiliaires et (iv) la diversité de phytophages qui peuvent offrir des proies de substitution pour de nombreux auxiliaires notamment les parasitoïdes, plus difficiles à attirer.

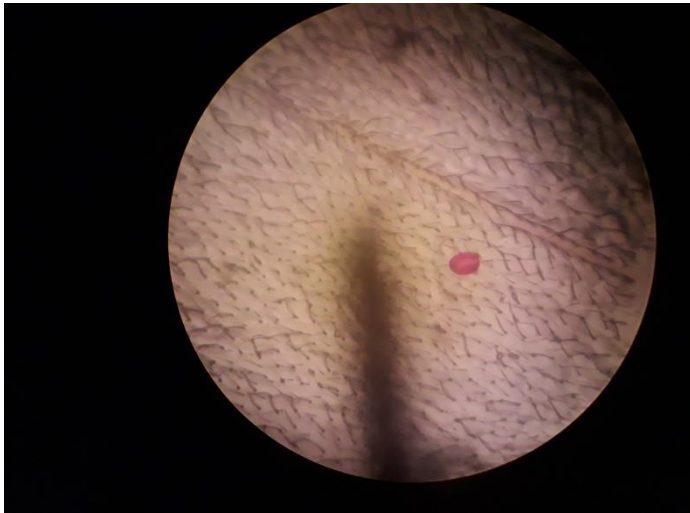


Photo 1. Pollen de colza consommé par *Tersilochus* sp. collecté en avril 2020. Rapeseed Pollen consumed by *Tersilochus* sp. collected in April 2020.

IV Conclusion

Dans cette étude, il est encourageant de voir que l'association avec des Fabacées dans le colza peut perturber les larves de grosse altise et que certaines Fabacées (féverole, vesce) pourraient offrir du nectar et du pollen et un abri pour l'hiver pour de nombreux auxiliaires, notamment pour contrôler les populations de pucerons cendrés (*Brevicoryne brassicae*) qui posent également des problèmes au printemps. Cependant, ces plantes ne sont pas amenées à rester normalement en hiver et pendant la période d'émergence des *Tersilochus* qui est située entre février et avril.

Grâce aux croisements des différentes autres études conduites en France (R2D2) ou en Suisse (Agroscope), on peut voir qu'il serait judicieux de travailler sur plusieurs années pour évaluer l'efficacité des associations végétales, et pourquoi pas des aménagements fleuris en bordure et dans les parcelles qui apporteraient du nectar et du pollen pour les auxiliaires adultes (syrphes, chrysopes, coccinelles, parasitoïdes), mais surtout pour suivre les populations de *Tersilochus* qui sont univoltines. En effet, ceci permettrait de mesurer l'impact des associations végétales sur colza l'année n+1, lors de l'émergence des *Tersilochus* qui ont parasitoïdé les larves de GA et CBT l'année n. Ceci est envisagé pour la suite de l'expérimentation, puisque des pièges à émergence seront installés dans les parcelles de colza semés en 2019 pour collecter les *Tersilochus*, qui seront identifiés par des outils moléculaires avec l'aide de Terre Inovia.

V Références bibliographiques

- Breitenmoser S., Steinger Th., Hitpold I., Grosjean Y., Nussbaum V., Bussereau F., Klötzli F., Widmer N. & Baux A., (2020) : Des plantes associées au colza pour contrôler les adultes d'altises, un insecte ravageur. *Recherche Agronomique Suisse* 11 : 11-16.
- Ellis, S. , White, S. , Holland, J. , Smith, B. , Collier, R. and Jukes, A. (2014) Encyclopaedia of pests and natural enemies in field crops. Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB).
- Gendron F., Lasnier J., Villeneuve-Desjardins X. & Turcotte C., (2018) : Introduction d'un Braconidae parasitoïde (*Lathrolestes ensator*) en verger de pommiers commerciaux de l'Estrie et du Centre-du-Québec. Rapport final. Ceta.
- HOOKS C.R.R., JOHNSON M. W., (2003) : Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection* 22 : 223–238.
- DICKE M., DE BOER J.G., HOFTE M., ROCHA-GRANADOS M.C., (2003): Mixed blends of herbivore-induced plant volatiles and foraging success of carnivorous arthropods, *Oikos* 101, 38–48.
- RUSCH A., S. SUCHAIL, M. VALANTIN-MORISON, J.-P. SARTHOU, J. ROGER-ESTRADE, (2011) : Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. *Landscape Ecol* 26:473–486.
- RUSCH A., S. SUCHAIL, M. VALANTIN-MORISON, J.-P. SARTHOU, J. ROGER-ESTRADE, (2011) : Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. *Landscape Ecol* 26:473–486.
- THIES, C., TSCHARNTKE, T., (1999): Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285, 893–895.
- VILLENAVE J., THIERRY D., AL MAMUN A., LODÉ T. & RAT-MORRIS E. (2005): The pollens consumed by *Chrysoperla lucasina* and *Ch. affinis* (Neuroptera: Chrysopidae) in cabbage crop environment in western France. *Aphidophaga* 9 Proceedings. *European Journal of Entomology* 102 (3): 547-562.