



TÉMOIGNAGE

Gestion alternative des ravageurs en grandes cultures : la démarche territoriale innovante d'un collectif d'agriculteurs avec le projet R2D2

Nicolas CERRUTTI*, Céline ROBERT*, Michael GELOEN** et Stéphane CADOUX*

*Terres Inovia, 1 Av Lucien Brétignières, 78650 Thiverval Grignon
n.cerrutti@terresinovia.fr

**Terres Inovia, Maison de l'Agriculture - 1 rue des Coulots - 21110 Bretenière

Produire sur les plateaux de Bourgogne : l'enjeu majeur de la maîtrise des dégâts d'insectes sur le colza d'hiver

En grandes cultures, la maîtrise des insectes ravageurs est une préoccupation de premier ordre pour les producteurs. C'est particulièrement le cas pour la culture du colza fréquemment sujette à des attaques de coléoptères comme le charançon du bourgeon terminal (*Ceutorhynchus picipitarsis*) et l'altise d'hiver (*Psylliodes chrysocephala*) dont les dégâts peuvent être extrêmement préjudiciables en cas de fortes pressions. La problématique est particulièrement forte sur les plateaux de Bourgogne du fait du développement d'importants niveaux de résistance des insectes d'automne du colza aux insecticides pyréthrinoïdes (Figure 1, Robert et al., 2019a) et en parallèle du retrait de molécules insecticides encore efficaces (e.g. celui début 2020 des produits à base de chlorpyrifos-méthyl). Au manque d'efficacité des insecticides s'ajoute la problématique de l'augmentation des déficits hydriques estivaux pénalisant les implantations et l'obtention de colzas robustes et augmentant ainsi la vulnérabilité des plantes aux ravageurs d'automne. L'ensemble de ces éléments explique une chute des surfaces de colza à l'échelle de la France et plus particulièrement dans les zones intermédiaires notamment dans l'Yonne (-60% en cinq ans dans ce département).

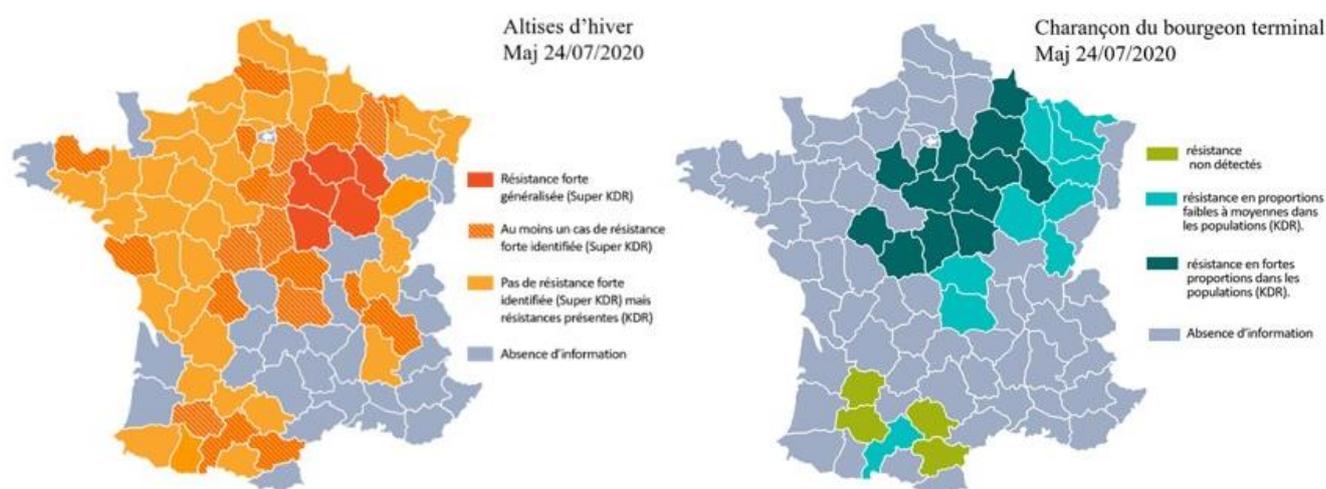


Figure 1 : Etat des lieux des résistances de l'altise d'hiver (à gauche) et du charançon du bourgeon terminal (à droite) aux insecticides de la famille des pyréthrinoïdes en France au 24/07/2020 ; KDR = Knock-Down Resistance. Maj = Mises à jour.

Enfin, le contexte de sols argilo-calcaires superficiels, où les stress hydriques sont fréquents en fin de printemps et en été, limite les possibilités de diversification des cultures. La maîtrise des dégâts d'insectes, la réussite du colza, principale tête d'assolement du secteur, et la diversification des systèmes restent des défis majeurs pour les exploitations de grandes cultures des plateaux de Bourgogne.

Coupler robustesse des cultures et régulation naturelle des ravageurs à l'échelle d'un territoire

Les impasses techniques rencontrées par les producteurs de colza sur les plateaux de Bourgogne témoignent de la fragilité des stratégies de gestion des insectes qui reposent principalement sur la chimie et d'un point de vue plus global, du manque de durabilité des systèmes agricoles du secteur. Afin d'accompagner les producteurs à sortir de cette impasse et à s'adapter aux changements majeurs auxquels va devoir faire face l'agriculture dans les années à venir (changement climatique, diminution du recours aux intrants chimiques, meilleure prise en compte des problématiques environnementales, etc.), il est apparu nécessaire de re-concevoir, de déployer et d'évaluer un projet de territoire basé sur une gestion agro-écologique des ravageurs reposant sur deux piliers majeurs :

- La régulation naturelle des ravageurs par leurs ennemis naturels

Il s'agit de mettre en œuvre les principes de la Lutte Biologique par Conservation des Habitats qui vise à favoriser la présence et l'action régulatrice des insectes auxiliaires (Gurr et al., 2004). Ce pilier passe par la mise en œuvre d'actions facilitées par l'approche territoriale et la concertation entre les agriculteurs intégrés dans une démarche collective : mise en place d'infrastructures agroécologiques comme les haies, les bandes enherbées/fleuries ; gestion de l'interculture ; réduction des traitements insecticides et du travail du sol, etc.

- La robustesse des cultures

C'est-à-dire la mise en œuvre de stratégies permettant de réduire la sensibilité des cultures aux attaques d'insectes grâce à l'évitement des bioagresseurs (e.g. via des décalages de dates de semis) et/ou l'atténuation de leurs dégâts (leviers favorisant la réussite de l'implantation, la dynamique de croissance, les capacités de compensation de la plante, la perturbation des ravageurs, etc.) (Cadoux et al., 2015 ; Robert et al., 2019b).

Ces piliers sont complémentaires et l'approche proposée est de les mobiliser en synergie à l'échelle d'un territoire agricole. En effet, tout comme la gestion de la qualité de l'eau est facilitée par l'intégration de collectifs d'agriculteurs dans une démarche territoriale à l'échelle de bassins versants, la gestion agro-écologique des insectes ravageurs des cultures peut bénéficier d'une approche paysagère et ce, pour plusieurs raisons :

- Les insectes ravageurs tout comme leurs ennemis naturels sont mobiles et exploitent les cultures et les éléments semi-naturels présents à leurs abords (Ulber et al., 2010 ; Rusch et al., 2011). Agir sur ces composantes paysagères, en modifier les modes de gestion de manière cohérente nécessite de dépasser le cadre de l'exploitation agricole et de mettre en œuvre des actions concertées entre acteurs ayant un certain niveau de maîtrise foncière.

- Les mouvements d'insectes (ravageurs et ennemis naturels) sur une exploitation agricole et les dégâts qu'ils occasionnent sont influencés par les pratiques agricoles qui ont cours sur les fermes environnantes et de ce fait, sans la mise en œuvre d'un projet collectif prenant en compte la dimension spatiale du territoire, une désorganisation des actions et des effets contre-productifs peuvent être attendus.

Les deux piliers cités précédemment : « robustesse des cultures et régulations naturelles » représentent les fondements du projet R2D2. Ce projet Dephy EXPE a vu le jour en 2018 sur les plateaux de Bourgogne pour une durée de 6 ans. Projet multi-partenarial, R2D2 est piloté par Terres Inovia, l'institut technique de la filière des huiles et protéines végétales et de la filière chanvre et rassemble Arvalis-Institut du végétal, la chambre d'agriculture de l'Yonne, l'INRAE, Dijon Céréales, Soufflet, SeineYonne, ainsi qu'un collectif de 11 agriculteurs. Ceux-ci exploitent une surface contiguë de 1330 ha autour de la commune de Courson-Les-Carières dans l'Yonne (figure 2). Le projet mobilise aussi cinq agriculteurs qui n'exploitent pas au cœur de ce territoire mais qui sont intéressés par la démarche et désireux de développer une gestion agroécologique des ravageurs sur leur exploitation. Ils constituent un « réseau satellite » de fermes. L'objectif du projet R2D2 est double : (i) aider les agriculteurs à construire, tester, évaluer et mettre au point pas à pas un projet de territoire permettant à terme de réussir les cultures sans recourir à des insecticides et (ii) évaluer d'un point de vue scientifique l'efficacité de la stratégie mises en œuvre et valoriser les connaissances produites.

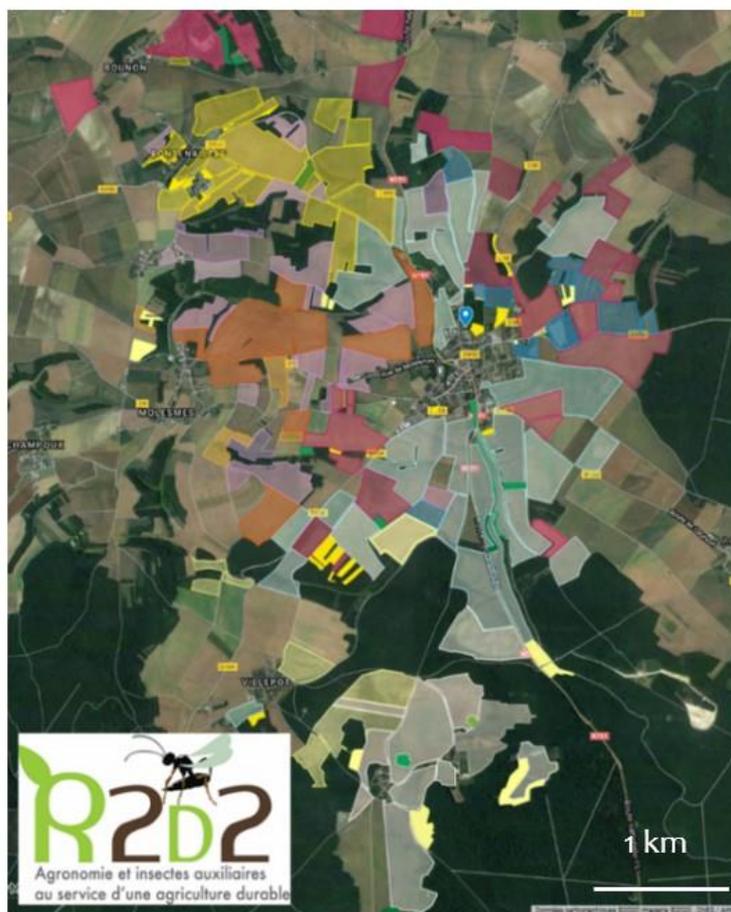


Figure 2 : Parcellaire intégré dans le projet R2D2, soit 1330 ha pour 11 agriculteurs en 2021. Chaque couleur représente le parcellaire d'un agriculteur participant au projet.

➤ ¹ Restauration de la régulation naturelle et augmentation de la Robustesse des systèmes de culture des plateaux de Bourgogne pour une réduction Durable de la Dépendance aux insecticides.

Construire un projet de territoire avec un collectif d'agriculteurs

Pour la mise au point du projet de territoire, la démarche retenue est une démarche d'accompagnement telle que définie par Le Gal et al. (2011), avec une entrée par le territoire et non par les exploitations et un pilotage par les objectifs et non par les moyens. Elle s'appuie sur le principe de conception itérative des systèmes de culture (Debaeke et al., 2009) avec toutefois une adaptation du phasage des étapes pour tenir compte d'un premier retour d'expérience. En effet, le concept de régulation naturelle des ravageurs est apparu trop flou aux agriculteurs en début de projet pour pouvoir définir dès le départ des objectifs à poursuivre. Les agriculteurs ont exprimé le besoin de mieux s'approprier ce concept et de commencer à tester quelques leviers avant de pouvoir définir un projet de territoire avec des objectifs et des stratégies à tester. Cette demande nous a amené à tester un phasage original pour le projet.

Phase 1 : Analyser la problématique, identifier les besoins des agriculteurs

Cette phase du projet poursuit trois grands objectifs :

Premièrement, mieux comprendre et caractériser les difficultés rencontrées par les agriculteurs du territoire et notamment celles en lien avec la gestion des ravageurs. Cette phase de recueil d'informations s'appuie sur l'écoute des agriculteurs et les échanges qui ont lieu pendant les rencontres techniques, les ateliers de travail, les formations etc. Ainsi, au démarrage du projet, les difficultés qui ont été pointées par les agriculteurs concernent surtout la maîtrise des dégâts d'altises d'hiver, de charançon du bourgeon terminal et des méligèthes en colza (*Brassicogethes* sp.), et celle des pucerons d'automne en céréales.

Deuxièmement, réaliser un état des lieux du fonctionnement écologique du territoire au démarrage du projet avec un focus sur les capacités d'accueil du milieu vis-à-vis des insectes auxiliaires volants et la valeur patrimoniale des habitats. Cet état des lieux, réalisé en prestation par le laboratoire d'Eco-Entomologie d'Orléans à partir d'un suivi de l'entomofaune volante pendant l'année 2020 est destiné à servir de support à l'élaboration d'un plan de gestion à destination des agriculteurs. Ce plan de gestion leur proposera des pistes concrètes pour rendre le territoire plus favorable à l'accueil des insectes auxiliaires volants et à l'expression du service de régulation naturelle, comme la modification de certaines pratiques et la mise en place d'infrastructures agro-écologiques.

Troisièmement, comprendre les attentes des agriculteurs vis-à-vis du projet R2D2 et formaliser les résultats attendus. Cette analyse s'est faite d'abord de façon informelle au travers des différentes rencontres avec les agriculteurs et a été complétée par un questionnaire rempli en entretiens semi-directifs au printemps 2021. Ce questionnaire a été construit sur le principe des 'Progress Markers' de la démarche 'Outcome Mapping' développée par l'International Development Research Center. Il était demandé aux agriculteurs de définir au niveau de leur exploitation puis au niveau de leur territoire, (i) ce qu'ils attendent du projet au minimum ('expect to see'), (ii) ce qu'ils aimeraient obtenir si possible ('like to see'), (iii) ce qu'ils rêvent d'obtenir dans l'idéal ('love to see').

Phase 2 : Fédérer un collectif et impulser une dynamique de changement

Cette phase du projet vise à rassembler les agriculteurs du territoire autour d'un projet commun porté par le collectif. En premier lieu, le principe est de faciliter l'émergence d'échanges techniques autour de sujets d'intérêt commun pour créer un esprit de groupe et aussi de nourrir la réflexion des agriculteurs en apportant des connaissances sur des sujets nouveaux pour eux, en stimulant la curiosité et l'exploration de voies nouvelles. Parmi les sujets exploratoires pour lesquels peu de résultats sont disponibles à grande échelle, la régulation naturelle des ravageurs des cultures est un axe sur lequel les agriculteurs étaient demandeurs d'informations et d'idées. Cela s'est concrétisé par l'organisation de journées techniques au champ et d'apports de connaissances en salle (Figure 3). Ces apports de connaissances sont élaborés en s'appuyant sur l'expertise des partenaires du projet ou de personnes ressources extérieures, et à partir de données acquises dans les réseaux d'agriculteurs accompagnés par Terres Inovia comme le réseau Berry ou le GIEE

Magellan. Une synthèse de ces apports de connaissances a été faite sous forme d'arbre des connaissances afin d'aider les agriculteurs à identifier les différentes voies possibles pour une gestion agroécologique des ravageurs et d'ouvrir le champ des possibles en termes de leviers à activer à l'échelle des parcelles et des paysages (Figure 4).



Figure 3 : Journées thématiques organisées pour les agriculteurs. A gauche : Test bêche pour évaluer la structure du sol dans une parcelle de pois. A droite : Atelier collectif pour réfléchir à la mise en place des bandes fleuries.

Ces moments de partages sont aussi des moyens d'entretenir une relation de confiance entre les agriculteurs et les partenaires techniques indispensable au bon déroulement du projet.

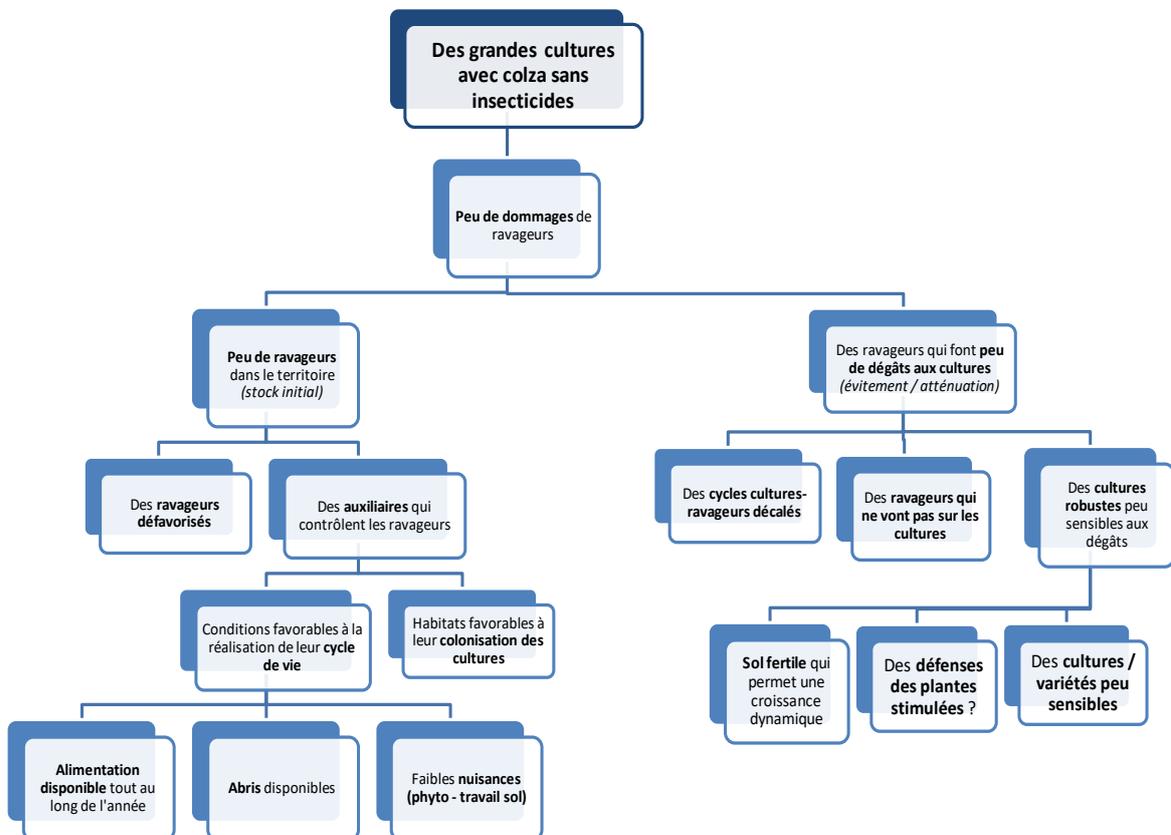


Figure 4 : arbre des connaissances pour une gestion agroécologique des ravageurs en système de grande culture incluant du colza

Cette phase du projet vise également à encourager une dynamique de travail collective et à créer du lien entre les différents partenaires du projet au travers de rendez-vous techniques réguliers comme des tours de plaines mensuels centrés autour de problématiques identifiées par les agriculteurs selon leurs besoins du moment. L'animation du collectif passe aussi par la mise en place de plateformes d'essais et d'actions concertées à l'échelle du territoire du projet qui permettent aux agriculteurs de s'approprier les notions de robustesse des cultures et de régulation des ravageurs par le test de quelques leviers mais également de produire et de valoriser des références locales. Ainsi en 2020, des essais ont été conduits pour évaluer le potentiel attractif de crucifères semées seules ou en association avec du colza, vis-à-vis de l'altise d'hiver dans l'objectif de réduire les dégâts occasionnés au colza. Ces essais ont été conduits en plateforme chez un agriculteur et également sur des surfaces plus conséquentes chez plusieurs agriculteurs qui ont testé l'implantation d'intercultures contenant ces crucifères, notamment la navette, pour essayer de détourner les altises des parcelles de colza et de réduire leur niveau de pression suite à la destruction du couvert.

En mars 2021, les agriculteurs du projet ont pu également planter 10 ha de bandes fleuries constituées d'espèces annuelles et destinées à augmenter la ressource florale disponible pour les insectes auxiliaires volants comme les syrphes, les chrysopes et les parasitoïdes.

Phase 3 : Construction du projet de territoire

La construction du projet de territoire constitue un jalon majeur du projet. Il s'agit d'aider les agriculteurs à définir (i) la cible à atteindre, c'est-à-dire le résultat qu'ils souhaitent obtenir à un horizon d'une dizaine d'années et (ii) les stratégies à mettre en œuvre pour progresser pas-à-pas vers cette cible. La démarche utilisée pour cette phase s'appuie sur le principe de conception innovante (Berthet et al. 2018) qui mobilise la méthode KCP® (Hatchuel et al., 2009). Elle se nourrit de la phase 1 (attentes) et 2 (partage de connaissances) du projet et doit se concrétiser par un atelier de conception qui aura lieu courant 2021. La particularité par rapport à un atelier 'classique' de conception de système de culture comme décrit par Reau et al. (2012), c'est la dimension territoriale et collective du projet. L'enjeu est de construire une stratégie territoriale cohérente et performante et que chaque agriculteur identifie ce qu'il peut faire dans son exploitation et ses parcelles pour servir le projet collectif. Une organisation originale de l'atelier sera testée pour permettre de répondre à cet enjeu.

Phase 4 : Mise en œuvre et amélioration continue du projet de territoire.

Une fois le projet de territoire défini, il pourra être déployé progressivement à partir de l'été 2021. Les agriculteurs seront accompagnés dans sa mise en œuvre pour aider au choix des leviers à mettre en place, à la prise de décision en cours de campagne, à l'évaluation et l'analyse des résultats et enfin à l'identification des pistes d'amélioration pour progresser vers la cible à atteindre. Cette phase de mise en œuvre du projet de territoire passera par des tours de plaines réguliers avec l'ensemble des agriculteurs où l'accent sera mis sur l'observation du sol, des cultures, des ravageurs et des auxiliaires, et par des rendez-vous de partage de résultats et de réflexions pour favoriser l'amélioration continue du projet de territoire.

Un suivi scientifique complet pour évaluer l'efficacité des stratégies testées

Un suivi scientifique qui vise trois objectifs

Pendant toute la durée du projet, des suivis seront réalisés dans plusieurs parcelles conduites dans les conditions réelles de la pratique agricole. Les critères de choix des parcelles dépendent des objectifs des suivis et des groupes d'auxiliaires. Les objectifs de ces suivis sont :

Objectif 1 : Suivre l'évolution des populations de ravageurs, d'auxiliaires, du service de régulation et des dégâts au fil des années.

Progressivement les agriculteurs vont mettre en œuvre un certain nombre de leviers ayant comme objectif principal de réduire les attaques et la nuisibilité des ravageurs, que ce soit en misant sur une meilleure robustesse des cultures ou en favorisant la régulation naturelle. Il s'agit ici de vérifier l'efficacité des mesures mises en place dans le cadre du projet de territoire. Pour ce faire, des notations seront réalisées sur plusieurs parcelles localisées sur le territoire mais également à proximité dans des secteurs au contexte équivalent où les agriculteurs ne sont pas intégrés dans la démarche R2D2. Ces suivis hors zone ont pour objectif de constituer un témoin annuel permettant de mettre en évidence les résultats inhérents aux changements opérés dans le cadre du projet.

Objectif 2 : Acquérir des données sur la biologie d'espèces d'intérêt pour mieux les protéger.

Les coléoptères ravageurs du colza qui constituent les ravageurs les plus problématiques sur le territoire sont principalement régulés par des hyménoptères parasitoïdes. Afin d'identifier leurs périodes de sensibilité et les pratiques potentiellement à risque, ces parasitoïdes sont suivis dans les différents compartiments des agrosystèmes, au cours des différentes étapes de leur cycle de vie (émergence dans les champs de colza de l'année précédente, colonisation dans les champs de colza de l'année en cours).

Objectif 3 : Evaluer l'intérêt de certaines pratiques pour favoriser les insectes auxiliaires et la régulation naturelle.

En complément de l'évaluation de la stratégie d'ensemble qui reste le cœur de l'approche (objectif 1), nous souhaitons acquérir des références locales sur certains leviers qui mobilisent le plus les agriculteurs, afin de vérifier leur efficacité dans le contexte de leurs exploitations. A partir de la campagne 2021, il a notamment été retenu de travailler sur l'intérêt des bandes fleuries sur les auxiliaires en général et la régulation de quelques ravageurs (pucerons et bruches du pois) ainsi que sur l'impact du travail du sol après colza sur les populations d'hyménoptères parasitoïdes.

Ce volet scientifique permettra ainsi d'améliorer notre connaissance sur la biologie des auxiliaires et d'alimenter la stratégie d'accompagnement des agriculteurs en 1) dressant un état des lieux de la situation au démarrage du projet puis 2) en évaluant les pratiques mises en place de manière globale et pour un petit nombre d'entre elles, de manière individuelle afin d'alimenter une boucle de progrès.

Des suivis multi-cultures et multi-cibles : exemple du monitoring 2020

Au cours de la campagne 2020, des observations et/ou des piégeages ont été réalisés dans 18 parcelles du territoire soit de manière ponctuelle, soit avec une fréquence hebdomadaire. Les cultures suivies sont variées (colza, blé, orge, triticale, pois, tournesol, luzerne) afin d'avoir une analyse complète de l'évolution des dégâts, des principaux ravageurs et de la régulation naturelle sur un maximum de cultures de la rotation. Les ravageurs et les auxiliaires prioritaires à suivre pour chaque culture ont été choisis avec les agriculteurs. Le tableau 1 regroupe les ravageurs et auxiliaires suivis par culture, les principales notations, ainsi que l'objectif des suivis de 2020.

Culture	Ravageurs ciblés	Auxiliaires	Principales notations	Objectif des suivis
Colza	Altise d'hiver Charançon du bourgeon terminal Mélégèthe	Parasitoïdes	Captures par fauchage Captures en cuvette jaune Pression en ravageurs sur plantes Dégâts Estimation des taux de parasitisme	Définir la période de présence des parasitoïdes dans les parcelles de colza. Etudier l'évolution au fil des années : - des populations de ravageurs - des populations d'auxiliaires - du service de régulation
Champ en précédent colza			Captures en tentes à émergence	Définir la période d'émergence des principaux parasitoïdes dans les parcelles de céréales en précédents colza
Tournesol Pois Céréales	Pucerons	Prédateurs volants	Captures par fauchage Pression en ravageurs sur plantes Dégâts Estimation des taux de parasitisme Observation des auxiliaires sur plantes	Etudier l'évolution au fil des années : -Des populations de ravageurs -Des populations d'auxiliaires -Du service de régulation
Pois	Bruches du pois	Parasitoïdes	Estimation des taux de graines bruchées et des taux de parasitisme	
Toutes cultures	Limaces Pucerons	Faune du sol	Captures sous pièges limaces Captures en pots Barber Dégâts	

Tableau 1 : Nature des suivis effectués sur le territoire du projet lors de la campagne 2020

Une première campagne riche d'enseignements

Les résultats de 2020 constituent ainsi le diagnostic initial de la situation au démarrage du projet (point 0). Les premiers taux de parasitisme sur les coléoptères ravageurs du colza ont par exemple pu être quantifiés. Selon les espèces de ravageurs et les parcelles, ces taux de parasitisme sont plus ou moins variables. Sur altise d'hiver, par exemple, les taux d'endoparasitisme larvaire varient entre 2 et 51% ; sur charançon du bourgeon terminal ils sont compris entre 25 et 30%.

La marge de progression dans les années à venir est importante dans la mesure où ont déjà été observés en France des taux de parasitisme de plus de :

- 70% sur charançon du bourgeon terminal (Jourdeuil, 1960 ; Robert et al., 2019c)
- 60% sur altises d'hiver (Jourdeuil, 1960)
- 90% sur mélégèthes (Rusch et al., 2011)

Les références sur les taux de parasitisme de l'altise d'hiver et du charançon du bourgeon terminal étant peu nombreuses, il est possible que les taux de parasitisme maximum observés puissent être plus élevés.



Figure 5 : Régulation naturelle de l'altise d'hiver. A gauche : *Tersilochus microgaster*, parasitoïde de l'altise d'hiver. A droite, larve de grosse altise parasitée (présence d'un point noir sur le corps).

Les suivis 2020, ont permis d'établir un premier calendrier de présence de ces auxiliaires à partir de leur émergence dans les parcelles de colza de l'année précédente (figure 6). Certaines espèces, (notamment la principale espèce de parasitoïde de l'altise d'hiver) émergent très tôt au printemps. Les premiers traitements réalisés sur charançons de la tige du colza peuvent donc potentiellement avoir un impact sur ces auxiliaires. Ces résultats sont à affiner au fil des années mais l'acquisition de ces références pourrait permettre de prédire les périodes de présence de ces auxiliaires et identifier des pratiques à risque.

Genre/espèce	Hôtes principaux (non exhaustif)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
<i>Tersilochus</i> sp.	Coléoptères ravageurs du colza						
<i>Tersilochus obscurator</i>	Charançon de la tige du chou						
<i>Tersilochus microgaster</i>	Altise d'hiver						
<i>Tersilochus fulvipes</i>	Charançon de la tige du colza						
<i>Tersilochus heterocerus</i>	Méligèthes						
<i>Phradis</i> sp.	Méligèthes						
<i>Microctonus</i> sp.	Altise d'hiver, charançon du bourgeon terminal, charançon des siliques						
<i>Triaspis</i> sp.	Charançon du bourgeon terminal						
<i>Trichomalus</i> sp.	Charançon des siliques, altise d'hiver						
<i>Mesopolobus</i> sp.	Charançon des siliques						

Figure 6 : Périodes de présence des principaux parasitoïdes des coléoptères ravageurs du colza (émergence dans les anciennes parcelles de colza et/ou présence dans les parcelles de colza de l'année).

Perspectives

Les premiers résultats acquis viennent conforter une hypothèse qui constitue le fondement même du projet R2D2 : améliorer la régulation naturelle des coléoptères ravageurs du colza est une piste de travail sérieuse et prometteuse pour tenter de réduire les niveaux de pression des insectes ravageurs tout en réduisant les applications d'insecticides. Les résultats des suivis scientifiques devront permettre de vérifier la puissance de cette stratégie lorsqu'elle est déployée dans le cadre d'un projet de territoire plus global visant à obtenir des systèmes de culture plus résilients vis-à-vis des attaques d'insectes. R2D2 est un projet multi-partenarial dont le collectif d'agriculteurs constitue le noyau dur. Travaillant l'agronomie et les régulations naturelles à une échelle conséquente, le projet s'impose comme une démarche innovante et ambitieuse qui à notre connaissance n'a pas d'équivalent sur le territoire national.

Références

- Berthet E., Vourc'h G., Brun J., Meynard J.M., Prost L., Salembier C., 2018. Guide pratique pour organiser et piloter un processus collectif de conception. 8p.
- Cadoux S., Sauzet G., Valantin-Morison M., Pontet C., Champolivier L., Robert C., Lieven J., Flénet F., Mangenot O., Fauvin P., Landé N., 2015. Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. *OCL* 22(3), D302.
- Debaeke P., Munier-Jolain N., Bertrand M., Guichard L., Nolot J.M., Faloya V., Saulas P., 2009. Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems: methodology and case studies. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 29:73–86.
- Gurr G., Wratten S.D., Altieri M.A., 2004. Ecological engineering for pest management: towards a rigorous science. *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*, 219–225.
- Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., 2009. Design theory and collective creativity: a theoretical framework to evaluate KCP Process, Int. Conf. on Engineering Design, ICED'09, Stanford, CA, USA.
- Jourdheuil P., 1960. Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire : étude relative à quelques Hyménoptères (Ophioninae, Diospilinae, Euphorinae) parasites de divers Coléoptères inféodés aux crucifères. *Annales des Epiphyties*, 11, pp. 445–658.
- Le Gal P.Y., Dugué P., Faure G., Novak S. 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems*, 104(9):714-28.
- Reau R., Monnot L.A., Schaub A., Munier-Jolain, Pambou I., Bockstaller C., Cariolle M., Chabert A., Dumans P. 2012. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques*, 20, 5-33.
- Robert C., Bothorel S., Ruck L., Carpezat J., Lauvernay A., Siegwart M. 2019a., Coléoptères ravageurs ru rolza: Résistances aux pyréthrinoides. *Phytoma* 724, 20–24.
- Robert C., Ruck L., Lecomte V., Pontet C., Cadoux S. 2019b. Réduire la pression charançon du bourgeon terminal et altise d'hiver. *Phytoma* 724, 25–29.
- Robert C. Bothorel S., Luce S., Lauvernay A., Leflon M., Delvare G., Streito J.C., Pierre E., Cruaud P., Ollivier M., Genson G., Cruaud A., Rasplus J.Y. 2019c. COLEOTOOL - Développement d'outils moléculaires en vue d'identifier les principaux charançons ravageurs du colza et leurs auxiliaires parasitoïdes. *Innovations Agronomiques*, 71, 181–200.
- Rusch A., Valantin-Morison M., Sarthou J-P., Roger-Estrade J., 2011. Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. *Landscape Ecology* 26(4), 473–86. <http://link.springer.com/10.1007/s10980-011-9573-7>.
- Ulber B., Klukowski Z., Luik A., Williams I. 2010. "Parasitoids of Oilseed Rape Pests in Europe: Key Species for Conservation Biocontrol." In *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*, ed. Ingrid H Williams, 45–76



Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.