

Agronomie

environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie



Savoirs agronomiques pour l'action



La co-conception d'itinéraires techniques économes en intrants pour la culture du colza

Muriel VALANTIN-MORISON¹
 Claire RUAULT² - Jean-Bernard LOZIER³
 Christine LECLERCQ⁴

¹UMR d'Agronomie - N° 0211 - AgroParisTech - INRA - Université Paris Saclay - Avenue Lucien Brétignière - 78850 Thiverval Grignon

²GERDAL (Groupe d'Expérimentation et de Recherche : Développement et Actions Locales) - La Houdiniais - 35160 Le Verger

³Earl JB Lozier - 14, rue de la Libération - 27220 Coudres

⁴Institut polytechnique Lasalle Beauvais

Introduction

Au cours de ces 15 dernières années, l'environnement a pris une place grandissante dans les problématiques agricoles. De nombreux rapports et expertises, nationales ou internationales, sont venus tirer la sonnette d'alarme en soulignant, non seulement les effets de l'activité agricole sur l'environnement (Millenium Assessment, Aubertot *et al.*, 2005 et Ecophyto, 2010, Le Roux *et al.*, 2008), mais aussi les effets sur la santé (Baldi *et al.*, 2013).

L'agriculture du XXI^{ème} siècle a donc plusieurs défis à relever en urgence : (1) produire des biens alimentaires et non alimentaires (énergie, produits dérivés de la chimie verte) pour une population humaine grandissante sous un climat plus chaotique ; (2) Réduire le recours aux sources d'énergie non renouvelables et être plus efficaces dans leur utilisation (3) réduire le recours aux intrants chimiques (azote, pesticides), potentiellement sources de pollutions diffuses. Les mutations qui doivent dès à présent s'opérer pour relever ces défis devront être aussi profondes que celles de la révolution agricole d'après-guerre ; elles doivent aller bien au-delà de la réduction de doses pour les pesticides ou de la substitution d'intrants par des solutions « dites alternatives ». Le double objectif de réduire le risque environnemental et de garantir le potentiel de production implique de repenser entièrement les systèmes de culture intensifs d'aujourd'hui, les pratiques qui en découlent, et l'évaluation de leurs performances. Les travaux présentés ici s'inscrivent dans cet objectif de faire évoluer les systèmes de culture vers une plus grande durabilité.

Le cas d'étude « itinéraires techniques intégrés du colza d'hiver » décrit ici reprend les travaux de recherche de Muriel Valantin Morison, chercheur de l'UMR d'Agronomie et la collaboration avec un agriculteur de l'Eure, Jean-Bernard Lozier de 2005

à 2010 ainsi qu'avec la chambre d'agriculture de l'Eure.

Le colza d'hiver (*Brassica napus* L.) est une culture de diversification peu cultivée dans les années 80, devenue une culture dominante des systèmes de grande culture ; elle consti-

tue une pièce maîtresse de leur simplification, à l'œuvre depuis plus de 10 ans (Meynard *et al.*, 2013 et Schott *et al.*, 2010). En effet elle a été en pleine expansion entre 1990 et 2006 puis est stable depuis en France et en Europe. Elle présente des intérêts économiques puisqu'il existe de nombreux débouchés rémunérateurs pour valoriser ses produits (huile) et co-produits (tourteaux). Une demande croissante en huile pour la chimie verte et l'énergie, des besoins en tourteaux non couverts, soutiennent un prix de vente élevé, ce qui conduit à l'augmentation des surfaces en colza et à leur extension vers de nouvelles régions, comme la Picardie, la Bretagne et le Sud de la France.

Dans le contexte actuel de l'agriculture, orientée vers la réduction des impacts environnementaux, le questionnement, à la fois du chercheur et de l'agriculteur, est centré sur la transformation des systèmes de culture à base de colza pour réduire leur dépendance aux pesticides et leurs impacts sur l'environnement. En outre, le chercheur s'interroge aussi sur les connaissances à mobiliser ou à produire sur le fonctionnement des agroécosystèmes, pour construire des solutions visant à réduire l'usage de pesticides. Quels processus biologiques mobilisés à différentes échelles pour construire des solutions ? Lesquels sont connus et quelles pratiques agronomiques permettent de renforcer ces processus et ainsi générer des itinéraires techniques économes en pesticides ?

Du point de vue méthodologique, les travaux du chercheur se caractérisent par deux grandes constantes: (i) l'analyse des relations entre pratiques agronomiques, couvert végétal, bioagresseurs et organismes auxiliaires et (ii) conception d'itinéraires techniques économes en pesticides. Les travaux décrits ici, centrés sur la conception d'itinéraires techniques, se sont le plus souvent déroulés en parcelles agricoles en partenariat avec des agriculteurs et ont été menés en étroite collaboration avec eux, ou avec des acteurs du développement agricole (en agriculture conventionnelle), sans que les agriculteurs soient directement impliqués. Il s'est traduit par la mobilisation de différents acteurs (chercheurs, agriculteurs, techniciens et animateurs de groupes) aux métiers et aux formes de connaissance différents. Loin d'être un processus linéaire, leur implication s'est faite à des degrés et selon des modalités de travail variables dans le temps, autour de questionnements et d'objectifs qui ont évolué au fil du temps. L'analyse de cette expérience et la tentative de reconstitution d'une trajectoire centrée à la fois sur les acteurs et sur le processus de production de connaissances cherche à répondre à deux types de questions : Comment se construisent de nouveaux itinéraires techniques (itk)? Comment des acteurs aux métiers et aux formes de connaissance différents travaillent ensemble (collaborent) pour à la fois construire une problématique, et produire des connaissances utiles à l'action ?

Description du cas d'étude

La collaboration du chercheur agronome M. Valantin-Morison avec J.B. Lozier, agriculteur témoin de ce cas d'étude lors des ateliers du Pradel, démarre en 2005 et trouve son origine dans des travaux de recherche en agriculture biologique (AB) menés à partir de 2000 et décrits en

étape 1. Si leurs objectifs professionnels sont spécifiques, leur collaboration et échange de savoirs s'est construite autour d'un but commun : la recherche de systèmes de culture économes en intrants, tout particulièrement sur la culture du colza, et s'est déroulée en plusieurs étapes que chacun a décliné ci-dessous.

Etape 1 :

Pour le chercheur, identifier les facteurs limitants biotiques principaux à la culture du colza conduite sans pesticides, en Agriculture biologique (AB)

Mes travaux, démarrés en 2000 sur l'AB, avaient pour objectif d'identifier les facteurs limitants (FL) par un diagnostic agronomique régional (Doré *et al.*, 2008), dans des parcelles agricoles de colza en AB (figure 1). A cette époque, l'azote apparaissait, pour les chercheurs, comme le FL majeur et les problématiques liées aux bio-agresseurs étaient surtout centrés sur le phoma du colza. La vingtaine de parcelles en agriculture biologique, choisies avec l'aide du Cetiom (aujourd'hui Terres Inovia) et réparties sur toute la France, était

suivie régulièrement et précisément (mesure de croissance et développement de la culture, mesures des bio-agresseurs, fertilité du sol) par l'UMR d'agronomie et des ingénieurs régionaux du Cetiom. Nous réalisons également des interviews avec les agriculteurs sur leurs pratiques. Mais durant ces deux premières années, aucun test expérimental particulier n'était réalisé. C'est néanmoins en travaillant directement avec des agriculteurs en AB de différentes régions que la démarche de conception d'ITK économes en intrants commence. En effet, lors de ce diagnostic (figure 2), un schéma de fonctionnement a été réalisé et a montré que la concurrence avec les mauvaises herbes pendant la phase végétative était l'un des facteurs limitants biotiques le plus important, entraînant des carences azotées à floraison, non levées par la fertilisation, carences explicatives des baisses des rendements en fin de cycle ; la difficulté de positionner le binage en début cycle a conduit à faire le choix de mobiliser la croissance de la culture pour accentuer la concurrence à l'égard des mauvaises herbes.

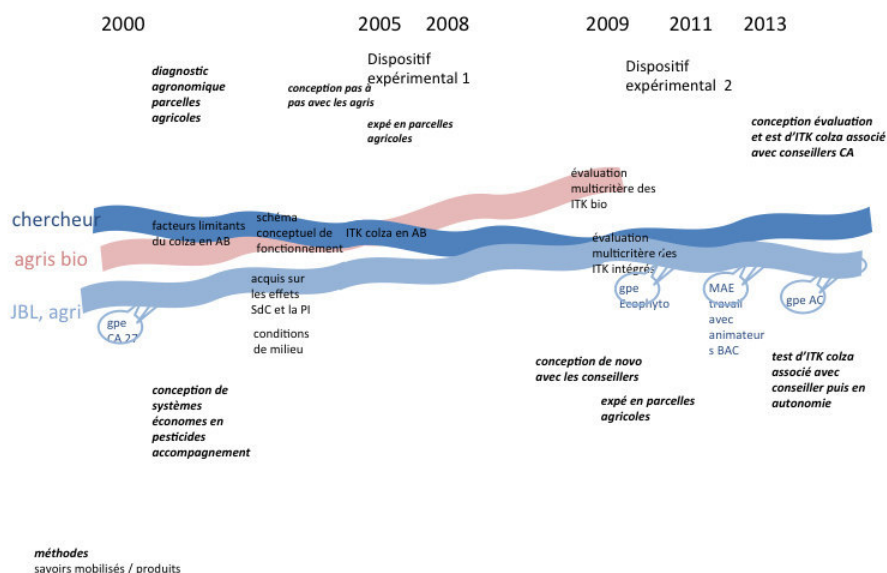


Figure 1 : illustration de la dynamique de la collaboration entre chercheur et agriculteur

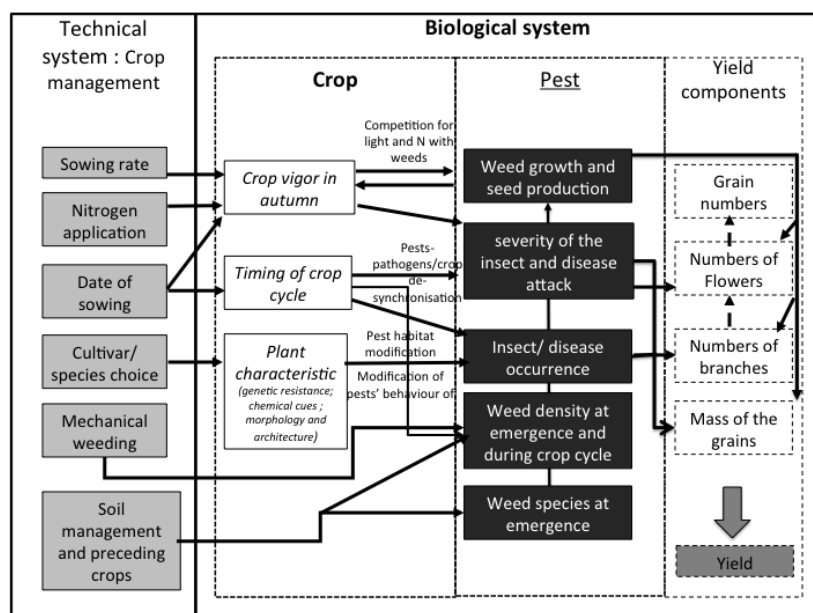


Figure 2 : représentation du schéma conceptuel de fonctionnement des relations entre pratiques agronomiques, couvert et bioagresseurs. Les mécanismes qui relient les interactions multipartites sont indiqués sur les flèches. Extraits de Valantin et Meynard., 2012.

Pour l'agriculteur, aller vers une agriculture moins polluante

Du côté de J.B. Lozier, la réflexion sur l'impact environnemental de son activité commence dès l'installation. « Suite à mon installation en exploitation individuelle en 1990 et l'abandon du labour en 1997, je ressens une insatisfaction en terme de réduction d'intrants et d'impact environnemental. » Il met en place des techniques culturales simplifiées mais sans changement de système de production, ce qui génère rapidement des problèmes d'adventices et entraîne une dégradation du bilan environnemental du système de production. « C'est ainsi qu'en 2000, je signe un CTE et participe à la création du groupe Agriculture Intégrée de la chambre d'agriculture de l'Eure animé par Bertrand Omon ». Ces deux évènements marquent ma volonté de « me tourner vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement, tout en me réappropriant mon métier d'agriculteur ».

Etape 2 : Quels itk construire avec la connaissance scientifique du moment et celle des agriculteurs ?

En agriculture biologique

La conception d'itk de colza en AB a démarré à partir de 2002 et mobilise à la fois les connaissances agronomiques passées (Dejoux et al., 2004) et celles acquises pendant le diagnostic agronomique entre 2000 et 2002 (Valantin-Morison et Meynard, 2012). Par exemple, il devenait clair que les conditions de disponibilité de l'azote pour la culture au moment du semis pouvaient modifier la croissance de la culture, sa capacité d'étouffement. Il avait également été montré (Dejoux et al., 2004) que la date de semis pouvait être raisonnée en fonction de l'objectif de biomasse à produire et de la disponibilité en azote du sol. L'expertise des agriculteurs biologiques, acquise lors des rencontres sur les parcelles suivies pour le diagnostic agronomique, pouvait en parallèle aider à identifier les milieux propices à la production de forte biomasse et la flore la plus problématique des parcelles expérimentées. Enfin, l'utilisation d'outils de désherbage mécanique (herse étrille et bineuse) commençait à être formalisée en règles de décision (si.. alors... sinon ... - par exemple si stade du colza supérieur à 4 feuilles et conditions sèches, bineuse possible); elles ont été testées pendant ces expérimentations dites « itinéraires techniques colza bio ».

Ainsi, 3 types d'itinéraires techniques (itk) ont été proposés au réseau d'agriculteurs mobilisés par le diagnostic agronomique. La première proposition des itk a été construite par le chercheur et discutée et amendée avec les agriculteurs selon leurs contraintes de sols et de matériels. Les trois itinéraires techniques ont tous été testés dans chaque exploitation AB une première année. Ils ont été adaptés la deuxième année lors de la restitution des résultats à chaque groupe régional d'agriculteurs. Par un suivi agronomique régulier des parcelles, nous avons comparé et évalué les conditions de réussite et de succès des itk proposés afin de choisir des conduites adaptées à chaque milieu. En fin de programme, ces résultats ont été exposés aux agriculteurs du réseau par des réunions de restitution et avec le Cetiom (aujourd'hui Terres Inovia) une fiche conduite du colza en AB a été mise en ligne sur le web. La démarche de concep-

tion intégrant le diagnostic agronomique peut être qualifiée d'une démarche pas à pas (Meynard et al., 2012).

En agriculture conventionnelle

Ce travail de conception d'itinéraires techniques s'est ensuite poursuivi en agriculture conventionnelle, à partir de 2005, avec le groupe d'agriculteurs « protection intégrée » (dont fait partie J.B. Lozier, comme il le mentionne ci-dessus), animé par un ingénieur de la CA de l'Eure, B. Omon. Un tel travail n'a pu démarrer qu'en mobilisant la connaissance acquise en AB sur le fonctionnement du couvert, les effets des pratiques de dates de semis et de fertilisation azotée d'automne sur les mauvaises herbes, insectes et les maladies. Il s'est déroulé en deux temps et selon deux démarches complémentaires :

(i) - Avec un nombre réduit d'agriculteurs de l'Eure (ceux qui étaient volontaires au sein du groupe « protection intégrée ») et avec la participation de leur animateur (B. Omon), des itinéraires techniques intégrés reposant sur ceux expérimentés en agriculture biologique (dispositif 1, figure 1) ont été proposés, discutés avec le collectif d'agriculteurs puis testés de 2005 à 2008 chez quatre d'entre eux. Tout d'abord les résultats obtenus en agriculture biologique ont été exposés au collectif d'agriculteurs (qui sont en conventionnels), lors d'une réunion de travail sur l'initiative de B. Omon. Ensuite, les itinéraires techniques testés en AB ont été adaptés et proposés par le chercheur aux agriculteurs. Lors de ces réunions, nous avons collectivement affiné ces propositions en fonction des différents milieux de travail des agriculteurs et de leurs objectifs. Ces itk reposaient sur les mêmes processus agronomiques que ceux mobilisés en AB, pouvant être alors mis en œuvre par une combinaison des leviers agronomiques connus : étouffement des mauvaises herbes, évitement des stades sensibles avec les maladies ou les ravageurs, et piégeage de ravageurs. Les leviers techniques pour initier l'étouffement et l'évitement sont une combinaison des différentes interventions telles que l'avancement des dates de semis, la variété et les mélanges de variétés, l'écartement des lignes de semis, le travail du sol avant semis (tableau 1). En outre, quelques règles de décision sur le désherbage mécanique et chimique en rattrapage ont été adaptées sur la base de l'expertise du Cetiom.

Ces itinéraires techniques ont été implantés au champ sur les parcelles des agriculteurs et suivis par l'UMR d'agronomie, avec l'aide de conseillers agricoles, tout d'abord dans l'Eure, puis à partir de 2006 sur plusieurs régions (Seine et Marne, Picardie, etc). Le réseau de conseillers mobilisés était proche du RMT systèmes de culture innovants, qui dans le même temps prenait de l'ampleur dans le paysage de la recherche. Là encore, des mesures de suivis de la culture et des bioagresseurs étaient réalisés en cours d'années, donnant l'occasion d'échanges entre chercheurs et agriculteurs, en particulier avec J.B. Lozier. Ce dernier s'était même investi dans le suivi d'un appareil permettant la capture de spores de maladies. Lors des discussions de bout de champ, nous évoquions à la fois les mesures en cours mais aussi les effets des nouvelles pratiques sur le système de culture : le choix d'une date de semis précoce influence la culture précédente, puisque la parcelle doit être libérée tôt et assurer une certaine disponibilité en azote : 90kg mini-

mum à trouver pendant l'automne, avons nous constaté en AB. Ces discussions ont progressivement fait évoluer le choix du précédent au colza pour J.B. Lozier. En fin de campagne, Bertrand Omon organisait des restitutions de résultats chaque année puis de manière plus espacées ensuite. Pour J.B. Lozier, c'est donc entre 2004 et 2010 que les essais s'enchaînent et que les tests d'itk intégrés en colza basés sur des semis précoces démarrent. Pour lui, à partir d'une rotation colza/blé/orge, la première question qui se posait était de réussir une conduite économe en pesticides en allongeant la rotation avec un travail du sol réduit : « Le problème, c'est arriver à faire que le colza couvre très vite et très tôt avec beaucoup de biomasse pour avoir moins d'azote à

apporter au printemps, donc j'ai placé le colza derrière un pois récolté au 15-20 juillet. Ça laisse 15 j avant le semis du colza, un colza semé tôt. Tout l'azote libéré par le pois ne peut pas être absorbé par le blé, donc le colza me paraissait (une bonne solution). Bonus : pour le problème des limaces et altises, le colza démarrant vite les limaces n'ont pas le temps de le manger ». Le pois est donc devenu une culture nouvelle introduite dans la rotation pour assurer une levée précoce du colza. « Par conséquent très rapidement repenser l'ensemble du système s'est imposé et chaque décision d'hier et d'aujourd'hui (travail du sol, choix variétal, désherbage, choix d'espèces à associer, d'interculture...) est repensée en cohérence avec l'ensemble du système de culture ».

ITK intégrés dispositifs 1 et 2			ITK intégrés seulement en dispositif 2	
	SRATEGIE A1	SRATEGIE B1	SRATEGIE A2	SRATEGIE C
Contexte	Forte réserve en eau et en azote	Faible réserve en eau et en azote	Forte réserve en eau et en azote	Faible réserve en eau et en azote
Préparation du sol		Plusieurs déchaumages pour faux semis	Déchaumage pour faux semis	Aucun travail du sol
Labour	De préférence un labour	Labour	labour ou non labour	Sans travail du sol
Choix variétal	Lignée ou hybride très peu sensible au phoma, avec une faible sensibilité à l'élongation, un repos hivernal marqué associé à une variété précoce ou à une bordure de navette Mélange variétaux : 95% de variété tardive et 5% d'une variété précoce			
Date de semis	15 jours avant celle préconisée par la région	Celle préconisée par la région	15 jours avant celle préconisée par la région	Celle préconisée par la région
Densité de semis	Densité normale à forte (50 pieds /m²)	Avec écartement fort (40 pieds /m²)	Densité normale à faible (40 pieds /m²) Mais semis écarté	Densité normale (40 pieds /m²)
Espèce associée	non	non	non	Semis simultané d'une lentille à 75% de la dose en plein (???)
Désherbage de pré-levée	Impasse recommandée avec possibilité de rattrapage de post levée précoce	Impasse recommandée	Impasse recommandée avec possibilité de rattrapage de post levée précoce	Impasse obligatoire en raison du couvert associé
Désherbage de post-levée	Si la densité de mauvaises herbes est > à la densité de colza, entre les stades 3feuilles et 5 voire 6 feuilles du colza et en conditions sèches, alors 1 désherbage mécanique en priorité ou chimique Pour le semis précoce, Seulement si levée précoce a échoué			
	Passage de la herse étrille ou de la houe dès le stade 2f	Passage de la bineuse	Passage de la bineuse	Aucun passage d'outil
	Si le désherbage mécanique est impossible, un désherbage chimique anti-graminées de rattrapage est alors possible			
Maîtrise des limaces	Aucun molluscicide	Si la levée est hétérogène et la météo humide et si le seuil est dépassé, alors 1 molluscicide	Aucun molluscicide	Si la levée est hétérogène et la météo humide et si le seuil est dépassé, alors 1 molluscicide(Alford 2003)
ITK intégrés dispositif 1			ITK intégrés dispositif 2	
Maîtrise des insectes d'automne	Aucun insecticide	Si taux d'attaque de 40% de plante pour le type d'insectes le plus problématique de la région, alors un insecticide	Aucun insecticide	Si taux d'attaque de 40% de plante pour le type d'insectes le plus problématique de la région, alors un insecticide
Maîtrise des insectes de printemps	Meligèthes : si le seuil de est atteint sur la bordure quand il y a une bordure plus précoce ou sur les plantes plus tardives quand elles sont en mélange, appliquer 1 insecticide, Une seule application, cesser toute application quand la variété tardive est en fleurs. Charançon de la tige : dès les captures dans la cuvette jaune, appliquer 1 insecticide			
Maîtrise du sclérotinia	Evaluer le niveau de risque et compléter avec le kit pétales pour décider ou non d'intervenir		1 traitement systématique	1 traitement systématique
Maîtrise de la verse	Aucun régulateur			

Tableau 1 : les itinéraires techniques testés en agriculture conventionnelle sur les 2 dispositifs

(ii) - Malgré des performances intéressantes des itk testés sur l'utilisation des pesticides, différents indicateurs économiques et le rendement, les conseillers agricoles, plus nombreux sous l'impulsion du RMT Systèmes de culture innovants à partir de 2009, cherchaient des solutions plus innovantes pour gérer des bio-agresseurs problématiques, comme les insectes et pour améliorer encore la durabilité des systèmes de culture, en particulier la réduction de la fertilisation azotée. Ils me faisaient remonter que certains insectes tels que les méligèthes et le charançon de la tige occasionnaient des dégâts croissants et une résistance aux pesticides problématique. C'est à partir de cette période que mon programme de recherche s'est nettement dédoublé : acquisitions de connaissances sur les interactions couvert-insectes-auxiliaires des insectes, d'un côté (voir étape 3), et co-conception d'itinéraires techniques colza économes en intrants (pas seulement pesticides), de l'autre.

Ainsi, la phase de re-conception des itinéraires techniques intégrés a évolué grâce à l'élargissement à de nouveaux acteurs (nombreux conseillers agricoles) et s'est complexifiée à partir de 2009, se rapprochant des méthodes de conception de prototypes décrites par Vereijken (1997). Cette conception se déroule en atelier, où différents acteurs sont présents et partagent leurs différentes connaissances. C'est cette méthode de prototypage qui a été employée dès le début d'année 2009 (dispositif 2, figure 1). Cette fois, les agriculteurs n'étaient pas directement en relation avec le chercheur. Ce sont les conseillers présents en ateliers de conception qui leurs proposaient, dans un deuxième temps, les itk innovants issus de ces ateliers et les discutaient avec eux.

La phase d'élaboration d'itk s'est organisée en trois étapes de travail.

a) Un atelier avec l'ensemble des experts (chercheurs et conseillers) pour :

(i) Re-poser nos objectifs globaux par rapport à la réduction des pesticides, identifier les facteurs limitants majeurs : jusqu'où aller dans la réduction ? Quels nouveaux facteurs limitant apparaissent ?

(ii) Partager nos connaissances et méconnaissances respectives sur les moyens agronomiques possibles à mobiliser et discriminer les grandes régions pédoclimatiques. A l'occasion de ce travail, nous avons conçu un tableau simple retraçant les influences des pratiques connues ou méconnues sur les bio-agresseurs ;

(iii) Proposer les grandes lignes de nouveaux itinéraires techniques dont l'objectif, retenu par le collectif, était de permettre le recours à seulement un produit phytosanitaire par poste (herbicide, fongicide, insecticide) et de réduire les intrants azotés, afin d'améliorer le bilan énergétique de cette production.

b) Un ensemble d'ateliers basés en région avec des petits groupes de travail (en Poitou-Charentes, Bretagne, Picardie, Bourgogne, Normandie), réunissant des conseillers agricoles des chambres d'agriculture, parfois des représentants locaux de Terres Inovia et des techniciens de l'INRA, ont travaillé à approfondir les propositions d'itinéraires techniques en les déclinant par type de sol, en écrivant les pratiques précises et les règles de décision. Ces ateliers ont permis de

proposer des conduites adaptées aux différents types de milieu de chaque région.

c) Ces itk ont été testés à nouveau en réseaux de parcelles agricoles sur cinq régions. Pour chaque site-année, des mesures intermédiaires sur le fonctionnement du couvert et les bio-agresseurs ont été réalisées afin d'évaluer les performances et hypothèses sous-jacentes aux conduites, mais aussi de porter un diagnostic sur leur déroulement et ainsi produire des connaissances sur le fonctionnement de l'agroécosystème. Ces itinéraires techniques ont aussi été évalués au regard de plusieurs critères d'évaluation des performances (encadré N°1). Quelques agriculteurs ont également été enquêtés sur leur faisabilité.

Les restitutions de résultats étaient synthétisées à l'échelle France dans le cadre d'un projet Casdar à l'intention de tous les conseillers. En région, chaque conseiller faisait le relais avec les agriculteurs en mobilisant prioritairement les résultats de leur zone géographique.

Au final, ce réseau expérimental implanté en parcelles agricoles conventionnelles a donc duré 6 ans et fonctionné en deux temps, correspondant aux deux formes de conception évoquées plus haut, de 2005 à 2008, puis de 2009 à 2013. Mais dans les deux réseaux, chaque parcelle comportait :

- Un itinéraire technique classique (Itk C) dont les interventions sont celles préconisées par la chambre d'agriculture de la région

- Un itinéraire technique intégré (Itk I) voire deux (cf. Tableau 1) à choisir selon les réserves en eau et en azote du sol parmi les 4 types d'itinéraires techniques.

Comme expliqué plus haut les essais INRA itk colza successifs ont été mis en place chez J.B. Lozier, avec l'encadrement et l'aide du conseiller B. Omon, dont le rôle d'intermédiaire et d'animateur a été déterminant dans ce travail. J.B. Lozier faisait partie de la minorité d'agriculteurs qui a accepté dès le départ de réaliser ces itinéraires en rupture, comportant semis précoces et ensuite association de légumineuses et semis précoces (étape 3). Mais chez lui, bien d'autres essais sont réalisés à la fois avec la Chambre d'Agriculture soit avec les instituts techniques, sur d'autres cultures de la rotation. Il s'entoure ainsi de nombreux acteurs pour compléter ses savoirs et orienter ses décisions techniques.

Encadré 1: les performances des itinéraires techniques intégrés, économes en intrants testés entre 2005 et 2009

Alors que dans la première phase de tests d'itinéraires techniques intégrés (itk I), les rendements des itinéraires techniques intégrés étaient réduits de 2 q/ha par rapport aux itinéraires techniques classiques (itk C) (soit 6% du rendement), ils étaient plus bas et plus variables dans le deuxième dispositif, en raison essentiellement de notre objectif de réduire les intrants azotés. En effet, les différences étaient de l'ordre de 3,5 q/ha, soit des rendements inférieurs de 10% par rapport aux itinéraires techniques C. Malgré cette différence significative en rendement, les résultats économiques restaient intéressants pour les itk I avec un prix de vente du colza de 280 €/t en 2009 ([61]) et 300 €/t (prix en 2011) : les efficacités économiques sont améliorées de 11% et les marges restent similaires, en légère faveur de l'itk I. Dans

67% des cas, la marge brute est légèrement supérieure en itinéraire intégré par rapport à l'itinéraire classique. Concernant l'efficacité énergétique, les différences entre itinéraires techniques étaient rarement significatives (de l'ordre de 5% de différence entre les itk C et itk I). Enfin et surtout, l'indice de fréquence de traitement (IFT) global était réduit de 44% pour le dispositif 1 et 39% pour le dispositif 2 par rapport aux itinéraires techniques conventionnels. Entre 2005 et 2008, l'IFT moyen de l'itk Classique s'élève à 5.89 (écart type de 2.05), proche de l'IFT moyen national. La valeur moyenne de l'IFT des itinéraires techniques intégrés sur l'ensemble des essais est de 3,47 (ET : 1,16). Sur les 6 ans, la baisse a porté le plus souvent sur les herbicides et les fongicides, et plus rarement sur les insecticides, toujours plus difficiles à maîtriser.

Etape 3 : la co-conception met en évidence des trous de connaissances et permet d'aller vers de nouvelles questions de recherche

Sur le fonctionnement des régulations biologiques des insectes à l'échelle du paysage

Ce travail de conception avec différents acteurs et dans différentes régions a permis de pointer des « trous » (ou manques) de connaissances tout particulièrement à propos de la gestion des insectes ravageurs. Le diagnostic agronomique en parcelles d'agriculture biologique ainsi que les ateliers de conception en agriculture conventionnelle avaient montré, d'une part que les insectes, en particulier méligèthes mais surtout charançon de la tige, constituaient un facteur limitant important du rendement du colza, et d'autre part, que l'environnement paysager jouait un rôle prépondérant dans les attaques de méligèthes et leurs dégâts. Par ailleurs, la moitié des traitements phytosanitaires réalisés sur colza concerne les insecticides. Or, j'ai pu souvent constater que les connaissances biologiques et écologiques sur les insectes ravageurs du colza étaient réduites, que les seuils de nuisibilité étaient très empiriques, peu mobilisés du fait de l'efficacité des insecticides et du peu d'intérêt pour les impacts environnementaux et que, d'une manière générale, les leviers agronomiques visant à les maîtriser manquaient. Par conséquent, pour aller plus loin dans la réduction des pesticides, il fallait progresser dans l'acquisition des connaissances sur les liens insectes ravageurs - colza-habitats non cultivés.

Par ailleurs, la littérature scientifique montre clairement que l'échelle du paysage constitue un niveau de lecture adapté à la gestion des nombreux insectes bioagresseurs en raison de leur mobilité et de leurs besoins vitaux de différents types d'habitats (Bianchi, Booij, et Tschardtke, 2006 ; Thies, Steffan-Dewenter, et Tschardtke, 2003 ; Thies et Tschardtke, 2010). C'est pourquoi, à partir de 2008, des travaux de recherche ont démarré sur la question de la « compréhension des effets des pratiques et des habitats semi-naturels à l'échelle du paysage sur les insectes ravageurs et leurs auxiliaires pour permettre la conception de mosaïques de systèmes de culture favorisant la régulation biologique des ravageurs ».

Ces travaux ont donné lieu à des suivis de parcelles toujours chez des agriculteurs de l'Eure mais sans que ceux-ci aient besoin de modifier leurs pratiques. Cette étude in situ visait

à diagnostiquer l'intensité de la régulation biologique des insectes par des ennemis naturels et à comprendre quels facteurs agronomiques intra parcellaires ou paysagers pouvaient déterminer les attaques. A cette occasion, certaines parcelles de J.B. Lozier ont été suivies mais très peu de liens formels avec lui étaient organisés. En revanche, les sorties de ces travaux ont été communiquées aux mêmes groupes d'agriculteurs volontaires normands cités ci dessus, lors de réunions de restitution, ce qui les a sensibilisés à l'importance d'organismes ennemis naturels des cultures présents dans leurs parcelles sous certaines conditions et complétant les pesticides, devenus peu efficaces.

Sur les associations d'espèces à l'échelle de la parcelle

Nous avons vu plus haut que la conception en ateliers régionaux avait permis de faire émerger vers 2009 une solution innovante : associer du colza avec des légumineuses gélives afin d'en tirer plusieurs bénéfices agro-environnementaux : couvrir le sol et étouffer les mauvaises herbes, restituer de l'azote au printemps et perturber les insectes d'automne. Après quelques suivis de « parcelles test » la première année en particulier chez J.B. Lozier, le colza associé fait l'objet de mes questions de recherche d'hier et d'aujourd'hui. Terres Inovia, qui dans le même temps testait cette innovation en région centre, avait également acquis une première expertise concernant l'implantation et le choix de certaines espèces. Par ailleurs, dans la littérature, l'augmentation de la biodiversité cultivée apparaît être un pilier de l'intensification des processus écologiques. Or ces associations crucifères-légumineuses sont très peu étudiées alors même que des avantages sur le contrôle des mauvaises herbes ou le recyclage de l'azote sont attendus, et que des effets répulsifs sur le comportement des insectes sont rapportés dans la littérature (Finch Collier, 2001 ; Hummel et al., 2011 ; Björkman et al., 2008).

Ainsi, à partir de 2010, mon programme de recherche poursuit son aller-retour entre co-conception et acquisition de connaissances sur le fonctionnement des interactions couverts-biograsseurs, sur la base d'essais « screening » d'espèces en parcelles agricoles (2010-2016) pour identifier les espèces plantes de service capables d'assurer certains bénéfices agro-environnementaux et d'une thèse (2013-2015) pour identifier les traits fonctionnels des espèces plantes de services capables de remplir les services attendus. Les essais en parcelles agricoles se sont donc poursuivis mais cette fois avec une implication des agriculteurs dans le choix des espèces associées. Le dialogue autour de ces essais s'opère surtout entre chercheurs et conseillers, qui suivent tous deux les essais sur le terrain. Les conseillers font le relais vers les agriculteurs par la restitution des résultats, l'animation d'ateliers de conception avec des groupes Ecophyto mis en place à partir de 2011 (suite au plan Ecophyto). J.B. Lozier, en parallèle des travaux menés en collaboration avec l'INRA ou/et avec la CA de l'Eure et des instituts techniques, décide de participer à un de ces groupes Ecophyto et signe une MAE : « étant situé en zone de captage, je cherche à ne pas polluer et aussi ne pas perdre l'azote qui est dans le sol, et l'utiliser pour les cultures ». C'est l'une des raisons pour lesquelles la gestion de l'azote sur le colza, culture très gourmande en azote, reste un point délicat. Il s'est donc aussi engagé vers les associations d'espèces en colza,

suite aux premiers essais mentionnés plus haut. Voici ce qu'il en dit : « *J'ai donc essayé de réaliser des essais colza-lentille, toujours basés sur un semis précoce. Mais comme je n'étais pas convaincu j'ai essayé des essais à base de trèfle blanc. Je tâtonne en essais-erreurs sur cette technique et me suis rapproché du collectif agriculture de conservation afin d'allier à la fois les associations d'espèces et la réduction du travail du sol.* »

Comment peut-on caractériser la dynamique de production de connaissances décrite ci-dessus et quelles sont les connaissances produites ? Sur quelle dynamique de relations entre acteurs s'est-elle appuyée ? C'est ce que nous tentons d'analyser maintenant.

Dynamique des connaissances et dynamique des acteurs

La notion de conception renvoie tout à la fois à l'idée d'invention (d'une nouvelle technique, d'un nouvel outil) et à celle de la manière de concevoir les choses, de penser la réalité ; nos conceptions, nos manières de penser, guident nos pratiques. La conception d'itinéraires techniques culturels renvoie à ces deux notions dès lors qu'elle implique à la fois l'invention de nouvelles combinaisons de techniques et leur mise en œuvre dans des systèmes de culture, et plus largement dans des systèmes de production, et donc dans un mode de raisonnement (fait d'objectifs, de critères d'analyse et de décision ...) des agriculteurs. Autrement dit, le processus de mise au point de ces itinéraires techniques implique le lien entre la production ou la transformation des connaissances et leur usage. La question de la production des connaissances est alors indissociable des questions ou problèmes formulés par des acteurs donnés, dans un contexte spécifique en lien avec des buts spécifiques.

Ce dont il s'agit, en parlant de co-conception ou de conception participative, c'est d'articuler des formes de connaissances et des modes de raisonnement, par nature différents, et renvoyant à des contextes socio professionnels spécifiques (Berger et Luckman, 1966/86) du côté de la recherche et du côté des agriculteurs. Et cette articulation est loin d'aller de soi. Si des connaissances scientifiques peuvent être produites et validées par la communauté scientifique (on parlera de connaissances instituées pour reprendre le terme de Jean-Louis Martinand), elles ne constituent pas en tant que telles des règles d'action opérationnelles. De telles règles d'action renvoient en effet à des critères de décision, fondés eux-mêmes sur des systèmes de valeurs et de normes, à des moyens disponibles et à des contraintes matérielles qui définissent le champ de ce qu'il est possible et souhaitable de faire suivant des logiques pratiques qui ont leurs exigences propres (Ruault et Lémery, 2008). Dans ces conditions, la mise en œuvre des changements techniques proposés par la recherche, notamment issus de démarches de conception « de novo », dépend du sens que ces changements peuvent prendre pour les agriculteurs au regard de leurs activités et de la conception qu'ils en ont, et plus précisément au regard de la manière dont ils évaluent les situations, ce qui ne va pas et qu'il convient de changer. Et la transformation de façons de faire et des règles d'action ou normes qui y sont liées est en tant que telle une activité de

production de connaissances (Darré, 1996 ; Darré et al. 2004).

On peut relever dans le cas décrit ci-dessus certains éléments marquants dans la manière dont les différents acteurs et leurs connaissances ont été mobilisés, ainsi que dans les processus d'interaction auxquels ils ont donné lieu, de façon variable en fonction des questions et objectifs des uns et des autres, mais aussi des possibilités offertes pour créer des cadres de dialogue.

Une démarche qui s'inscrit dans un parcours et une approche globale

Le récit des parcours, plus ou moins croisés, du chercheur et des agriculteurs montre tout d'abord que la mise au point d'itinéraires techniques, comme l'évolution des pratiques, s'inscrivent dans le temps long.

Du côté de l'agriculteur

Arrêt du labour et signature d'un CTE en 1995, intégration d'un groupe Agriculture Intégrée en 2010, signature d'une MAE en 2013, la démarche de l'agriculteur s'inscrit dans le temps long de la mise au point de pratiques qui répondent à la fois à des objectifs (« *utiliser le moins possible de phytos, ne pas perdre l'azote qui est dans le sol* »), eux-mêmes liés à une certaine conception de son métier qui prend en compte sa dimension environnementale (« *ne pas polluer* »), et à des conditions agronomiques et de travail spécifiques (il est situé en zone de captage).

Ce temps long, c'est celui des essais et de l'ajustement progressif des façons de faire au fil des échecs et réussites. Après avoir essayé le sans labour, qu'il considère comme un échec : « *Colza, blé, orge sans labourer, j'étais dans le mur, je peux vous dire que les graminées... !* », J.B. Lozier revient au travail du sol, et poursuit sa recherche sur d'autres pratiques : « *en 2000, l'agriculture intégrée, ça vient de là* ». Le problème qu'il se pose alors « *c'est d'arriver à faire que le colza couvre très vite et très tôt avec beaucoup de biomasse pour avoir moins N à apporter au printemps* » et c'est ce qui amène à modifier la rotation en plaçant le colza derrière un pois qui libérerait de l'azote et « *boosterait le colza* ». Intégrer de nouvelles propositions techniques s'inscrit dans le raisonnement global du système de culture. L'intérêt de semer tôt, ou plus tard, d'associer des plantes compagnes au colza, sont évalués en fonction de l'ensemble de la rotation et du matériel disponible. « *L'autre solution pour couvrir le sol, c'est d'associer des plantes compagnes, c'est l'essai de lentille avec Muriel. Je ne suis pas complètement convaincu. L'année d'après, j'ai fait un essai de trèfle blanc semé à la volée (semer avant et semer arrière pour le colza) ; très satisfaisant notamment après pois, plus que blé, car le trèfle a bénéficié de l'azote du pois. Le problème aujourd'hui c'est comment implanter le colza dans du trèfle ? Détruire le trèfle mais l'N ?* ».

Ces nouvelles questions amènent l'agriculteur à faire de nouveaux essais : « *cette année (en 2015), j'ai fait une parcelle de colza avec trèfle blanc demi-dose, une parcelle avec féverole, une avec mélange gesse, lentille, vesce, une avec rien et désherbage mécanique à la herse étrille. Avant j'avais fait un essai de désherbage à la bineuse ; ça m'a pas convaincu car c'est un outil de désherbage curatif, pour ça, il faut un écartement de semis plus élevé, donc on ne peut pas mettre de*

plantes compagnes. La logique ne me va pas, je préfère couvrir au maximum et ne pas désherber mécaniquement ».

Là on fait un focus sur le colza, mais je raisonne sur le SdC, globalement. Par exemple, je mets un anti graminée systématique sur colza car derrière vient le blé, et là je mets plus rien. Expérience de cette année, j'ai un colza après pois et un après paille ; l'idéal serait derrière une féverole, mais la féverole est récoltée trop tard. Je continue derrière pois. Le colza après paille, les repousses sont pas gérables mécaniquement. Donc je me pose la question de supprimer un colza dans ma rotation (1 Co/2), de sortir la féverole de la rotation (ingérable insectes et rendement) et la remplacer par maïs ».

Le processus de mise au point de nouvelles pratiques se traduit par une succession de questions/ problèmes à résoudre en lien avec des objectifs techniques et économiques : ne pas avoir à désherber mécaniquement, assurer une certaine marge, un certain rendement, etc., qui eux-mêmes peuvent évoluer. Il relève aussi d'un certain nombre de compromis pour combiner différents critères comme le montre l'exemple ci-dessus.

Dans ce processus l'agriculteur mobilise une **diversité des ressources et de connaissances** :

- La recherche d'informations et de connaissances « d'experts » : au moment du passage au TCS par exemple, auprès d'experts tels que Bourguignon

- Les conseils de techniciens (notamment B. Omon)
- Des observations et expériences échangées avec d'autres agriculteurs, notamment au sein du groupe agriculture Intégrée, puis ensuite du groupe Ecophyto

- Les échanges avec le chercheur pour la mise en place et le suivi des parcelles d'expérimentations mises à disposition.

Certaines propositions des techniciens et scientifiques sont considérées comme pertinentes, d'autres non, comme le montre l'exemple de l'intérêt ou non d'un travail sur les méligèthes. J.B. Lozier explique : « lors du travail sur les méligèthes, j'ai prêté ma parcelle, mais j'ai pas compris car pour nous les méligèthes, ce n'est pas un problème, il y en a moins. Il y a 15 ans il ne fallait pas en voir une, aujourd'hui on ne s'en occupe plus. J'aurais préféré qu'on travaille sur les altises ou le charançon de la tige, moins visibles mais plus dangereux. Les seuils sont faux, car il peut y avoir piégeage et pas de dégât et réciproquement, là il y aurait du travail à faire ».

Le chercheur, de son côté, considère, sur la base de son travail en AB, que « le diagnostic régulier a identifié trois facteurs limitants et les insectes comme étant un problème dont les méligèthes, qui dépendent de l'environnement parcellaire. A l'époque, les méligèthes sont généralement nombreux et il n'y a pas de moyen de gestion. D'où la mise en place d'un programme de recherche basé sur des essais en parcelles agricoles dans 2 paysages : plateau et vallée de l'Eure (dans les vallées les méligèthes c'est un problème, moins sur les plateaux). Aujourd'hui c'est plus trop un problème, on vit avec. Mais je continue à travailler sur les méligèthes ». Outre la différence de perceptions du problème, cet exemple met aussi en évidence la différence de temporalités entre la logique de résolution des problèmes pour l'action et celle de la production de connaissances pour la recherche.

Du côté de la recherche

La démarche s'inscrit aussi dans le temps long avec une diversité de modalités de travail et d'étapes, construites en fonction de l'avancée des résultats, mais aussi des possibilités de partenariat.

Le chercheur résume sa démarche : « production de connaissances initiée par le diagnostic agronomique régional, puis conception pas à pas, puis conception de novo, débouchant sur de nouvelles questions de recherche sur les plantes de services », etc. Elle suit un fil conducteur autour d'un objectif : « réduire les pesticides dans les systèmes grandes cultures », et de questions spécifiques. Sur le colza, il se pose deux types de questions : quels ITK proposer avec ce qu'on sait déjà (par exemple des stratégies d'évitement des bio-agresseurs par la date de semis et les choix variétaux) ? Quelles connaissances produire pour aller plus loin, notamment sur les insectes ou sur les plantes compagnes ? « Je cherche à identifier les espèces de plantes compagnes qui auraient des caractéristiques les plus compatibles avec le colza (notion de trait fonctionnel) ».

Ces questions évoluent dans l'interaction avec les autres protagonistes : agriculteurs et techniciens (des chambres d'agriculture et du Cetiom en particulier), avec une alternance de moments de travail et d'échange de connaissances plus rapprochés et de moments de travail conduits indépendamment des pratiques et points de vue des autres acteurs :

- Les travaux démarrés en 2000, par un diagnostic agronomique régional en AB (produit selon une démarche d'agronome), et où les agriculteurs sont mobilisés principalement comme informateurs sur leurs pratiques, fournit au chercheur –et par la même occasion aux praticiens- une identification et une hiérarchisation des facteurs limitants de la culture de colza en bio, à partir de ses propres références et critères de qualification agronomiques. Il débouche sur des questions de recherche-action (telles que celles portant sur la mise au point d'ITK en agriculture intégrée, mentionnées plus haut). Les connaissances produites complètent des résultats précédents d'expérimentation (INRA 1995-1999 sur le semi précoce en agriculture conventionnelle) pour proposer des ITK, ou du moins certaines pratiques en rupture, à tester par les agriculteurs auxquels cela est proposé.

- Lors de cette phase de « conception pas à pas », les agriculteurs sont alors mobilisés de façon plus active pour construire un dispositif d'observation de parcelles correspondant à des milieux et pratiques variées, qui feront ensuite l'objet d'observations au cours du cycle. Dans le cas de l'Eure, les échanges sont structurés d'abord au sein de la dynamique du groupe agriculture intégrée, animé par B. Omon. C'est ce dernier qui fait intervenir le chercheur pour présenter et mettre en débat les propositions de la recherche. Des échanges plus informels se poursuivent ensuite lors des visites de parcelles chez les agriculteurs qui se sont portés volontaires pour essayer de nouvelles pratiques. Au cours de ces visites, les facteurs explicatifs de tel ou tel résultat sont débattus, sur la base notamment des observations et connaissances de l'agriculteur (notamment sur les conditions de milieu). Elles sont aussi l'occasion de mettre en discussion ses objectifs et conditions de travail. Le chercheur explique sa posture lors de tels échanges : « je suis

très demandeuse de comprendre comment ils raisonnent leurs pratiques agronomiques (les contraintes de milieu ou des exploitations agricoles), et les agriculteurs sont demandeurs d'explication sur comment progresse leur culture».

- La phase suivante de « conception de novo » avec des conseillers des CA se déroule sur un schéma de relations chercheur-conseiller-agriculteur plus « classique », dans le sens où il est basé sur une division du travail : production de connaissances (par les chercheurs et les conseillers) - puis diffusion par le conseiller qui fait « le relais » aux agriculteurs. Ici le partage de connaissances s'opère davantage entre chercheurs et techniciens d'une part (lors des ateliers *ad hoc*) et entre agriculteurs, d'autre part, lors des réunions de groupe (groupe AI ou groupe Ecophyto), mais sur lesquelles nous ne disposons pas d'éléments.

Dans les moments de travail avec les agriculteurs, l'intercompréhension des objectifs respectifs apparaît comme une condition indispensable à la coopération, ainsi que la possibilité d'intérêts compatibles (ou complémentaires) au regard de ce que chacun poursuit comme objectifs. Le dialogue ne porte pas nécessairement directement sur ces objectifs, mais plutôt sur les critères de raisonnement des pratiques, le « sens des pratiques » pour reprendre l'expression de Darré et al. (2004), comme le montre l'exemple ci-dessous.

M. Valantin-Morison : « les agriculteurs ne sont pas équipés en désherbage mécanique. Ce dialogue m'a permis d'identifier des points de fonctionnement des exploitations qui font basculer d'un système de culture (ITK) à un autre. En discutant sur les contraintes, on rebascule sur des ITK adaptés. Pour semer tôt, il faut libérer la parcelle tôt (pas possible en blé), donc pour ceux qui ont beaucoup de blé c'est compliqué de semer tôt... Quand on conçoit pas à pas en direct ..., ils ont une connaissance de leur milieu, de leurs parcelles ; la discussion sur la mise en œuvre d'ITK et sa faisabilité est très productive, l'ITK prévu peut changer ».

Au-delà de la mise à disposition de parcelles par l'agriculteur pour accepter de faire des essais de techniques « en rupture », c'est dans ce type de dialogue que les questions des uns et des autres évoluent et que les connaissances s'hybrident, se traduisant pour l'agriculteur par la stabilisation de nouvelles pratiques associées à de nouveaux critères de raisonnement (le semis précoce du colza par exemple), et pour le chercheur par de nouvelles questions de recherche.

On peut résumer les types de connaissances mobilisées, produites et échangées comme suit :

- Des connaissances scientifiques validées, instituées, ont été mobilisées par le chercheur, par exemple dans le schéma conceptuel de fonctionnement de l'agroécosystème. Le chercheur souligne cependant le manque cruel de connaissances sur la biologie de certains bio-agresseurs et le fonctionnement de la culture, qui a souvent empêché d'aller plus loin, tant dans les propositions de modes de lutte alternatifs que dans l'analyse des données. Ces éléments de compréhension ont fait l'objet de travaux spécifiques pour le chercheur mais ont ralenti les étapes de conception d'itk innovants.

- Des connaissances théoriques nouvelles ont été produites (par exemple sur les interactions entre le colza et les plantes

compagnes...). Ces connaissances, à visée universelle, et formalisées (Olivier de Sardan, 1995) sont valorisées dans des revues scientifiques (Figure 2 ; Valantin & Meynard, 2012 ; Médiène et al., 2011).

- Des connaissances opérationnelles, en grande partie issues des échanges entre pairs et entre les différents acteurs, sur les leviers agronomiques pour réduire les principaux facteurs limitants : mauvaises herbes, méligèthes, insectes d'automne ... Certains de ces éléments de connaissance ont été repris dans l'outil de gestion de connaissances AgroPeps (Guichard et al., 2015). Cet outil se traduit par un site web collaboratif

(<http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Toutes-les-actualites/Agro-PEPS>) ou un certain nombre de fiches techniques détaillées sont inventoriées et en permanence amendées, sur les intérêts du semis précoce, le désherbage mécanique, les associations variétales et les légumineuses associées au colza. Les travaux sur les itk en colza biologique sont relayés par Terresinovia (<http://www.cetiom.fr/colza/conduites-particulieres/colza-bio>). Ceux sur la culture de colza en agriculture conventionnelle ont été repris dans des journaux agricoles et lors de journées portes ouvertes, de séminaires organisés par les Chambres d'agriculture de l'Indre, de Picardie, de Normandie, Seine et Marne entre 2006 et 2010.

On notera que la distinction entre connaissances scientifiques (notion qui renvoie ici à des schémas de fonctionnement, à des liens de causes à effets vérifiables dans différentes conditions) et connaissances opérationnelles (des itk et des règles d'action telles que présentées dans le tableau 1, à visée pragmatique), ne se traduit pas nécessairement par des produits strictement distincts. C'est le cas par exemple lorsque ces travaux sont valorisés, outre les articles scientifiques, dans le cadre de formations d'ingénieurs sous forme de cours ou de TD (AgroParisTech, UPC, Bordeaux Supagro...) ou lorsqu'ils sont repris par les conseillers membres du RMT Systèmes de culture Innovants.

- Enfin les connaissances pratiques, élaborées là encore dans les échanges (entre agriculteurs ou avec les chercheurs et techniciens) ne se résument pas à ces « produits » opérationnels dès lors qu'elles renvoient à des critères de décision, de choix, et un mode de raisonnement redéfinis et mis en pratique par chaque agriculteur, et dont la pertinence est liée aux objectifs et conditions de travail spécifiques de celui-ci.

Dans le cas étudié, ces différents types de connaissances ont été partagées et discutées entre acteurs (directement ou « médiatisées » par l'intermédiaire d'un technicien ou d'un document), mais pas de façon linéaire, ni tout le temps. Ce sont certains éléments de connaissance et d'analyse, certains arguments, qui ont été mobilisés en lien avec des questions qui se sont posées au fil du processus d'expérimentation (entendu ici comme le travail conjoint d'essais pratiques et de réflexion qui l'accompagne). Et ce processus s'est inscrit dans une certaine dynamique des relations entre acteurs.

Dynamique des relations entre acteurs et rôles respectifs

L'accès à différents types de connaissances et surtout leur mobilisation, leur traitement (évaluation de la pertinence

pour répondre aux différentes questions que l'agriculteur ou le chercheur se posent, intégration dans un raisonnement, et finalement décision de faire de telle ou telle façon), apparaissent indissociables d'une activité de dialogue et donc de l'insertion des protagonistes dans des réseaux professionnels au sein desquels ils peuvent échanger. Ces réseaux professionnels se caractérisent par plusieurs types de relations : des relations entre pairs (entre chercheurs, entre agriculteurs, entre techniciens) et des relations avec des acteurs de points de vue différents¹. Si dans le premier cas, les relations sont liées à l'exercice au quotidien de l'activité professionnelle, dans le deuxième, ils apparaissent comme le fruit d'une construction au fil du temps dans le cadre de la mise en œuvre de certains programmes ou projets, qui institutionnalisent les relations. Les deux projets CASDAR sont à ce titre mentionnés comme des opportunités pour structurer les relations, ici entre les chercheurs, les agriculteurs, les chambres d'agriculture et le CETIOM, autour d'objets et d'objectifs particuliers. Les liens construits à ces occasions peuvent être remobilisés ensuite. A côté (ou à partir) des relations institutionnalisées, il n'en reste pas moins une part importante dans le degré d'intensité de ces relations qui tient aux individus eux-mêmes et qui prend un caractère plus informel, comme en atteste les relations privilégiées nouées entre le chercheur et deux agriculteurs en particulier.

Dans le cas présenté, les protagonistes se caractérisent par un degré d'insertion important dans une diversité de réseaux (positions de pluri appartenance) se traduisant par une pluralité de possibilités et de lieux de dialogue. On notera que le profil des agriculteurs embarqués dans ces travaux est, à ce titre, particulier (et sans doute minoritaire) : des « agriculteurs chercheurs », qui ont déjà entamé un processus de transformation de leurs pratiques depuis plusieurs années (avec une motivation environnementale forte), et qui disposent d'un capital de relations important aussi bien avec des experts (conseiller CA, Bourguignon,) qu'avec des agriculteurs localement et hors réseau local.

Pour l'agriculteur (J.B. Lozier), ces différents lieux de dialogue sont :

- Les échanges avec des voisins
- La participation à différents groupes d'agriculteurs à différentes échelles (groupe Agriculture intégrée, puis groupe Ecophyto)
- Des échanges avec des conseillers : expert du sans labour, B. Omon, puis conseiller spécialisé
- Des liens avec les chercheurs au sein de dispositifs de recherche- action

« J'ai toujours été dans un GDA : c'est quand même des groupes qui bougent, j'ai toujours été intéressé par cette démarche. Avant mon installation, je m'intéressais à la bio, j'avais fait des stages chez des bios, puis quand j'ai arrêté le labour j'ai été voir des gens, cherché de l'info dans d'autres régions ».

Autant de lieux qui lui permettent de diversifier les sources de connaissances et d'information et les possibilités d'en discuter. Ces différents types de relations, avec des pairs et

avec des techniciens ou des chercheurs, ne sont pas dissociés et jouent des rôles complémentaires dans le processus de production de connaissances.

Dans le cas de J.B. Lozier, le dialogue informel avec une diversité d'agriculteurs lui permet d'exploiter une diversité d'expériences techniques pour conforter ou non certains choix. « Je travaille beaucoup avec des agriculteurs bio, on est quand même dans les mêmes systèmes, mais je les vois, ils sont souvent dans le dur, je les vois être obligés de détruire une culture ou d'être face à certains problèmes sans solution... Ma démarche me convient tellement bien, on échange beaucoup, ils ont compris que je travaille comme eux. Mais je ne dis pas que je n'irai pas vers le bio ».

Le contact direct avec la recherche a été un facteur qui a contribué à l'analyse de la situation et a alimenté la réflexion pour trouver des solutions. C'est aussi ce qui a motivé l'expérimentation de pratiques nouvelles, telles que l'avancée de la date de semis ou l'association d'espèces qui n'était pas un choix de l'agriculteur et était hors normes, mais pour lesquelles il bénéficie d'une « caution scientifique » qui l'engage à prendre des risques.

Ces apports « experts » des techniciens et chercheurs sont discutés (retraités) dans le dialogue entre agriculteurs, notamment dans le cadre de groupes. Le rôle du groupe « agriculture intégrée », animé par B. Omon, est mentionné par J.B. Lozier comme ayant été déterminant pour accéder à des informations : « il (le conseiller) se positionnait comme relais de l'info, mais pas pour nous donner des solutions... un relais d'autres conseillers CA, et de la recherche sur l'azote, un vrai révélateur, des sociologues aussi sur le changement », ou pour échanger avec ses pairs : « 15 ans après, on est quasiment en autogestion: on se passe des coups de fil, de l'info ».

Des choix qui s'inscrivent dans une communauté professionnelle et un état du débat

Outre l'accès à des connaissances, ou à des points de vue qui modifient l'angle d'analyse des situations, le groupe permet à l'agriculteur de se situer vis à vis de collègues avec qui il partage une certaine conception de son activité. Cela ne veut pas dire qu'il n'a pas de relations avec son voisinage, et la position (plus ou moins reconnue) qu'il occupe au sein du milieu local ne lui est pas indifférente, que ce soit pour se situer du point de vue de ses résultats techniques ou économiques : « Je m'efforçais de ne pas avoir d'objectif de rendement mais au cul des bennes au moment de la moisson, je regardais quand même ce que faisaient les collègues. Je veux bien faire plein de trucs mais au moins faire la même marge que la MB moyenne du secteur », ou pour « faire passer » ses idées : « On est regardé et au cas où on trébuche... voilà, mais on n'est plus ignoré. Maintenant je fais partie du paysage. Je pense que les gens prennent des choses. Je vois un voisin qui a semé au 15 Août ; il ne l'a pas fait par hasard ».

Il cherche parallèlement à être conforté dans ses résultats économiques par le groupe et l'appui du technicien. « J'appartenais à un « groupe marge » et on comparait avec d'autres agri dans une démarche de groupe, entre nous et le reste du monde, plus dans le cadre Ecophyto ... Pour repenser nos rotations, Bertrand OMON avait fait un petit logiciel, un petit calculateur Excel : je l'utilise toujours et je regarde ce que ça donne, c'est très théorique mais ça donne un ordre d'idée, toujours dans les marges du conventionnel ».

¹ Au sens de point de vue objectivement situés à partir d'une activité et d'une position sociale et qui détermine un certain rapport à la réalité (Prieto, 1975)

Du côté du chercheur, le contact avec les agriculteurs s'est opéré par l'intermédiaire de conseillers : « en début de carrière avec le réseau agri bio (et leurs conseillers), puis lors de la mise en place du dispositif RMT SdCI (Système de culture innovant) ». Et nous avons vu qu'au fil du suivi des essais, des relations privilégiées avec certains agriculteurs se nouent, qui sont remobilisées ensuite. D'une position d'experts qui apporte la connaissance (lors de la présentation des propositions d'itk en réunion de groupe d'agriculteurs), les relations évoluent ensuite vers une confrontation de connaissances, par exemple autour des conditions d'un semis précoce du colza.

Cependant, le chercheur souligne une difficulté qui met en évidence le lien entre le degré d'intérêt des agriculteurs vis-à-vis de ses propositions et les résultats : « peu d'agriculteurs ont testé des itinéraires techniques très en rupture, comme des semis directs sous couvert de lentille ou des semis précoces binés avec apport décalé de fertilisation. La majorité a testé l'itinéraire technique où seul l'écartement a été modifié pour pouvoir recourir au désherbage mécanique par bineuse. Cette difficulté, moins problématique en AB, est inhérente à l'exploitation dans laquelle le dispositif peut être mis en place. Par exemple, tester du désherbage mécanique ou du semis direct peut s'avérer difficile pour des producteurs de grandes cultures, non équipés en matériels agricoles ».

Les ateliers de conception de novo entre conseillers et experts constituent un autre lieu de dialogue, où se tissent des liens avec des conseillers dont B. Omon. « sans ce RMT, je serais restée sur AB ».

Les techniciens enfin, apparaissent, à la lecture des récits du chercheur et de l'agriculteur avoir joué **un rôle d'apport d'informations auprès des agriculteurs et d'interface entre les agriculteurs et la recherche** (ou des techniciens spécialisés). « Tous les contacts avec la recherche ont été articulés par Bertrand OMON », précise l'agriculteur, « C'est lui aussi qui m'a suivi jusqu'en 2000 et m'a renvoyé ensuite lors du CTE sur le groupe Agriculture Intégrée (GDA), a accepté de me perdre parce que plus compétent pour ma démarche... ». Mais il serait restrictif de réduire ce rôle à celui de relais ; le mode d'animation du groupe (qui renvoie à des compétences méthodologiques certaines) a sans aucun doute été déterminant dans la mise en discussion des connaissances entre agriculteurs et avec les chercheurs, mais nous n'avons pas suffisamment d'éléments pour en préciser la traduction.

Conclusion

Nous avons tenté, au travers de ce récit et analyse à plusieurs voix, de rendre compte d'une expérience de construction de nouveaux savoirs agronomiques qui a mis à contribution différents professionnels, chercheur agronome, agriculteurs, conseillers et experts techniciens. Nous avons montré que les modalités de participation de chacun et les formes de collaboration, ont été variables dans le temps et en fonction des objectifs et des questions traitées, tantôt formulés plutôt dans une visée de production de connaissances scientifiques ou de validation de connaissances établies du côté de la recherche, tantôt dans une visée plus opérationnelle. Mais il apparaît aussi que ces intentions ne

sont pas toujours strictement délimitées dès lors que des dialogues s'instaurent et donnent la possibilité aux acteurs de partager des objectifs et des connaissances. Par ailleurs, si nous avons fait la distinction entre connaissances scientifiques et connaissances pratiques, le processus de mise au point d'itk questionne cette distinction ; ou du moins a montré que l'évolution des pratiques n'est pas l'application d'un itk mais intègre à la fois des connaissances théoriques établies et des connaissances pratiques contextualisées.

En ce qui concerne la mobilisation des acteurs, leur possibilité de contribution apparaît aussi très liée à leur ancrage dans des réseaux professionnels et aux liens établis entre différents réseaux (celui de la recherche, du conseil technique et des agriculteurs). Et le rôle que les acteurs jouent est aussi variable, tantôt renvoyant à des postures d'échange d'informations (sans que soit nécessairement mises en débat les connaissances et questionnements des uns et des autres) tantôt à des échanges qui permettent de croiser des critères d'analyse et des modes de raisonnement, permettant d'aller au-delà de la fourniture d'informations ou de la traduction d'un savoir en recettes. Les participants à l'atelier ont à ce titre souligné la nécessité de raisonner non pas en termes de diffusion ou transfert de savoirs (les itk ?) de la recherche vers les agriculteurs (ce qui a néanmoins été formulé comme tel à propos du rôle du conseiller à certains moments) mais plutôt de s'interroger sur comment les connaissances scientifiques, par exemple sur le fonctionnement des écosystèmes, sur les liens date de semis - plantes compagnes, peuvent contribuer à la réflexion des praticiens pour trouver des réponses pertinentes dans leur situation, et gagner ainsi en autonomie (vs appliquer des recettes).

Remerciements

Nous remercions tout d'abord tous les autres agriculteurs qui ont réalisé ces essais et avec eux les conseillers agricoles des différentes régions, qui ont participé à ce travail collaboratif. Nous remercions les organisateurs des entretiens du Pradel d'avoir choisi ce cas d'étude pour un travail en atelier permettant une analyse réflexive de nos démarches de recherche.

Références

- Aubertot et al 2005 Expertise Pesticides. INRA.
- Baldi I, Bouvier G, Cordier S, Coumoul X, Elbaz A, Gamet-Payraastre L, Lebailly P, Multigner L, Rahmani R, Spinosi J, Van Maele-Fabry G. 2013. Pesticides. Effets sur la santé. Synthèse et recommandations. Expertise collective. INSERM. Paris. France. 146 p.
- Berger P. et Luckmann T., 1966/1986. La construction sociale de la réalité. Paris, Méridien-Klincksieck.
- Bianchi, F.J.J.A, C.J.H Booij, et T Tschamtkke. 2006. « Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. » Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 273 (1595): 1715- 27. doi:10.1098/rspb.2006.3530.
- Björkman, Maria, Richard J. Hopkins, Peter A. Hambäck, et Birgitta Rämert. 2009. « Effects of Plant Competition and

- Herbivore Density on the Development of the Turnip Root Fly (*Delia floralis*) in an Intercropping System ». *Arthropod-Plant Interactions* 3 (1): 55-62. doi:10.1007/s11829-009-9055-x.
- Darré J.P., Mathieu A., Lasseur J. dir. , 2004. Le sens des pratiques. Conceptions d'agriculteurs et modèles scientifiques d'agronomes. Ed INRA. <http://www.quae.com/fr/r758-le-sens-des-pratiques.html>.
- Dejoux, Jean-François, Jean-Marc Meynard, Raymond Reau, Romain Roche, et Patrick Saulas. 2003. « Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed rape in France ». *Agronomie* 23 (8): 12. doi:10.1051/agro:2003050.
- Doré T., Clermont-Dauphin C., Crozat Y., David C., Jeuffroy M.H., Loyce C., Makowski D., Malézieux E., Meynard J.M., Valantin-Morison M., 2008, Methodological progress in on-farm regional agronomic diagnosis. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 28 (1), 151-161.
- Finch, S., et R.H. Collier. 2000. « Host-plant selection by insects - a theory based on "appropriate/inappropriate landings" by pest insects of cruciferous plants ». *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96 (2): 91-102.
- Hummel, Jeremy D., Lloyd M. Dosdall, George W. Clayton, K. Neil Harker, et John T. O'Donovan. 2010. « Responses of the parasitoids of *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae) to the vegetational diversity of intercrops ». *Biological Control* 55 (3): 151-58. doi:10.1016/j.biocontrol.2010.08.004.
- Le Roux, R. Barbault, J. Baudry, F. Burel, I. Doussan, E. Garnier, F. Herzog, S. Lavorel, R. Lifran, J. Roger-Estrade, J.P.Sarthou, M.Trommetter (éditeurs), 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France).Ecophyto R&D 2010 Expertise INRA.
- Médiène S., Valantin-Morison M., Sarthou J-P, Stéphane de Tourdonnet S., Gosme M., Bertrand M., Roger-Estrade J. Aubertot J-N, Rusch A., Motisi N., Pelosi C., Doré T. Agroecosystem management and biotic interactions. 2011. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. DOI 10.1007/s13593-011-0009-1.
- Meynard J.M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Savini I., 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, INRA, 52 p.
- Olivier de Sardan J.P., 1995. Anthropologie et développement. Essai en anthropologie du changement social. Paris: APAD-Karthala.
- Prieto L.J., 1975. Pertinence et pratique. Paris: Editions de Minuit.
- Ruault C., Lémery B., 2008. La mise en place de dispositifs de gestion concertée de la ressource en eau : questions de méthode. In : Méral P., Castellanet C., Lapeyre R. (coord.), La gestion concertée des ressources naturelles. L'épreuve du temps. Paris, Karthala, 87-104.
- Thies, C, I Steffan-Dewenter, et T Tschardtke. 2003. « Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. » *Oikos* 101 (1): 18- 25.
- Thies, Carsten, et T. Tschardtke. 2010. « Biological rape pest control in spatio-temporally changing landscapes. » In *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*, édité par I Williams, 273- 84. Dordrecht: Springer Netherlands. <http://www.springerlink.com/content/r66270u200643956/>.
- Valantin-Morison M., Meynard J-M. 2012. A conceptual model to design prototypes of crop management : a way to improve organic Winter Oilseed Rape performance in a survey in farmers' fields. In *Crop Management*, ed In TECH, ISBN 978-953-307-646-1.
- Valantin-Morison M., Meynard J.M., 2008. Yield variability of Organic Winter Oil Seed Rape (WOSR) in France: a diagnosis on a network of farmers fields, *Agronomy for Sustainable Development*, 28 (2008) DOI: 10.1051/agro: 2008026.
- Valantin-Morison M., Meynard J.M., Doré T. 2007. Crop management and environment effects on insects in organic winter oil seed rape (WOSR) in France. *Crop protection* 26 : 1108-1120.
- Vereijken P, 1997. A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *European Journal of Agronomy* 7, 235-250.