



HAL
open science

Traque aux innovations d'agriculteurs pour la conception d'associations d'espèces incluant des légumineuses

Valentin Verret, Elise Pelzer, Laurent Bedoussac, Marie-Helene Jeuffroy

► To cite this version:

Valentin Verret, Elise Pelzer, Laurent Bedoussac, Marie-Helene Jeuffroy. Traque aux innovations d'agriculteurs pour la conception d'associations d'espèces incluant des légumineuses. *Innovations Agronomiques*, 2019, 74, pp.143-154. 10.15454/n3ogy9 . hal-02154620

HAL Id: hal-02154620

<https://hal.science/hal-02154620v1>

Submitted on 12 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Traque aux innovations d'agriculteurs pour la conception d'associations d'espèces incluant des légumineuses

Verret V.¹, Pelzer E.¹, Bedoussac L.², Jeuffroy M.-H.¹

¹ UMR Agronomie, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, F-78850 Thiverval-Grignon

² AGIR, Université de Toulouse, INRA, ENSFEA, 24 chemin de Borde-Rouge - BP 52627, F-31326 Castanet-Tolosan

Correspondance : marie-helene.jeuffroy@inra.fr

Résumé

Les associations d'espèces valorisent efficacement les processus de régulations biologiques et les ressources naturelles, et permettent de réduire l'utilisation des intrants, tout en améliorant les performances des systèmes de culture. Elles constituent ainsi des innovations intéressantes pour relever les défis de l'agriculture, mais sont aujourd'hui peu cultivées, en particulier dans les systèmes conventionnels. Cette étude visait à recueillir des connaissances empiriques auprès d'agriculteurs cultivant des associations d'espèces afin d'aider d'autres agriculteurs à mettre en œuvre cette pratique en l'adaptant à leur propre contexte. Des entretiens ont été conduits auprès de 47 agriculteurs des régions Pays de Loire et Occitanie pratiquant des associations d'espèces annuelles, dans le but de caractériser : (1) les objectifs visés par les agriculteurs, (2) les éléments techniques mis en œuvre pour atteindre ces objectifs, et (3) les critères de satisfaction utilisés par ces agriculteurs. L'analyse fait ressortir sept types d'associations d'espèces pratiquées par les agriculteurs enquêtés avec dans chaque type une grande diversité d'espèces observée. Pour une association d'espèces, les itinéraires techniques varient fortement d'une ferme à l'autre mais leur analyse fait ressortir la cohérence entre les choix techniques, les objectifs visés et le contexte de la ferme. Sur la base des résultats de ces enquêtes, différentes ressources ont été construites pour être diffusées afin de servir de support pour aider les agriculteurs à concevoir des associations répondant à leurs objectifs et contexte propres.

Mots-clés: Pratique innovante, Savoirs locaux, Enquête, Filière, Conception innovante

Abstract: Tracking on-farm innovations to support the design of legume-based crop mixtures

Crop mixtures take advantages of biological regulation processes and natural resources and enable reducing the use of inputs while improving cropping system performance. Crop mixtures are interesting innovations to address agriculture challenges, but are still rarely grown, especially in conventional systems. The aim of this study was to collect empirical knowledge from farmers growing crop mixtures in order to help other farmers to implement this practice by adapting it to their own context. Interviews were conducted in the Pays de Loire and Occitanie French regions with 47 farmers who practice annual crop mixtures. Our aim was to characterize (1) the objectives targeted by farmers, (2) the crop management implemented to achieve these objectives, and (3) the satisfaction criteria used by these farmers. The analysis revealed seven types of crop mixtures practiced by the farmers surveyed, with a large diversity of species being observed in each type. For a given crop mixture, the crop management plans vary greatly from one farm to another. Their analysis highlights the coherence between technical choices, the targeted objectives and the farm context. Based on the results of these surveys, various resources have been developed to be disseminated and to be used to help farmers to design crop mixtures that meet their own objectives and context.

Keywords: Innovative crop management, Local knowledge, Interviews, Value chain, Innovative design.

Introduction

Améliorer la durabilité des systèmes agricoles nécessite un effort important d'innovation dans les systèmes de culture. Cela passe par la conception et la mise en œuvre de pratiques économes en intrants et mobilisant davantage les régulations biologiques. L'association d'espèces consiste à cultiver au moins deux espèces, sur la même parcelle et pendant une période significative de leurs cycles (Willey, 1979). Comme cela a déjà été démontré par rapport à des cultures pures, les associations présentent de nombreux intérêts tout particulièrement dans les systèmes à bas niveau d'intrants (Pelzer et al., 2012 ; Bedoussac et al., 2015) en permettant : (1) d'accroître l'utilisation des ressources naturelles, (2) d'augmenter la productivité et la qualité des produits récoltés, (3) de réguler biologiquement les bioagresseurs (adventices, insectes et maladies) et (4) d'augmenter l'entrée d'azote biologique dans le système lorsque des légumineuses sont utilisées. Elles contribuent ainsi à réduire les impacts environnementaux liés à l'utilisation d'engrais et de pesticides, tout en maintenant une productivité élevée.

Bien que les intérêts des associations d'espèces soient bien établis scientifiquement, cette pratique reste confidentielle sur le terrain, hormis chez les agriculteurs en agriculture biologique et chez les éleveurs. La raison essentielle en est le verrouillage du système sociotechnique agricole autour d'un modèle dominant qui exclut de fait ces pratiques (Meynard et al., 2018). Par exemple, les organismes stockeurs ont intérêt à simplifier au maximum leur activité de collecte-stockage et n'ont *a priori* pas d'intérêt à investir dans une infrastructure dédiée à une pratique confidentielle et pour laquelle les agriculteurs mentionnent un manque de références techniques et de conseils comme étant des freins à leur adoption. Ainsi, les coopératives n'ont pas nécessairement une chaîne logistique permettant de collecter et trier efficacement les associations d'espèces, et donc les refusent fréquemment (Cholez et Magrini, 2014). Dès lors, la collecte et le triage présentent des coûts parfois considérés comme réhibitoires.

Cependant, les agriculteurs adaptent continuellement leurs pratiques et leurs systèmes en fonction des conditions météorologiques, des marchés, des réglementations et des demandes sociétales. Ils sont ainsi amenés à inventer de nouveaux modes de conduite, adaptés à leur propre situation, et permettant d'atteindre les objectifs visés. Ces innovations résultent d'un besoin de résoudre des problèmes nouveaux et complexes, ou de la volonté d'atteindre des objectifs ambitieux. Cela nécessite une exploration de voies nouvelles et la mobilisation de connaissances, tant scientifiques que profanes, caractéristiques d'un processus de conception innovante (Hatchuel et al., 2006). Pour favoriser cette exploration, les agriculteurs-concepteurs mobilisent une base de connaissances et ressources existantes (connaissances, outils et méthodes) qui favorisent la génération de pratiques innovantes, générant à leur tour de nouvelles connaissances.

La traque aux innovations, c'est à dire l'identification et l'analyse agronomique d'innovations conçues en ferme par les agriculteurs-concepteurs, est une des sources de connaissances pour outiller la conception de systèmes de culture innovants répondant à différents objectifs mentionnés par les agriculteurs (Salembier et al., 2018). Ainsi, nous faisons l'hypothèse que les connaissances issues de l'analyse d'innovations d'agriculteurs peuvent être réutilisées et adaptées par d'autres pour la conception de leur propre système. Pour étayer ces propos, cet article décrit une traque aux associations d'espèces, réalisée dans deux régions de France, dans le but : (1) d'identifier celles cultivées par les agriculteurs, (2) d'analyser leur logique agronomique, et (3) de produire des ressources utiles à d'autres agriculteurs dans leurs démarches de conception.

1. Matériels et méthodes

1.1 Zones d'étude

L'étude s'est déroulée de novembre 2017 à janvier 2018 dans deux régions françaises : (1) une zone centre-ouest essentiellement sur la région administrative Pays-de-Loire au climat océanique et qui couvre le bassin de collecte de la coopérative Terrena, partenaire du projet Européen Remix dans lequel cette étude a été mise en place, et (2) une zone sud-ouest située dans l'ouest de la région Occitanie au climat océanique-continentale (Figure 1). Dans la zone centre-ouest, les systèmes de culture majoritaires sont des successions maïs-blé intégrant des prairies, ainsi que des systèmes spécialisés en blé, orge et colza à haut niveau d'intrants (Ballot et al. 2017). Dans la zone sud-ouest, les cultures dominantes sont le blé tendre, le blé dur, ainsi que le tournesol et le maïs, avec comme successions dominantes des séquences blé-tournesol incluant parfois le colza, des séquences céréales-prairies temporaires, et des systèmes de monoculture de maïs irrigué (Ballot et al., 2017).

Ces deux zones voient, depuis quelques années, les surfaces cultivées en agriculture biologique en nette progression. Les surfaces de légumineuses à graines restent actuellement très restreintes (moins de 1% de la SAU) et continuent à régresser, excepté les surfaces en soja, qui augmentent rapidement dans le sud-ouest. Concernant les surfaces cultivées avec des associations d'espèces, il n'existe pas de statistiques officielles, mais il est connu que cette pratique reste marginale.

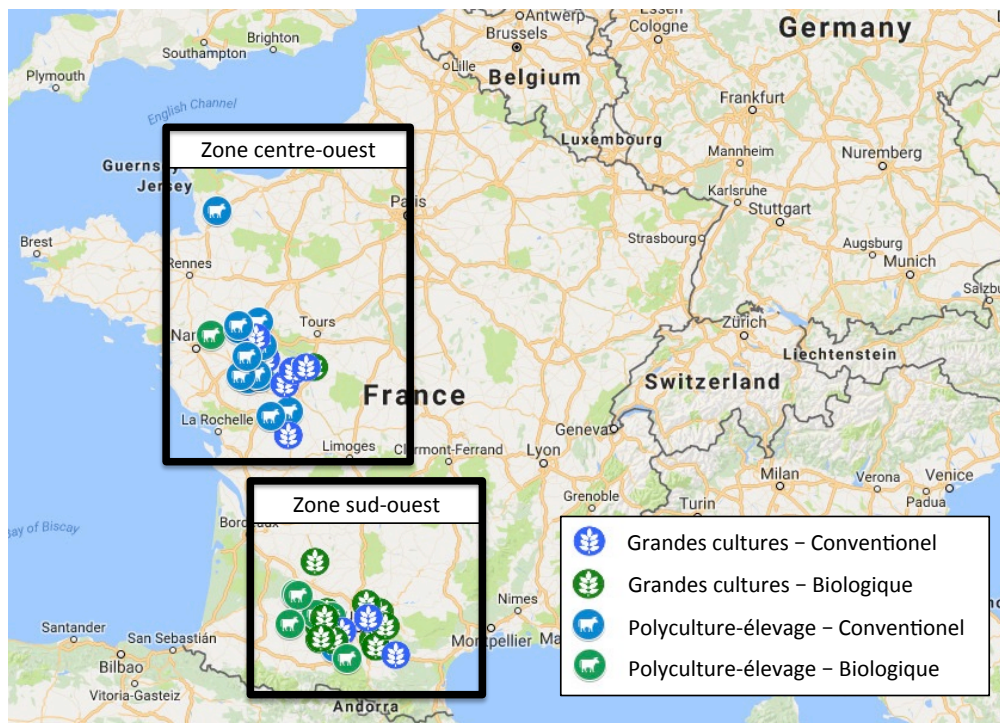


Figure 1 : Carte des zones d'étude et localisation des agriculteurs enquêtés en fonction de la nature de leurs système de production.

1.2 Démarche de traque aux associations

La méthode suivie dans cette étude a été adaptée à partir de celle proposée par Salembier et al. (2016), et se décompose en 5 étapes :

1. **Définition des innovations recherchées.** Nous nous sommes intéressés aux associations d'espèces dont au moins une espèce est cultivée pour être récoltée et valorisée

économiquement. Cela exclut de fait les couverts intermédiaires composés d'associations d'espèces.

2. **Identification des agriculteurs pratiquant les associations d'espèces.** Dans la zone sud-ouest, les agriculteurs ont été identifiés par la méthode dite « boule de neige », en partant d'une liste de contacts ayant participé localement à des projets de recherche avec l'INRA dans les années précédentes. Nous avons ainsi demandé aux premiers agriculteurs contactés s'ils connaissaient d'autres agriculteurs associant des espèces, et ainsi de suite. Des enquêtes ont été conduites auprès de 27 agriculteurs de cette zone. Dans la zone centre-ouest, une courte enquête a été envoyée par mail à tous les membres de la coopérative Terrena, afin de recenser des agriculteurs pratiquant des associations. 20 agriculteurs ont répondu positivement à l'enquête et ont fait l'objet d'un entretien. Au total ce sont donc 47 agriculteurs qui ont été contactés dans l'ensemble des deux zones dont 24 étaient en agriculture biologique, et 27 spécialisés en grandes cultures sans élevage. Quatre agriculteurs ont pratiqué les associations d'espèces par le passé et ont arrêté cette pratique. Les autres cultivaient toujours des associations au moment de l'enquête.
3. **Description des associations.** Les enquêtes se sont déroulées par téléphone et ont duré entre 10 et 90 minutes. Les questions visaient à : (1) recenser les combinaisons d'espèces et les pratiques mises en œuvre par l'agriculteur, (2) identifier les objectifs des agriculteurs lorsqu'ils décident d'associer des espèces, et (3) comprendre les choix techniques au regard de la valorisation des récoltes, des moyens disponibles sur l'exploitation, des essais-erreurs du passé, et des résultats qu'ils en attendent. Sur la base de ces réponses, nous avons caractérisé la diversité des associations d'espèces pratiquées, la diversité des objectifs des agriculteurs et la diversité de pratiques, dans le but d'identifier les logiques agronomiques de ces associations d'espèces, c'est-à-dire les relations entre les pratiques et les objectifs.
4. **Évaluation des pratiques.** Une partie de l'entretien était consacrée aux motifs de satisfaction ou insatisfaction des agriculteurs face aux performances des associations d'espèces, sur la base de leurs propres critères d'évaluation. A travers le discours de ces derniers, nous avons cherché à identifier les pratiques clés pour atteindre les objectifs ciblés, ainsi que les conditions et pratiques favorables ou défavorables à la réalisation de ces objectifs. Grâce à la description des raisons d'abandon de certaines associations d'espèces par les agriculteurs, nous avons listé les facteurs d'échec. En comparant les expériences des agriculteurs cultivant encore les associations avec ceux ayant arrêté, nous avons cherché les facteurs qui expliquent pourquoi certains continuent là où d'autres ont arrêté, pour mieux caractériser les conditions de réussite de ces innovations.

2. Résultats - discussion

2.1 Diversité des associations d'espèces

Une grande diversité de combinaisons d'espèces a été identifiée chez les 47 agriculteurs enquêtés. Au total, 76 combinaisons différentes (i.e. avec au moins une espèce différente) ont été décrites, mobilisant 29 espèces (Figure 2). Cinquante associations étaient composées de deux espèces, et les plus complexes comptaient jusqu'à six espèces. 97% des associations comportaient au moins une espèce de légumineuses à graines ou fourragère. Huit associations n'étaient plus cultivées par aucun agriculteur. Chaque agriculteur enquêté cultivait entre une et neuf associations d'espèces, avec une moyenne de 2,5 associations par agriculteur.

Les associations d'espèces ont été classées selon sept types (Figure 2 ; Figure 3), sur la base des modalités d'organisation temporelle et des débouchés ciblés pour les associations d'espèces :

- **Type 1 : Les associations d'hiver à deux cultures de rente cultivées simultanément.** Toutes ces associations incluent une céréale (avoine, blé, orge ou triticale) et une légumineuse à graines (féverole, gesse, lupin ou pois), à l'exception d'une association de deux espèces de légumineuses (féverole et pois). Les deux espèces composant l'association sont semées simultanément à l'automne et sont récoltées en même temps, soit en grains à maturité, soit avant maturité, en fourrage vert (notamment pour l'autoconsommation dans un atelier d'élevage sur la ferme). Dans le cas d'une récolte en grains, les espèces sont triées dans 71% des cas, soit par l'organisme collecteur-stockeur, soit par l'agriculteur à la ferme pour la vente ou l'utilisation à la ferme. Dans 24% des cas, ces mélanges de grains issus d'associations sont utilisés en vrac pour nourrir les animaux à la ferme et dans 5% des cas, ces mélanges de grains issus d'associations sont vendus à un voisin sans tri préalable. On retrouve ces associations de type 1 (pour la production de grains triés ou non) à la fois en agriculture biologique et en agriculture conventionnelle. Les associations incluant le lupin et une céréale sont présents uniquement en zone centre-ouest, alors que les associations de féverole et de blé sont surtout présents dans le sud-ouest.
- **Type 2 : Les associations de cultures d'hiver de plus de deux espèces cultivées simultanément.** Ces associations comptent entre trois et six espèces et ne sont cultivées que par les polyculteurs-éleveurs, aussi bien en agriculture biologique que conventionnelle. Elles sont récoltées en vert ou en grains et, dans ce dernier cas, généralement utilisées en vrac sans tri. Ces associations incluent parfois des espèces prairiales comme des vesces, des trèfles ou du ray-grass.
- **Type 3 : Les associations de printemps à deux cultures de rente cultivées simultanément.** Ces associations incluent une céréale (blé, orge, millet), une culture oléagineuse (caméline, carthame, lin ou tournesol), ou du sarrasin, en association avec une légumineuse à graines (pois chiche, lentille, lupin ou soja). Ce type d'association présente au moins une espèce à forte valeur ajoutée pour un débouché en alimentation humaine. Dans 61% des cas, les agriculteurs cultivant ces associations sont autonomes pour le tri et on les trouve majoritairement dans le sud-ouest de la France et en agriculture biologique.
- **Type 4 : Les associations de deux cultures de rente cultivées en relai.** Dans ces associations, les espèces sont semées simultanément ou en décalé, mais une des deux espèces est récoltée avant la deuxième. Ces associations, plus encore que les autres, reposent sur la complémentarité des cycles des espèces. L'objectif principal est d'éviter les périodes de concurrence, et d'allonger la période d'utilisation des ressources, par exemple en associant une culture de printemps avec une culture d'été (orge de printemps et soja), ou bien une culture à cycle long avec une culture à cycle court (colza et sarrasin). Ces associations, principalement vendues à l'extérieur de la ferme, sont surtout pratiquées par les agriculteurs biologiques.
- **Type 5 : Les associations d'une culture de rente avec une espèce compagne temporaire.** Les plantes compagnes sont des espèces cultivées pour la production de services qu'elles rendent à la culture principale (régulation des adventices et insectes, fourniture d'azote, etc.) mais elles ne sont pas valorisées économiquement. Dans les associations identifiées, les plantes compagnes sont semées en même temps que la culture de vente, mais disparaissent au cours du cycle de cette dernière, soit par une destruction par le gel, soit parce que le cycle de la plante compagne est plus court que celui de la culture de vente. Ce type comprend surtout les cultures de colza (parfois soja et tournesol) en association avec le fenugrec, la gesse, la lentille, des vesces ou des trèfles. Ces associations sont principalement cultivées par des agriculteurs conventionnels.

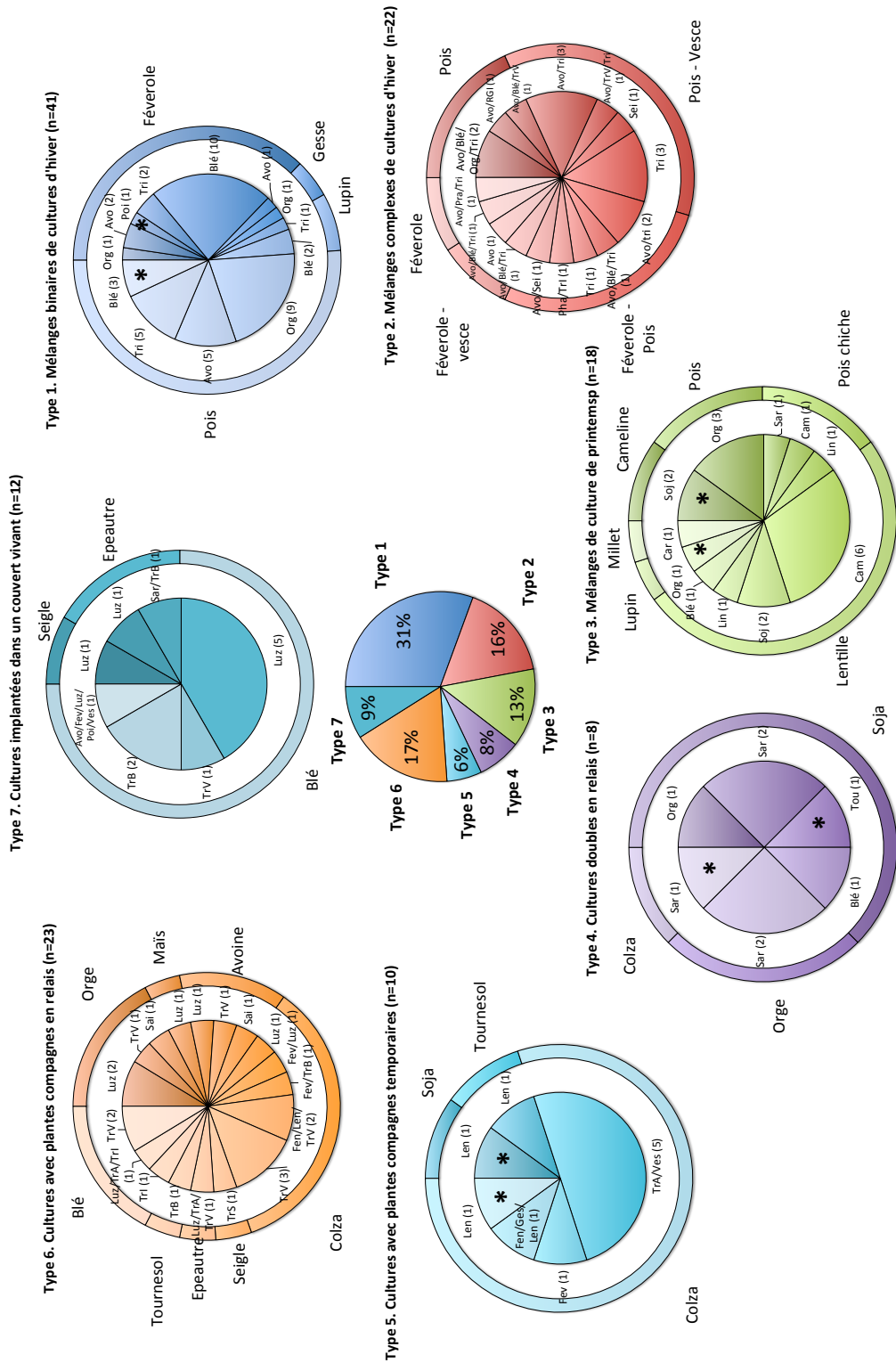


Figure 2 : Diversité des associations d'espèces identifiées au cours des enquêtes, selon les sept types décrits dans le texte. Les pourcentages d'associations dans chaque type sont présentés dans le camembert central. Les diagrammes périphériques présentent pour chaque type, les combinaisons d'espèces (les espèces en couronne sont associées aux espèces du cœur des camemberts). Les huit associations qui ne sont plus cultivées par aucun agriculteur à l'époque des enquêtes sont indiquées par (*). Espèces : Avo = avoine ; Blé = Blé tendre ; Cam = caméline ; Car = carthame ; Epeautre ; Fen = fenugrec ; Fev = féverole ; Ges = gesse ; Len = lentille ; Lupin ; Luz = luzerne ; Millet ; Org = orge ; Pha = phacélie ; Poi = pois ; Pois chiche ; Pra = prairie ; RI = raygras italien ; Sai = sainfoin ; Sar = sarrasin ; Sei = seigle ; Soj = soja ; Tou = tournesol ; TrA = trèfle d'Alexandrie ; TrB = trèfle blanc ; TrI = trèfle incarnat ; TrS = trèfle souterrain ; TrV = trèfle violet ; Ves = vesce.

- **Type 6 : Les associations d'une culture de rente avec une espèce compagne semée en relai.** Les cultures de rente sont souvent des céréales (blé, maïs, orge, ou céréale secondaire) ou un oléagineux (colza ou tournesol) dans lesquelles sont semées des légumineuses fourragères (luzerne, trèfles blanc ou violet ou sainfoin). Ces légumineuses sont mises en place au semis ou au cours du cycle de la culture de rente et persistent après la récolte de celle-ci pour couvrir le sol et produire des services pendant l'interculture. Ces plantes compagnes peuvent être récoltées pour du fourrage, ou bien restituées au sol pour amendement. Ce sont plutôt les agriculteurs biologiques qui les pratiquent, aussi bien en grandes cultures qu'en polyculture-élevage.
- **Type 7 : Les associations d'une culture de rente semée dans un couvert vivant établi préalablement.** Dans ce cas, les cultures de rente sont des céréales (blé, épeautre ou seigle). Dans un cas, une association complexe de type 2 est implanté dans une culture pluriannuelle de luzerne. La différence avec le type 6 porte sur la durée du couvert qui peut être conservé plusieurs années de suite. Au semis de la culture de rente, le couvert peut subir un contrôle chimique ou mécanique visant à réguler la compétition qu'il exerce sur la culture de rente. Ces systèmes de semis sous couvert vivant ont été rencontrés surtout dans les systèmes spécialisés en grandes cultures, qu'ils soient biologiques ou conventionnels.

Il est à noter que les associations de type 2 sont spécifiques aux éleveurs, en agriculture biologique ou conventionnel (Figure 3). Les associations de type 6 sont à la fois cultivées par des éleveurs et des céréaliers, mais uniquement en agriculture biologique, la différence résidant dans l'utilisation de la plante compagne récoltée pour du fourrage pour les éleveurs ou bien restituée au sol pour amendement pour les céréaliers. Les associations de type 5 sont spécifiques des céréaliers en agriculture conventionnelle alors que les associations de type 3 sont spécifiques des céréaliers en agriculture biologique. Les associations de type 4 et 7 se retrouvent uniquement chez les céréaliers, en agriculture biologique et conventionnelle. Enfin, les associations de type 1 se retrouvent chez les éleveurs biologiques et conventionnels, mais uniquement chez les céréaliers biologiques.

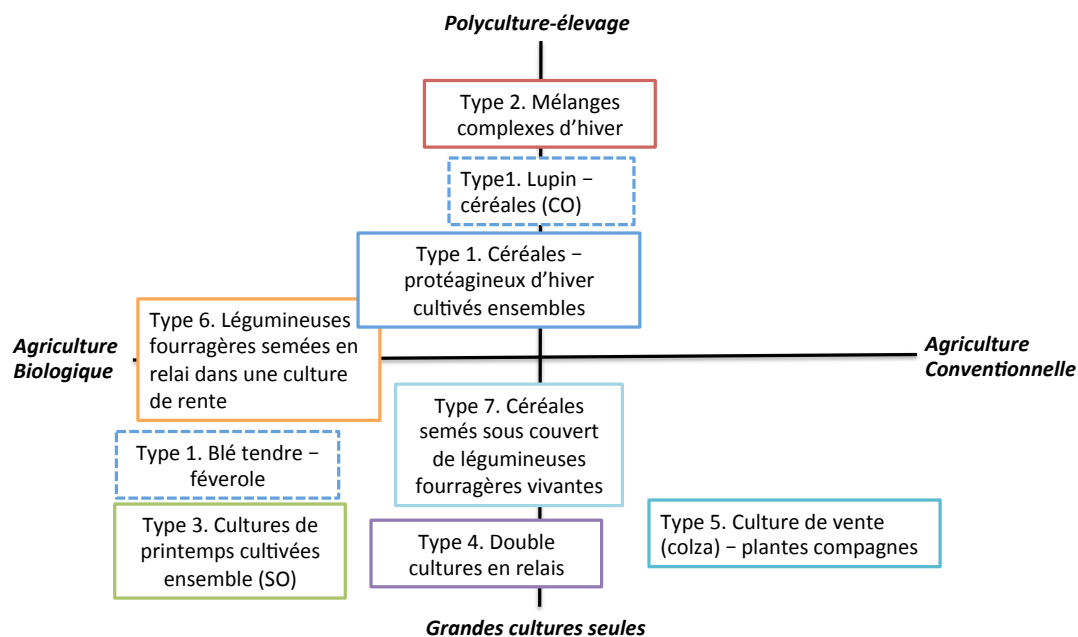


Figure 3 : Positionnement de chacun des sept types d'associations selon le type d'agriculture (biologique ou conventionnelle) et le système (polyculture-élevage ou systèmes céréaliers sans élevage). La zone d'étude dans laquelle le type d'association est le plus souvent retrouvé est identifié entre parenthèses (CO = centre-ouest, SO = sud-ouest), le cas échéant.

2.2 Diversité des objectifs

Le fait d'associer des cultures est toujours justifié par les agriculteurs par des objectifs bien spécifiques. De manière générale, tous mettent en avant l'amélioration des performances économiques et la rentabilité des cultures associées. Plus précisément, l'analyse des entretiens révèle que chacun des types d'associations décrits dans la section précédente est associé à un groupe d'objectifs, parmi lesquels (Tableau 1) : (1) augmenter le rendement, (2) augmenter la stabilité interannuelle du rendement, (3) augmenter le taux de protéines des grains de la céréale associée, (4) augmenter l'autonomie protéique de la ferme, (5) accroître la flexibilité de la date de récolte (en vert ou en grains), (6) augmenter la quantité d'azote dans le système et l'autonomie, (7) limiter le développement des adventices, (8) réduire les attaques de ravageurs et leur nuisibilité, (9) réduire le temps de travail et les intrants, et (10) améliorer l'activité biologique et la structure du sol. Ainsi, il apparaît que l'ensemble des types d'associations contribuerait aux objectifs « adventices », « travail et intrants ». Les autres objectifs, y compris l'objectif « rendement », ne peuvent être atteints que par certains types d'associations. Les associations binaires d'hiver (type 1 et 2) sont cultivées pour répondre à la quasi-totalité de ces objectifs sauf « améliorer l'activité biologique et la structure du sol » alors que les types 3, 5 et 7 participent aux objectifs liés à la réduction des intrants.

Tableau 1 : Objectifs exprimés par les agriculteurs, selon les différents types d'association (Type 1 : Associations binaires de cultures d'hiver ; Type 2 : Associations complexes de cultures d'hiver ; Type 3 : Associations binaires de cultures de printemps ; Type 4 : Associations de deux cultures de vente en relai ; Type 5 : Associations d'une culture de vente avec une espèce compagne temporaire ; Type 6 : Associations d'une culture de vente avec une espèce compagne en relai ; Type 7 : Associations d'une culture de vente sous-semée dans un couvert). ++: Objectifs toujours mentionnés par les agriculteurs ; +: Objectifs parfois mentionnés par les agriculteurs ; 0: Objectifs jamais mentionnés par les agriculteurs.

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7
Augmenter le rendement	++	++	+	++	+	0	0
Augmenter la stabilité interannuelle du rendement	++	++	++	0	0	0	0
Augmenter le taux de protéines des grains	++	+	0	0	0	+	0
Augmenter l'autonomie protéique de la ferme	++	++	0	0	0	+	+
Permettre la flexibilité de la date de récolte	++	++	0	0	0	0	0
Augmenter la quantité d'azote dans le système	++	++	0	0	++	++	++
Limiter le développement des adventices	+	++	+	+	++	++	+
Réduire les attaques de ravageurs et leur nuisibilité	+	0	+	0	++	0	+
Réduire le travail et les intrants	++	++	+	+	+	+	+
Améliorer l'activité biologique et la structure du sol	0	0	0	0	+	+	++

Cette analyse est basée sur la satisfaction exprimée par les agriculteurs lors des entretiens. L'atteinte de ces objectifs n'a pas été évaluée par un autre moyen que l'auto-évaluation par l'agriculteur, selon ses propres indicateurs et éléments de comparaison (rendement de l'association par rapport au rendement d'une culture en pur les dernières années, ou par rapport à une culture en pur sur une parcelle voisine, etc.). Nous considérons ici que, si les agriculteurs persistent dans une certaine pratique, c'est que celle-ci les satisfait suffisamment.

2.3 Diversité de pratiques et de logiques agronomiques – le cas du colza associé.

Certains agriculteurs partagent le choix d'une même association d'espèces ou tout du moins d'espèces proches, mais pour des objectifs parfois différents. Les pratiques culturales sont alors adaptées par chacun pour favoriser l'atteinte du ou des objectifs visés. Pour illustrer ces logiques agronomiques, nous prendrons l'exemple des associations à base de colza d'hiver pratiquées par 16 agriculteurs avec au moins une espèce compagne temporaire (type 5), ou en relai (type 6). Tous ces agriculteurs mobilisent ces associations dans le but de produire du colza en réduisant l'usage des pesticides et des engrais.

Le choix de l'espèce compagne associée est le premier facteur de variabilité des pratiques. Certains agriculteurs optent pour des légumineuses gélives pour rendre des services au colza à l'automne (régulation d'adventices et réduction d'attaques d'altises) puis au printemps (nutrition azotée). D'autres utilisent des espèces résistantes au froid (trèfle blanc, trèfle violet ou luzerne) pour avoir, à la récolte du colza, un couvert qui fixe l'azote et couvre suffisamment le sol pour être compétitif vis-à-vis des repousses d'adventices pendant l'interculture. Ce couvert estival est ensuite détruit, chimiquement par un travail du sol selon les agriculteurs. Enfin, certains combinent les espèces gélives et persistantes pour bénéficier de ces différents services dans une association qui est une combinaison des types 5 et 6. Au sein de chacun de ces types d'associations (type 5 vs. type 6) les agriculteurs adaptent aussi les espèces en fonction des services attendus. Par exemple ils vont privilégier le trèfle d'Alexandrie pour lutter contre les adventices et la féverole pour l'accumulation d'azote dans le système.


D'autres critères de choix interviennent, comme le prix des semences et leur disponibilité sur la ferme ou à la vente. D'ailleurs, deux agriculteurs souhaitant réduire les coûts de semences des espèces associées au colza cultivent leur colza après une féverole en espérant que les repousses de cette dernière seront suffisantes pour atteindre les services visés. Notons qu'un agriculteur stimule les repousses de féverole en déchaumant la parcelle, alors qu'un autre sème une dose de féverole en plus des repousses pour augmenter la densité de plantes pour accompagner le colza et avoir une forte couverture du sol lui permet des impasses d'herbicide à l'automne. La présence de la légumineuse lui permet également l'impasse d'insecticides à l'automne (effet répulsif, barrière ou de dilution supposé). Toutefois, cet agriculteur n'attend pas le gel pour détruire les féveroles, et a recours à un herbicide en entrée d'hiver, pour hâter la minéralisation des résidus de féveroles et rendre une partie de cet azote disponible pour le colza.

La facilité du semis en association avec le colza est aussi un critère pris en compte. Certains agriculteurs souhaitent, pour minimiser le temps de travail, semer toutes les espèces en un seul passage et choisissent dans ce cas des espèces à petites graines qui peuvent être mélangées avec le colza directement dans le semoir. D'autres en revanche acceptent de semer en deux fois avec un passage dédié aux grosses graines (féverole par exemple), visant ainsi des conditions de levée optimales pour chaque espèce.

Les pratiques phytosanitaires sur le colza associé sont aussi variables avec un nombre maximum d'applications enregistré de 3 herbicides et 1 insecticide à l'automne suivant le semis du colza. Il s'agit dans ce cas d'un agriculteur visant essentiellement l'établissement d'un couvert en relai pour l'interculture suivant le colza. A l'opposé, les agriculteurs qui ciblent en priorité la régulation biologique des bioagresseurs du colza, par la présence des plantes compagnes, n'appliquent aucun herbicide ni insecticide. A titre d'exemple, un agriculteur, après une campagne désastreuse pour le colza d'hiver, a décidé de réduire au maximum les investissements pour l'établissement du colza, et donc a choisi de se passer de pesticide à l'automne (Figure 4). Pour cela, il sème son colza de façon précoce, après une culture de pois pour favoriser la vigueur du colza au démarrage. Il l'associe ensuite avec des légumineuses gélives (lentille, gesse et féverole) pour produire un couvert étouffant et perturbant pour les insectes ravageurs du colza et il ne réalise aucune intervention pendant l'automne. A la sortie de

l'hiver, en fonction de l'état de salissement de la parcelle et de l'état du peuplement de colza, il décide de maintenir le colza jusqu'à la récolte ou de le détruire. Dans ce dernier cas, le couvert est considéré comme une culture intermédiaire, et une culture de printemps sera implantée après sa destruction. Sur les 3 ans de test, le colza a été conservé jusqu'à la récolte chaque année, avec un rendement inférieur au potentiel, mais avec une marge préservée du fait de la réduction des charges opérationnelles.

Productions : Grains pour Alim. Humaine Grains pour Alim. Animale Fourrage Services pour une culture



Crédit photo: Terres Inovia

Colza d'hiver + légumineuses gélives (lentille, gesse et féverole de printemps)

Brassica napus + Lens nigricans, Lathyrus sativus, Vicia faba

Objectif : Réduire au maximum les intrants chimiques

- Economiser sur l'implantation du colza.
- Pas d'anti-limaces ni d'insecticide à l'automne.
- Apport d'azote par les plantes compagnes.

Vienne, France

- Argilo-calcaires (aubue).
- Non labour.
- Semis direct.

Réalisation :
 Jeuffroy M.-H.¹, Pelzer E.¹,
 Verret V.¹, Bedoussac L.²
¹INRA UMR Agronomie
²INRA UMR AGIR-ENSFEA

Itinéraire Technique

Semis :	<input checked="" type="checkbox"/> simultané	Récolte :	<input type="checkbox"/> simultanée
	<input type="checkbox"/> décalé		<input type="checkbox"/> décalée

1. Implantation d'un couvert de légumineuses gélives + 1 dose de colza, en semis direct, dès la récolte précédente, fin juillet, en précédent pois

2. Aucun désherbage ni insecticide à l'automne

3. Observation du colza à l'automne poursuite si bon état du peuplement de colza, sinon retournement du colza et conversion en culture d'hiver ou de printemps

4. Au printemps 1 insecticide non systématique + 1 fongicide

Débouchés des espèces :

- Colza vendu en coopérative.
- Plantes compagnes détruites par le gel pendant l'hiver.

Evaluation par l'agriculteur :

- ☺ Investissement minimum à l'implantation du colza : pas de surcoût par rapport à l'implantation d'un couvert hivernal semé systématiquement.
- ☺ Colza vigoureux après pois, peu sensibles aux attaques d'altises qui sont perturbées.
- ☺ Après le gel, le colza est très propre sous les plantes compagnes.
- ☺ En 3 ans colza toujours conservé jusqu'à la récolte. Rendement = 25-30 q/ha.
- ☹ La lentille n'est pas très concurrentielle et peut-être supprimée.

Conditions de réussite, facteurs d'échec et risques liés à la pratique :

- Implantation sans travail du sol le plus tôt possible après la récolte du précédent pour bénéficier de la fraîcheur du sol.
- Pour un semis régulier, vérifier l'homogénéité du mélange dans la trémie (tri possible en cours de chantier à cause des vibrations).
- Semis dense pour bien couvrir le sol et étouffer les mauvaises herbes (140 kg/ha, 80€ de semences).

Figure 4 : Fiche technique issue du témoignage d'un agriculteur sur sa pratique de colza associé économe en pesticides (autres exemples disponibles dans la [plaquette finale du projet ANR Legitimes - https://www6.inra.fr/legitimes/Colloque-final](https://www6.inra.fr/legitimes/Colloque-final)).

2.4 Outiller la conception – Retour aux agriculteurs

L'objectif finalisé de cette étude était de présenter les résultats de cette traque à d'autres agriculteurs et conseillers souhaitant cultiver des associations, afin de stimuler leur processus de conception d'associations d'espèces répondant à leurs objectifs. Montrer la diversité des combinaisons d'espèces cultivées localement par des pairs (Figure 2) a permis à d'autres agriculteurs-concepteurs d'imaginer d'autres combinaisons d'espèces à associer. La typologie des associations déjà expérimentées et le lien avec les objectifs visés, facilite une première exploration. Les fiches techniques, basées sur des témoignages d'agriculteurs, et décrivant les cohérences entre les options techniques choisies, les objectifs visés et les conditions de réussite, facilitent également le début de l'exploration (Figure 4). Par ailleurs, l'analyse transversale des logiques agronomiques de l'ensemble des associations étudiées a également permis de créer des arbres qui relient chaque objectif (par exemple, comment réguler les adventices avec des associations) à un ensemble d'options techniques qui permettent de l'atteindre, en explicitant les processus agronomiques associés (Figure 5). Ces analyses ont aussi permis d'identifier des concepts innovants originaux, comme dans l'exemple de la Figure 4 concernant une association

d'espèces dont la finalité est flexible et déterminée en cours de culture en fonction des conditions de l'année. Ces concepts innovants constituent des points de départ efficaces pour de nouvelles explorations.

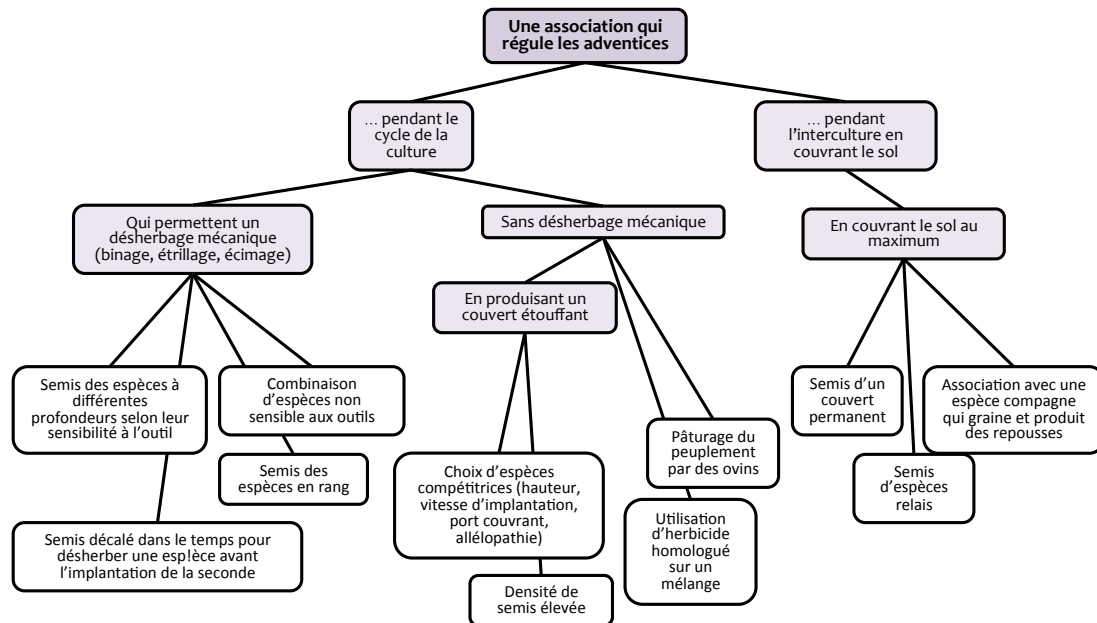


Figure 5 : Synthèse des pratiques culturales mises en œuvre par les agriculteurs dans le cadre d'associations d'espèces, spécifiquement dans l'objectif de réguler les adventices.

Conclusion

Cette traque aux associations a permis d'acquérir et de synthétiser des références sur ces pratiques innovantes. En analysant la logique agronomique de ces systèmes, nous avons produit des connaissances actionnables, liant les objectifs visés par les agriculteurs, les choix techniques, les modalités de valorisation des produits récoltés, les conditions de réussite, et en les interprétant avec des connaissances techniques et scientifiques sur les processus agronomiques mobilisés. Ces ressources ont d'ores et déjà été mobilisées dans des processus de conception avec d'autres agriculteurs souhaitant développer les associations chez eux, en complément des connaissances scientifiques disponibles. Cela a permis des explorations nouvelles et des propositions innovantes d'associations à tester. Les résultats de cette traque constituent ainsi des ressources intéressantes et utiles pour la conception. Leur utilisation, au-delà des ateliers de conception déjà réalisés, pourrait être accrue par leur partage dans des plateformes ouvertes, telles que l'outil GECO (<http://geco.ecophytopic.fr/>), conçu pour le développement de l'agroécologie et la réduction de l'usage des pesticides dans les systèmes agricoles.

Remerciements

Cette étude a été financée dans le cadre du projet H2020 ReMix (Grant Agreement no. 727217). Nous remercions les agriculteurs qui ont donné du temps pour répondre à nos questions.

Références bibliographiques

Bedoussac L., Journet E.-P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Steen Jensen E., Prieur L., Justes E., 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercroops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 911–935. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>

Cholez C., Magrini M.-B., 2014. Cultiver des légumineuses à graines en pure ou en association avec des céréales: points de vue d'acteurs du système sociotechnique agricole. *Innov Agro* 40, 43-59.

Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., 2006. Les processus d'innovation. Conception innovante et croissance des entreprises. Hermès ed., Paris, 2006.

Meynard J.M., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Charlier A., Messean A., 2018. Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. *Agronomy for Sustainable Development* 38: 54. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0535-1>

Pelzer E., Bazot M., Makowski D., et al., 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy* 40, 39-53. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.01.010>

Salembier C., Elverdin J.H., Meynard J.-M., 2016. Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agronomy for Sustainable Development* 36. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0343-9>

Salembier C., Segrestin B., Berthet E., Weil B., Meynard J.-M., 2018. Genealogy of design reasoning in agronomy: Lessons for supporting the design of agricultural systems. *Agricultural Systems* 164, 277-290. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.005>

Willey R.W., 1979. Intercropping: Its Importance and Research Needs. Part 1, Competition and Yield Advantages Commonwealth Agricultural Bureaux.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).