

THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE EUROPEAN UNION'S HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME UNDER GRANT  
AGREEMENT N. 727217

<http://www.remix-intercrops.eu>



Projet de Recherche

# Démarche de co-conception d'associations de cultures dans un dispositif multi-acteurs en région Occitanie

Coline Moreau  
Maitre de Stage : Laurent Bedoussac  
Tutrice : Lorène Prost

Master Agronomie à l'Agroécologie  
2017/2018  
AgroParisTech

1. Introduction	1
2. Le projet ReMIX	1
2.1. Présentation et objectifs globaux du projet	1
2.2. Structuration du projet	2
2.3. Des partenaires multiples et complémentaires	3
2.4. Une approche multi-acteurs au cœur du projet	3
3. Les associations de cultures	4
3.1. Définition et état des lieux	4
3.2. Intérêts et limites des cultures associées	5
3.3. Principes écologiques	6
4. Les démarches de co-construction	8
4.1. Intérêts de ce type d'approche	8
4.2. Typologie, intérêts et limites des différentes méthodes	8
4.2.1. Objectifs et aboutissement	8
4.2.2. Processus d'échanges des connaissances	9
4.2.3. Acteurs impliqués et leurs rôles	9
4.2.4. Outils pour la conception	10
5. Objectifs et démarche proposée pour le stage	10
5.1. Objectifs du stage	10
5.2. En quoi une démarche de co-conception peut-être adaptée ?	10
5.3. Problématique et démarche proposée	11
6. Bibliographie	12

## 1. Introduction

La population augmente très rapidement et les estimations prédisent 9 milliards d'humains sur Terre en 2050, ce qui implique de réussir à produire suffisamment de nourriture pour toute la population. Cependant, notre environnement est de plus en plus affecté par l'intensification de l'agriculture avec selon une estimation du Millennium Ecosystem Assessment 2005, 60% des services écosystémiques qui seraient dégradés du fait notamment de l'utilisation massive de pesticides et fertilisants. Il devient donc urgent de repenser nos systèmes agricoles (Meynard *et al.*, 2012) afin de les rendre plus durables mais tout en restant productifs.

Pour y parvenir, une des voies envisagées est de s'inspirer des écosystèmes naturels en tentant de reproduire certains de leurs fonctionnements pour favoriser notamment les cycles naturels des éléments. Une possibilité envisagée est d'augmenter la diversité cultivée pour accroître la résilience et diminuer les impacts agricoles sur l'environnement tout en gardant des systèmes productifs (Doré *et al.*, 2011). Accroître la diversité cultivée peut se faire par l'introduction de nouvelles espèces dans les rotations mais également par l'utilisation de cultures associées définies comme la culture simultanée d'au moins deux espèces sur une même parcelle pendant une période significative de leur croissance (Willey, 1979). Cette pratique, qui peut être vue comme une forme d'intensification écologique connaît un regain d'intérêt en Europe et ce tout particulièrement dans les systèmes à bas niveau d'intrants.

Il apparaît également nécessaire d'adapter les solutions proposées au contexte local ce qui nécessite des connaissances spécifiques. Pour cela la recherche fait de plus en plus appel aux différents acteurs du monde agricole et en premier lieu aux agriculteurs au travers d'approches dites participatives (Berthet *et al.*, 2015). C'est dans ce contexte que le projet européen ReMIX a été mis en place en 2017 pour analyser et développer la pratique des cultures associées dans le but de concevoir des systèmes agricoles plus agroécologiques. C'est dans ce contexte que mon stage s'inscrit au sein de l'UMR AGIR de l'INRA de Toulouse avec comme objectif la mise en place d'une démarche de co-conception d'associations de cultures dans un dispositif multi-acteurs en région Occitanie. Le projet de recherche présenté ici vise à préparer le stage en déterminant notamment la problématique de celui-ci. Pour cela j'aborderai successivement : 1) le projet ReMIX, 2) les associations de cultures, 3) les démarches de co-conception et enfin 4) les objectifs et la démarche proposée pour le stage.

## 2. Le projet ReMIX

### 2.1. Présentation et objectifs globaux du projet

Le projet ReMIX pour « Redesigning European cropping systems based on species MIXtures » est un projet de recherche européen commencé en 2017 pour une durée de 4 ans et portant sur l'analyse des associations de cultures pluri-spécifiques afin de favoriser leur développement en Europe. Plus globalement, ce projet contribuera à la conception de systèmes de cultures plus durables, plus résilients, et plus viables pour les agriculteurs en s'appuyant sur une plus grande diversité cultivée. Le projet s'intéresse à différentes formes d'associations : 1) celles où les espèces cultivées sont récoltées en même temps, 2) celles où les espèces sont cultivées en relais pour une utilisation optimale de l'espace et des ressources dans le temps, et 3) celles où l'une des espèces fournit des services à une culture de rente sans que cette première ne soit forcément récoltée ou valorisée économiquement. Du fait qu'il s'agisse d'un projet européen, celui-ci s'intéressera à l'étude d'associations très différentes et dans une large gamme de conditions pédo-climatiques en considérant aussi bien l'agriculture biologique que l'agriculture conventionnelle. Par ailleurs, afin de favoriser l'adoption de cette pratique par un grand nombre d'agriculteurs et plus globalement par les différents acteurs des filières agricoles, une partie de ce projet s'appuiera sur des démarches participatives.

## 2.2. Structuration du projet

Le projet vise à promouvoir les cultures associées à travers une approche globale de toutes les étapes nécessaires à leur mise en pratique, allant de la sélection génétique à la diffusion des connaissances. Pour cela le projet ReMIX s'appuie sur une large diversité d'approches et de méthodes (expérimentation, modélisation, démarches participatives...).

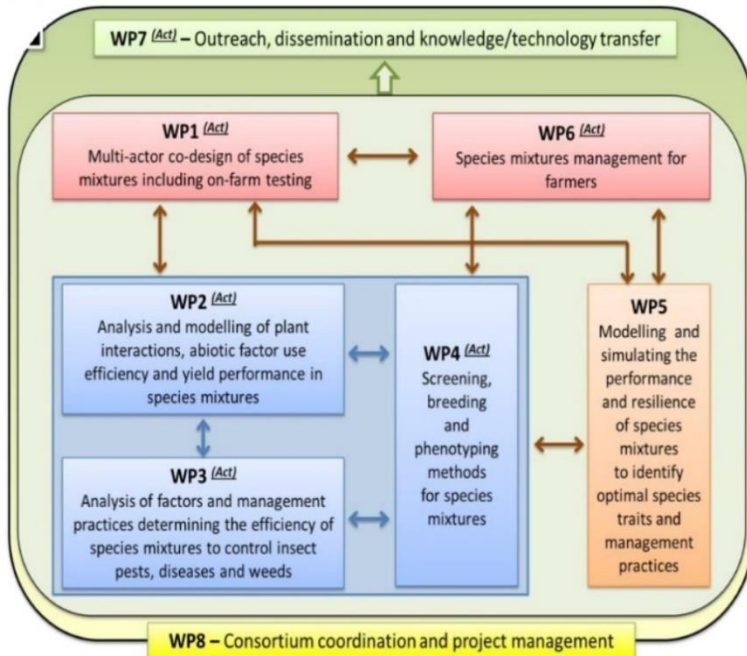


Figure 1 : Structuration du projet ReMIX en huit workpackages.

Le projet est organisé en 8 « workpackages (WPs) » (Figure 1) interconnectés et visant différents objectifs spécifiques :

- Le WP1, dans lequel s'inscrit le stage, porte sur la mise en place de 11 plateformes multi-acteurs (MAPs) dans lesquelles seront testées des associations d'espèces co-conçues avec les acteurs des filières agricoles. Ces MAPs seront décrites ultérieurement (Partie 2.4).

- Le WP2, plus orienté sur la production et son optimisation, vise à analyser et modéliser les interactions entre espèces et à évaluer les conséquences en termes de rendements et d'utilisation des ressources.

- Le WP3, s'intéresse aux services écosystémiques de régulation biologique fournis par les associations et porte donc sur la gestion des facteurs biotiques (adventices, maladies et insectes) notamment en recherchant les traits permettant leur régulation.

- Le WP4 porte sur la génétique et la sélection avec pour objectif de repenser les méthodes de sélection pour les adapter aux cultures associées et pour identifier des génotypes pour la culture associée.
- Le WP5 vise à évaluer la performance et la stabilité des associations grâce aux outils de modélisation en s'appuyant sur les résultats des quatre premiers WPs.
- Le WP6 est orienté sur le développement et l'application concrète des connaissances obtenues avec pour objectifs de mettre en place des outils de conseil et d'aide à la décision directement pour les acteurs en créant notamment un site web, un jeu sérieux et des tests de machinismes (tri et récolte).
- Le WP7 concerne la diffusion des connaissances et des innovations du projet.
- Le WP8 concerne la coordination scientifique, financière et humaine du projet.

### 2.3. Des partenaires multiples et complémentaires



Figure 2 : Partenaires impliqués dans le projet selon leur fonction avec en orange les organismes de conseil et de développement, en vert clair les entreprises de machinisme et les coopératives et en vert foncé les organismes de recherche.

Comme vu précédemment le projet ReMIX entend étudier les associations de cultures dans leur globalité en vue de favoriser leur acceptation. Pour y parvenir, il s'appuie sur un consortium de 23 partenaires issus de 12 partenaires européens plus la Chine ce qui permet de bénéficier de conditions climatiques et socio-économiques contrastés et donc *in fine* de s'adresser à un grand nombre d'agriculteurs. Les 23 partenaires (Figure 2) du projet représentent une diversité d'acteurs permettant d'apporter des compétences complémentaires. Il s'agit d'instituts de recherche et de formation, de coopératives, d'instituts techniques, de semenciers ou encore d'entreprises de matériel agricole. En France, les acteurs présents dans le projet sont l'INRA (8 unités de recherches), l'ACTA (Association de Coordination Technique Agricole), la coopérative Terrena et les Etablissements Denis (entreprise spécialisée dans les outils de tri).

### 2.4. Une approche multi-acteurs au cœur du projet

De la même façon que le projet ReMIX englobe une diversité de partenaires il vise aussi localement à s'appuyer sur une diversité d'acteurs au travers d'une approche participative multi-acteurs qui est au cœur du WP1 dans lequel s'inscrit ce stage. L'approche multi-acteurs, s'appuyant sur une diversité de participants couplée à des processus de co-conception permet de prendre en compte les différents points de vue pour traiter de problèmes complexes. Pour se faire, des plateformes multi acteurs vont être mise en place dans différentes régions pour concevoir collectivement les mélanges d'espèces à étudier afin de répondre du mieux que possible aux objectifs des agriculteurs et ceci en tenant compte du contexte local. Ce type de démarche contribue globalement à rapprocher le monde de la recherche avec le milieu agricole.

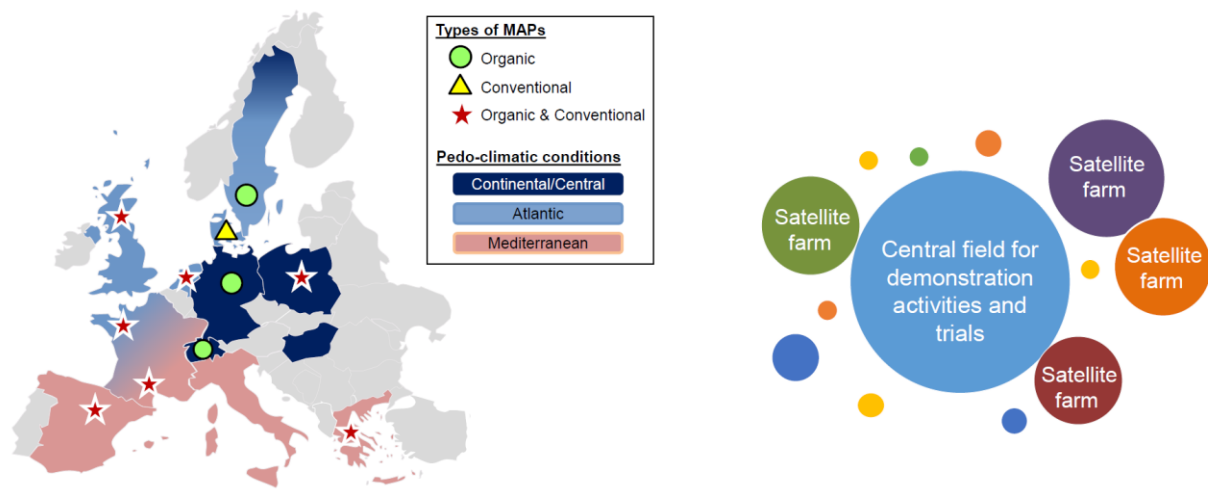


Figure 3 : Implantation géographique et nature des plateformes multi-acteurs du projet ReMIX et organisation des MAPs.

Une grande partie du projet repose sur la mise en place de ces plateformes multi-acteurs qui sont au nombre de 11 (Figure 3) dont une dans la région Pays-de-Loire gérée par la coopérative Terrena et une en région Occitanie pilotée par l'INRA de Toulouse. Les MAPs correspondent à la fois à des collectifs d'acteurs et à des implantations locales de cultures associées autour d'un site principal (central field) et de sites de plus petite taille dans des fermes dites satellites pour tester une diversité d'espèces associées et de modalités techniques. Ces MAPs visent à rassembler une diversité d'acteurs (agriculteurs, techniciens, conseillers, chercheurs, et autres professionnels) pour échanger des connaissances et définir collectivement au travers d'ateliers de co-conception les cultures associées qui seront implantées. *In fine*, ces MAPs permettront d'avoir des résultats adaptés aux différents contextes locaux et répondant aux attentes et questions des acteurs de chaque territoire. A noter que dans certains pays les MAPs seront uniquement en agriculture biologique comme en Suisse, Allemagne et Suède) alors qu'au Danemark la MAP sera uniquement en agriculture conventionnel et ailleurs à la fois en agriculture biologique et conventionnelle (France, Pays-Bas, Angleterre, Pologne, Grèce, Espagne).

### 3. Les associations de cultures

#### 3.1. Définition et état des lieux

Les associations d'espèces sont définies comme la culture d'au moins deux espèces au sein d'une même parcelle sans pour autant être nécessairement semées et récoltées simultanément (Willey, 1979). Cette définition recouvre aussi bien les associations avec des espèces pérennes comme l'agroforesterie que les associations d'annuelles auxquelles nous nous limiterons dans ce travail dont certaines sont illustrées sur la Figure 4 :

- Les associations entre une espèce destinée à la vente et une espèce dite de service (ou compagne) qui est semée afin d'apporter des bénéfices à la culture de vente (Corre-Hellou *et al.*, 2013 ; Valantin-Morison *et al.*, 2014). C'est le cas par exemple de l'association d'un colza avec une plante gélive qui pourra favoriser le contrôle des adventices en augmentant la couverture du sol mais aussi piéger de l'azote pour le restituer par la suite ou encore favoriser la régulation des ravageurs (Valantin-Morison *et al.*, 2014).
- Les associations où toutes les espèces sont valorisées pour la production de graines ou de fourrage (Corre-Hellou *et al.*, 2013 ; Bedoussac *et al.*, 2015). Dans ce type d'association on peut parfois considérer qu'il y a une culture dite principale et une autre secondaire valorisée comme « un complément de production et de revenu » (Pelzer *et al.*, 2014).
- Les associations en relais, où une espèce sera semée au cours du cycle de l'autre pour limiter la compétition entre les deux espèces mais également pour ne pas laisser le sol à nu pendant l'interculture et ainsi limiter le développement des adventices (Corre-Hellou *et al.*, 2013 ; Valantin-Morison *et al.*, 2014).

Les associations étant encore peu répandues – à l'exception toutefois des associations destinées à l'alimentation animale – il est relativement difficile de trouver des données disponibles en termes de surface et de diversité des associations. Ainsi, lors d'une traque aux innovations réalisée dans l'Ouest de la France par Lamé (2015) il a été observé que la majorité des associations étaient binaires et qu'une grande diversité d'associations étaient pratiquées avec les plus courantes étant les associations de pois protéagineux/orge, pois fourrager/triticales et féverole/blé.

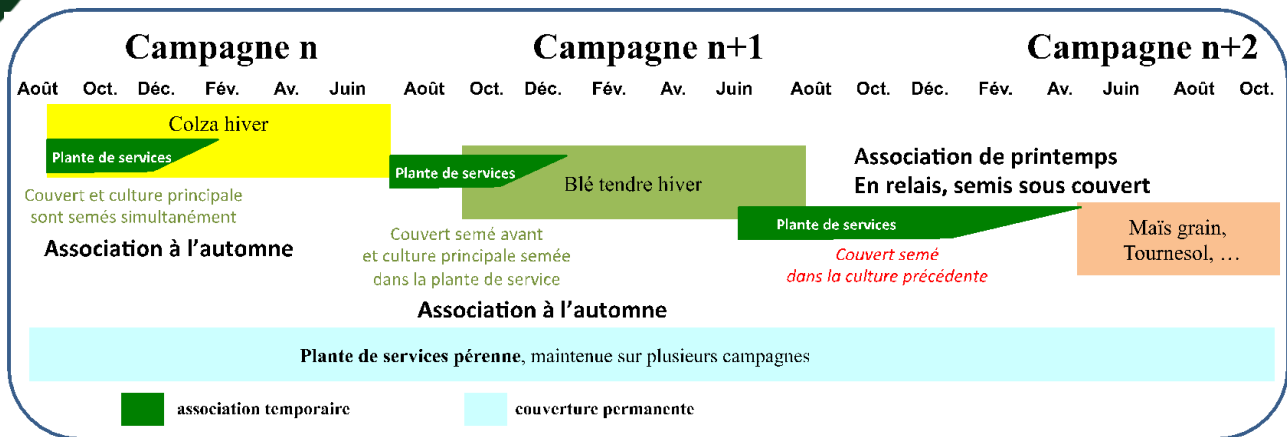


Figure 4 : Exemple d'une succession de cultures avec des cultures associées en relais et des associations avec des plantes de services.

### 3.2. Intérêts et limites des cultures associées

Les associations d'espèces présentent *a priori* de nombreux intérêts et en premier lieu une augmentation de la production en comparaison des mêmes cultures semées séparément (Corre-Hellou *et al.*, 2013 ; Bedoussac *et al.*, 2015). De plus, dans des enquêtes menées auprès d'agriculteurs (Pelzer *et al.*, 2014 ; Lamé *et al.* 2015), il est souvent évoqué qu'elles permettent de stabiliser les rendements notamment par rapport aux légumineuses cultivées seules et dont les rendements sont relativement variables. Les associations permettent également de mieux maîtriser les adventices du fait d'une meilleure utilisation des ressources qui limite leur disponibilité pour les adventices (Corre-Hellou *et al.*, 2013). Les associations permettent aussi d'enrichir le système en azote lorsque des légumineuses sont présentes ce qui est particulièrement intéressant dans des systèmes de culture à bas intrant en azote (Bedoussac *et al.*, 2015).

Bien que les associations présentent certains avantages, les agriculteurs identifient un certain nombre de freins comme ceux liés au semis (choix des profondeurs, date et densité de semis qui ne sont pas nécessairement les mêmes entre les deux espèces). De même, lors d'une récolte simultanée, les différentes espèces ne vont pas arriver à maturité exactement au même moment et les deux espèces peuvent présenter des tailles de graines différentes ce qui complique le choix des réglages de la moissonneuse batteuse et rend le tri plus ou moins difficile (Bedoussac *et al.*, 2013). De plus, un certain nombre de freins sont liés à un manque de connaissance sur la conduite des associations ce qui est accentué par le fait qu'il est difficile de recevoir des conseils techniques sur cette pratique encore méconnue de la plupart des conseillers (Pelzer *et al.*, 2014). Le désherbage, quand il est nécessaire peut être également un frein notamment en agriculture conventionnelle où il n'existe pas toujours de produits phytosanitaires homologués pour les différentes espèces alors qu'en agriculture biologique les contraintes seront liées aux réglages des outils de désherbage mécaniques tel que la herse étrille. Enfin, en ce qui concerne les aides de la PAC (Politique Agricole Commune), les associations d'espèces ne sont pas reconnues dans le cadre des mesures agro-environnementale et comme le fait remarquer Pelzer *et al.* (2014) les agriculteurs qui cultivent des associations ne peuvent prétendre à l'aide protéagineux étant donné que la proportion en nombre de graines semées est le plus souvent moindre pour la légumineuse que pour l'espèce associée ce qui est traduit d'un point de vue réglementaire par le fait que la légumineuse est minoritaire.

D'autres contraintes apparaissent après la récolte et posent la question du débouché de ces produits. Bien que certains agriculteurs cultivent des associations pour nourrir leurs élevages en vue de gagner de l'autonomie ou font des échanges avec des éleveurs (Pelzer *et al.*, 2014), d'autres vendent leurs cultures à des coopératives pour l'alimentation animale ou humaine. Dans ce cas, il faudra le plus souvent trier les associations puisque les fabricants d'aliments pour le bétail ou les transformateurs

pour l'alimentation humaine privilégient les produits purs. Or il est parfois difficile de trier les cultures associées du fait par exemple de la présence de grains cassés d'une espèce qu'il sera difficile de séparer des grains de l'autre espèce. Cela peut nécessiter l'utilisation de trieurs perfectionnés mais qui sont généralement moins rapides augmentant *de facto* le coût du tri (Bedoussac *et al.*, 2013). De plus, vendre les légumineuses à graines à la filière de l'alimentation animale conventionnelle est difficile car cette dernière en utilise peu et pour les produits destinés à l'alimentation humaine les exigences qualitatives sont très élevées ce qui est un frein du fait des difficultés de tri évoquées précédemment (Bedoussac *et al.*, 2013). De plus, des contraintes liées au stockage sont également à prendre en compte et notamment le fait qu'il faut prévoir plus de cellules puisqu'il faut pouvoir stocker le mélange mais aussi les grains de chaque espèce une fois séparés. Ainsi, bien que ces mélanges soient une opportunité notamment pour augmenter la production et notamment celle des légumineuses un certain nombre de freins techniques existent ce qui limitent une plus large propagation de ces cultures.

### 3.3.Principes écologiques

Les bénéfices qu'il est possible d'attendre des associations plurispécifiques par rapport à leurs cultures monospécifiques respectives résultent en partie de processus écologiques et notamment de deux principales formes d'interactions (Justes *et al.*, 2014 ; Bedoussac *et al.*, 2015) : i) la complémentarité dont la complémentarité de niche et ii) la facilitation.

La complémentarité est le fait que plusieurs espèces en association ne soient pas en compétition pour les mêmes ressources (Bedoussac *et al.*, 2015) du fait que les différentes espèces utilisent des ressources différentes. Cela peut être le cas pour l'accès aux nutriments et notamment l'azote dans le cas des associations entre une légumineuse et une non-légumineuse. En effet, alors que la non légumineuse n'utilise que l'azote minéral présent dans le sol, les légumineuses – grâce à leur symbiose avec des bactéries – peuvent fixer l'azote atmosphérique sous forme de N<sub>2</sub>. De façon plus globale la complémentarité pour l'acquisition des ressources dépend de la structure spatiale et du développement temporel des espèces. C'est le cas par exemple pour l'accès à l'eau et aux ressources minérales du sol lorsque les plantes ont des structures racinaires différentes (plus ou moins profondes, plus ou moins horizontales et/ou avec des dynamiques de croissances asynchrones) ce qui permet aux différentes composantes de l'association d'accéder à des ressources localisées différemment. Il en va de même pour l'utilisation de la lumière par les parties aériennes. En effet, lors organes aériens peuvent être plus ou moins hauts avec des feuilles à port plus ou moins érigé ce qui conditionnera la quantité de lumière acquise et son partage entre les espèces associées (Justes *et al.*, 2014). D'autre part, les différentes espèces de plantes peuvent avoir un développement asynchrone dans le temps se traduisant par des besoins en termes de ressources répartis de façon plus ou moins complémentaire au cours de leur croissance.

L'autre processus déterminant de la performance des associations est la facilitation qui correspond à la modification de l'environnement par une espèce de façon positive pour l'autre espèce qui lui est associée (Bedoussac *et al.*, 2015). Il peut s'agir par exemple de la modification d'une ressource d'un point de vue chimique ou du point de vue de sa localisation qui la rend ainsi disponible pour l'espèce qui lui est associée (Justes *et al.*, 2014). Dans le cas d'une association avec une légumineuse, celle-ci peut par un mécanisme de rhizodéposition enrichir le sol en azote qui devient alors accessible pour une autre plante (Duchene *et al.*, 2017).

Enfin, un troisième type de mécanisme existe, qui *a contrario* des deux précédents n'offre pas de bénéfice a priori est la compétition qui se définit comme le fait qu'une espèce modifie l'environnement de l'autre espèce de manière défavorable (Bedoussac *et al.*, 2015) ce qui peut avoir des conséquences importantes sur le développement de l'une ou l'autre des deux espèces notamment lorsque les ressources sont limitées.



Table 1 : Comparatif de 8 méthodes de co-conception à travers différents aspects clés tels que 1) les objectifs et aboutissement, 2) les processus d'échange des connaissances, 3) les acteurs impliqués et leurs rôles et 4) les outils pour la conception.

Méthodes	KCP = collective design workshops to foster innovation	Methode pour syst cult AB bio innovants	DISCS = The improved participatory re-design and assess innovative cropping systems	DATE = Diagnosis, Design, Assessment, Training and Extension
Référence	Berthet <i>et al.</i> , 2015	Lefevre <i>et al.</i> , 2014	Le Bellec <i>et al.</i> , 2012	Husson <i>et al.</i> , 2015
Acteurs	~30 Agriculteurs Techniciens Membres de coop Equipe de gestion Autorités locales Conseillers Chercheurs en écologie en agronomie et sci. Sociales	6-7 agriculteurs 3 chercheurs	<b>Agriculteurs</b> <b>Chercheurs</b> <b>Conseillers agricoles</b> <b>Techniciens locaux</b> <b>= Acteurs professionnels</b> Acteurs publics (non dans le secteur agricole)	Chercheurs, agriculteurs + autres acteurs pas du secteurs enquêtés
Objet de la conception et échelle	Stratégie d'implantation d'une nouvelle culture (luzerne) et d'une filière pour le fourrage dans un territoire déterminé.	Systèmes de culture biologiques permettant de préserver le sol à l'échelle de ferme spécifiques (28 prototypes dont 14 individuels et complets).	Système de culture permettant de réduire l'utilisation de pesticides à l'échelle de station expérimentale et ferme pilote.	Systèmes de culture en agriculture de conservation à l'échelle de champs expérimentaux puis de fermes pilotes.
Nombre d'étapes	3	8	5	4
Modalité échange de connaissances/ analyse de la situation	Echange de connaissances des participants + apport d'expert => groupe complet.	Echange de connaissances seulement au cours du processus (étape 6/8) en vue de solutionner problèmes identifiés, K des acteurs et état de l'art réalisé par chercheurs.	Analyse de la situation en débat publique s'appuyant sur diagnostic réalisé par chercheurs.	Enquête des chercheurs auprès d'une grande diversité des acteurs. Retour des agriculteurs une fois expérimentation faite en fermes pilotes.
Processus de conception	Conception en sous groupe 6-8.	Plusieurs étapes : binôme et individuelle.	Phase : acteurs publique et acteurs pro => def objectifs de la co-conception. 2ème phase : acteurs pro conçoivent collectivement systèmes innovants.	Conception initiale seulement les chercheurs, systèmes améliorés avec retours des agriculteurs.
Outils de conception	Concept projectors (contraintes qui orientent la conception=> stimuler processus créatif).	Jeu de rôle	/	/
Evaluation	/	Evaluation des prototypes individuels par les chercheurs grâce à évaluation multicritères.	Validation et sélection entre essais expérimentaux et ferme pilote.	Evaluation et sélection des systèmes par chercheurs.
Durée	Plusieurs mois	14 mois	Au moins 5 ans.	1 à 12 ans.
Avantages	Etape importante : partage des connaissances : K expert, K acteurs. Permet identifier trous de connaissances. Acteurs avec points de vu différents.	Méthode conçue pour explorer largement sans contraintes puis progressivement ajouter les contraintes => favorise innovation. Prototypes individuels conçu en fct des innovations que l'agri est prêt à mettre en place. Stimulation des interactions entre acteurs.	Diversité des acteurs impliqués. Méthode complète : du diagnostique jusqu'aux essais. Lien permanent entre échelle régionale et échelle de la ferme, dynamique => Plus pertinent.	Apport de bcp d'innovation et adaptation des systèmes (step by step)
Limites	Plus adaptée pour aborder une pbmatique largement/initiation d'une problématique => nouveau système conçu n'est pas prêt à être appliqué en l'état.	Nombreuses étapes : besoin d'agriculteurs motivés et disponibles.	Beaucoup d'acteurs à réunir : difficulté pour organisation et pour trouver compromis. Pas d'accent mis sur les échanges de connaissances. Sont-ils réellement présents, optimisés?	Pas de conception par autres acteurs que chercheurs.

Méthodes	Describe Explain Explore Design (DEED) cycle	RIO = Reflexive interactive design	ComMod = Companion Modelling for concerted management of natural resources	Ramy Fourrager
Référence	Falconnier <i>et al.</i> , 2017	Elzen et Bos, 2016; Bos <i>et al.</i> , 2008	Barreteau <i>et al.</i> , 2003; Berthet <i>et al.</i> , 2015	Martin, 2015; Berthet <i>et al.</i> , 2015
Acteurs	Agriculteurs ONG = facilitateur Institut de recherche	Chercheurs Agriculteurs Représentants dragiculteurs Autres acteurs et experts	10-20 acteurs avec positions opposées (habitant, agent territoriaux, managers des aires naturelles...)	2 agriculteurs 1 conseiller 1 chercheur
Objet de la conception et échelle	Syst cult./polyculture élevage innovants plus productif en réseau de fermes. Modèles individuels de fermes.	Systèmes durables pour différents types d'élevages à l'échelle de ferme "standard" et/ou de la fillière.	"Scénario de gestion durable des ressources naturelles" à l'échelle d'un territoire déterminé. Résolution de problèmes	Système d'élevage fourrager adapté à une ferme en particulier.
Nombre d'étapes	3	4		3
Modalité échange de connaissances/ analyse de la situation	Atelier collectif échange entre les différents acteurs. Trous de connaissances ont permis d'orienter les essais. Intégration de connaissances produites au cours du processus grâce à l'itération.	Analyse collective du dispositif existant. Collective System Analysis (CSA) => favorise apprentissage collectif pour gérer les désaccord lors de séances de co-conception.	Analyse du contexte en amont par les chercheurs. Compréhension des points de vu divergents.	Partage de l'expérience d'un agriculteur déjà en syst. fourrager et d'un conseiller.
Processus de conception	Atelier de planification : Agriculteurs + chercheurs en réseau. Conception de modèles individuels.	Phase 1 : émergence de sous systèmes. Phase 2 : systèmes plus globaux.	Jeu de rôle pour créer des scénario.	Jeu permettant la conception.
Outils de conception	/	/	Modèle Jeu de rôle	Jeu de plateau
Evaluation	Modèle représentant la ferme permettant de faire évaluation ex ante.	Anchoring : méthode reflexive collective pour évaluation des aspects clés permettant le développement niveau syst.	Evaluation grâce au modèle.	Analyse du système créé avec une feuille de calcul regroupant des indicateurs.
Durée	3 ans	2 ans + 2 à 7 ans pour le processus d'anchoring	Plusieurs mois	1 journée
Avantages	2 boucles : permet d'affiner les syst. conçu = plus pertinent. Conception individuelle avec certains agri. et conception collective.	Méthode anchoring => détermine freins au nouveau système facilite son développement. Création d'un réseau. Plusieurs réponses proposées (syst. créés).	Permet compréhension mutuelle des acteurs. Réalisation de jeu de rôle -> permet de prendre recul avec situation réelle (conflictive).	Aboutit à un nouveau modèle d'élevage réel pour un agriculteur.
Limites	Pas d'essais des nouveaux modèles. Modèles réalisés indiv. pour un nombre limité d'agriculteurs (pas tous les participants).	Pas d'adaptation propre à une ferme.	Modèle limite les possibilités pour la création de scénario.	Le fait d'utiliser un "artefact" (Jeu) limite le champs des possibles pour la conception.

## 4. Les démarches de co-construction

### 4.1. Intérêts de ce type d'approche

Pendant longtemps la recherche dans le domaine de l'agronomie s'est développée indépendamment des agriculteurs avec une approche dite « top-down » où les connaissances allaient de la recherche vers les agriculteurs (Prost *et al.*, 2016). Afin de faire face aux enjeux environnementaux actuels les systèmes agricoles doivent être repensés, nécessitant de faire appel à une diversité de compétences et de connaissances, ce qui a conduit entre autres à développer de la conception collective ou co-conception (Reau *et al.*, 2012). La co-conception consiste à mobiliser une diversité d'acteurs (ex : agriculteurs, techniciens, conseillers, associations, citoyens...) et plus seulement des chercheurs et ceci afin d'associer des connaissances diverses et complémentaires permettant collectivement de déterminer et combler les trous de connaissances existant en lien avec la problématique (Berthet *et al.*, 2015). Ces processus de co-conception permettent ainsi de générer de nombreuses propositions, réponses qui pourront ensuite être évaluées collectivement pour ne garder *in fine* que la/les plus pertinente(s). Les acteurs directement visés par les sorties de ces processus de co-conception peuvent participer aux décisions prises, connaître les différentes options possibles pour la problématique traitée et d'autre part prendre part au processus de conception apportant leurs connaissances pour proposer des réponses adaptées à leur situations (Meynard *et al.*, 2012). Ainsi, grâce à une mutualisation des savoirs, ce type d'approche permet d'aboutir à de nouveaux systèmes adaptés à un contexte particulier convenant mieux aux acteurs concernés.

### 4.2. Typologie, intérêts et limites des différentes méthodes

Les approches de co-conception sont de plus en plus utilisées, abordant une vaste gamme de problématiques (résolution de conflit, création de systèmes plus durables, transition d'exploitations...). Pour avoir un aperçu de la diversité des méthodes, on peut comparer les caractéristiques communes et divergentes afin de produire une typologie aidant au choix d'une démarche de co-conception adaptée à la problématique à traiter (Table 1).

#### 4.2.1. Objectifs et aboutissement

Bien que ces méthodes aient toutes pour objectif de créer de nouveaux « objets » ces derniers peuvent varier selon les objectifs et le contexte. Un certain nombre de méthodes visent à créer des systèmes de culture ou d'élevage plus durables comme DEED (Describe Explain Explore Design cycle ; Falconnier *et al.*, 2017), RIO (Reflexive interactive design ; Elzen et Bos, 2016), DISCS (the improved participatory re-design and assess innovative cropping systems ; Le Bellec *et al.*, 2012), DATE (Diagnosis, Design, Assessment, Training and Extension ; Husson *et al.*, 2015) ou encore le Rami Fourrager (Martin, 2015). Parmi ces méthodes certaines vont permettre de créer des systèmes repensés pour une ferme en particulier comme c'est le cas de DEED ou du Rami Fourrager en s'appuyant sur les données de la ferme étudiée. D'autres méthodes au contraire vont permettre de repenser un système dans le contexte d'un territoire mais pas spécifiquement pour une ferme comme c'est le cas avec DATE (Husson *et al.*, 2015). Cela aboutit à un nouveau système de culture conçu pour ce territoire sans qu'il soit individualisé pour chaque exploitation. Toutefois, les acteurs peuvent le remobiliser, voir le modifier par la suite afin de l'adapter à leur situation. Par ailleurs certaines méthodes incluent la réalisation d'essais en station expérimentale et/ou en fermes pilotes comme c'est le cas avec DISCS ou DATE ce qui peut permettre de tester les systèmes créés et de les améliorer. D'autres méthodes, comme le Rami Fourrager utilisent un jeu de plateau couplé à un simulateur et s'appuient sur les données d'un agriculteur pour lui permettre, en échangeant avec d'autres participants, de repenser son système d'élevage assez précisément. Certaines méthodes n'ont pas pour but d'arriver à un système précis. C'est le cas de la démarche KCP (Knowledge Concepts Proposals ; Berthet *et al.*, 2015) qui permet de déterminer des stratégies pour innover. C'est le cas également de ComMod (Companion Modelling for concerted management of natural resources ;

Barreteau *et al.*, 2003) qui permet de créer des scénarios en vue de résoudre des conflits entre différents acteurs. Ainsi, l'objet de la co-conception et son aboutissement vont être important à déterminer pour choisir quel processus mettre en place en fonction notamment de l'application réelle ou non du nouvel objet conçu et du degré de précision attendu (individualisé vs généralisé).

#### 4.2.2. Processus d'échanges des connaissances

Comme vu précédemment l'échange de connaissances est un aspect clé de la co-conception et cet échange peut être géré de différentes manières selon les acteurs qui les apportent et les types de connaissances qui sont échangées. Il faut souligner que de nombreuses méthodes de co-conception s'appuient sur une phase préalable d'enquête auprès des acteurs concernés par l'objet de la conception. Cette phase de diagnostic permet d'appréhender le contexte local, de connaître les acteurs locaux, leurs attentes et leurs besoins. Ensuite, lors du processus collaboratif, la phase d'échanges des connaissances intervient. Cette phase est généralement positionnée au début afin de pouvoir utiliser ces connaissances lors de la phase de conception ce qui permet également d'identifier les connaissances manquantes nécessaires pour la suite. Cependant, dans la méthode développée par Lefevre *et al.* (2014), les phases initiales de conception sont déconnectées des contraintes matérielles et ceci afin d'élargir au maximum le champ des possibles. Dans ce cas précis, la phase d'échanges de connaissances arrive seulement à la sixième étape (sur huit) une fois que les contraintes sont prises en compte et ceci afin de solutionner les problèmes qu'elles peuvent amener. Il est à noter que les connaissances peuvent être échangées « naturellement » lors de discussions ou de manière plus structurée en consacrant par exemple un temps spécifique pour l'échange des connaissances entre les acteurs et un temps de présentation de connaissances dites « expertes » comme dans la démarche KCP ou dans la méthode de Lefevre *et al.* (2014). Ainsi, au vu de l'importance de cette étape il est essentiel de bien définir en amont comment cette phase va se dérouler afin de s'assurer de l'optimisation du processus de co-conception, notamment parce que « l'effet de groupe » peut influencer plus ou moins fortement la dynamique et la nature des échanges. Cette préparation est également nécessaire pour s'assurer d'une répartition équitable de la parole entre les différents participants comme le soulignent par exemple Falconnier *et al.* (2017).

#### 4.2.3. Acteurs impliqués et leurs rôles

Les méthodes de co-conception reposent sur le principe d'un travail collaboratif intégrant une diversité d'acteurs dans le processus de conception. La plupart des méthodes utilisées en agriculture font appel à des agriculteurs dans les phases de conception pour qu'ils soient à l'origine des objets créés. Cependant, ce n'est pas le cas avec DATE (Husson *et al.*, 2015) où les essais sont conçus par des chercheurs alors que les autres acteurs sont consultés dans une phase préalable d'analyse et interviennent par la suite en accueillant dans leur ferme des essais sur lesquels ils sont amenés à donner leurs avis en vue d'améliorer les systèmes conçus. Le fait d'impliquer les agriculteurs dans la phase de conception permet de créer des objets en fonction de leurs besoins et de leurs attentes ce qui peut faciliter l'application des nouveaux objets créés comme dans la méthode de Lefevre *et al.* (2014). En effet, ces derniers peuvent être déterminés en fonction de ce que les acteurs sont prêts à mettre en œuvre. Outre les agriculteurs, d'autres acteurs peuvent être sollicités dans les phases de conception comme par exemple des professionnels du milieu agricole (conseillers, techniciens) qui permettent aussi l'apport de connaissances techniques contextualisées. Parfois des acteurs non issus du secteur agricole peuvent également participer notamment lors des phases consultatives de débat publique pour connaître leurs avis et leurs attentes. Cette approche est particulièrement intéressante quand il s'agit de thématiques sujettes à controverses comme dans le cas de l'étude menée par Le Bellec *et al.* (2012) visant à réduire l'utilisation de pesticides. Enfin, il est à noter que ces méthodes sont à l'initiative de chercheurs qui encadrent tout le processus. On parle d'ailleurs généralement d'un rôle de facilitateur (Berthet *et al.*, 2015) car ils assurent le bon déroulement du processus en garantissant que les échanges se passent bien notamment en cas de conflits mais aussi en garantissant

une bonne dynamique à travers l'animation. Il est à noter que les facilitateurs peuvent également intervenir en tant qu'experts pour apporter des connaissances comme dans la démarche KCP (Berthet *et al.*, 2015) ou dans la méthode de Lefevre *et al.* (2014). Ainsi, bien que tous les acteurs ne soient pas sollicités de la même façon selon les méthodes et notamment dans la phase de conception, il n'en reste pas moins qu'ils le sont à un moment ou à un autre le plus souvent pour connaître leur point de vue et pour apporter des connaissances techniques contextualisées.

#### 4.2.4. Outils pour la conception

De par la grande diversité des méthodes existantes et d'objectifs qui s'y rapportent les outils utilisés et créés pour pouvoir les appliquer sont nombreux. Comme support à la co-conception, certaines méthodes s'appuient sur des jeux de rôles comme dans la méthode de Lefevre *et al.* (2014) ou ComMod (Barreteau *et al.*, 2003) alors que d'autres s'appuient sur des modèles comme DEED ou le Rami Fourrager qui utilise également un jeu de plateau. Il faut noter que quand ces outils sont préalablement créés en vue d'être réutilisés dans plusieurs situations (nécessitant une adaptation au contexte) ils permettent d'arriver plus facilement à des résultats concrets. Néanmoins, ils amènent des contraintes et donc réduisent généralement le champ des possibles (Berthet *et al.*, 2015). En revanche, certains outils peuvent être utilisés pour au contraire stimuler la créativité des participants et favoriser les innovations comme dans la démarche KCP avec l'utilisation de « concept projector » (Berthet *et al.*, 2015) qui sont des préambules orientant la phase de conception dans des directions différentes. Ainsi, l'utilisation d'outils n'est pas obligatoire mais peut aider dans la mise en place de la démarche et ainsi permettre de l'orienter de différentes manières.

### 5. Objectifs et démarche proposée pour le stage

#### 5.1. Objectifs du stage

Ce stage doit permettre la mise en culture pour la campagne 2018-2019 d'associations d'espèces chez des agriculteurs volontaires au sein des MAP et de ce que l'on a qualifié de central field et de fermes satellites. Ce travail s'appuie pour cela sur une traque à l'innovation réalisée à l'automne 2017 et qui a permis d'identifier dès à présent un certain nombre d'agriculteurs cultivant des associations d'espèces. Au-delà de la simple mise en culture d'associations d'espèces, il va falloir préciser les objectifs de la MAP ou en d'autres termes à quelles questions devront répondre la MAP. Pour ce faire, il s'agira de commencer par déterminer les freins et les attentes des agriculteurs d'une part mais aussi des autres acteurs de la filière. Ici aussi la traque à l'innovation réalisée au préalable servira de point de départ à ce travail puisqu'elle a d'ores et déjà permis l'identification de certains blocages. Ces éléments devront être précisés lors d'ateliers de co-conception pour lesquels il va falloir s'interroger en amont sur la façon de les organiser et de les animer en termes d'outils et de méthodes. De plus, un travail devra être conduit au préalable pour préciser : i) quels acteurs impliquer ?, ii) comment les identifier ?, iii) comment les contacter ? A ce stade de la réflexion, ces différentes questions restent en suspens et la première partie du stage sera d'y répondre avant dans un second temps de conduire les dits ateliers et d'en analyser les sorties en vue comme nous l'avons dit de mettre en culture les associations pour la campagne 2018-2019 chez des agriculteurs volontaires des MAPs.

#### 5.2. En quoi une démarche de co-conception peut être adaptée ?

Comme nous l'avons vu un certain nombre de freins techniques portant aussi bien sur la conduite des associations que sur les débouchés ont d'ores et déjà été identifiés et concernent les différents acteurs de la filière. Par conséquent, mettre en place une démarche de co-conception devrait permettre de réunir les différents acteurs impliqués dans la chaîne de production dans l'objectif de favoriser l'échange de connaissances pour définir collectivement les essais à mettre en place. D'autre part, comme la pratique des cultures associées est encore peu répandue on attend de ce travail un effet

« boule de neige » avec un entrainement des agriculteurs novices sur le sujet par ceux pratiquant déjà les cultures associées.

### 5.3. Problématique et démarche proposée

Les différentes recherches bibliographiques menées conduisent à s'interroger lors du stage sur la problématique suivante : Comment mettre en place une démarche de co-conception pour déterminer quelles associations plurispécifiques tester au sein d'un réseau multi-acteurs ? Les hypothèses (non exhaustives) sous-jacentes que l'on peut d'ores et déjà formuler sont les suivantes :

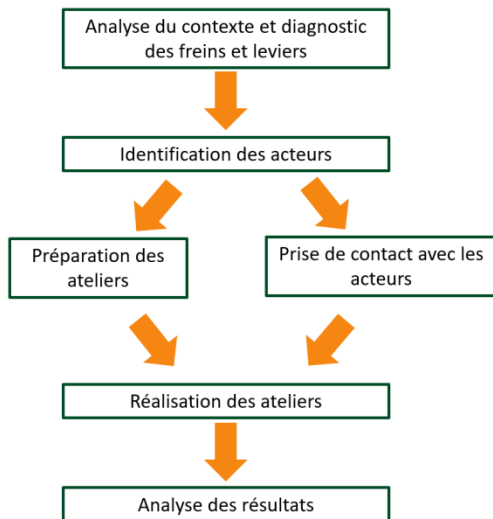


Figure 5 : Schéma de la méthode envisagée.

- Le choix des acteurs à mobiliser conditionne le résultat de la démarche de co-conception et il est nécessaire d'inclure une diversité d'acteurs pour favoriser la diffusion de cette innovation.

- Les objectifs assignés aux ateliers et plus largement aux MAPs doivent être clairement identifiés.

- L'animation des ateliers doit être adaptée afin de favoriser la participation des différents partenaires et l'échange de connaissances notamment entre les agriculteurs pratiquant les associations d'espèce et ceux ne le faisant pas.

- Le rôle et les attentes des différents participants doivent être précisés ainsi que les engagements réciproques pour garantir la pérennité des MAPs sur la durée du projet et minimiser la prise de risque de chacun

Pour répondre à cette problématique et aux différentes hypothèses formulées il est envisagé tout d'abord de réaliser une analyse du contexte local pour connaître les acteurs de la filière ainsi qu'un diagnostic auprès des acteurs afin de connaître leurs attentes et ainsi déterminer les points clés sur lesquels innover dans le cadre des ateliers et des MAPs (Figure 5). Pour la suite, il s'agira d'identifier et prendre contact avec les acteurs pour qu'ils participent aux ateliers. Il faudra ensuite préparer les ateliers en déterminant notamment le nombre de séances et les activités à mener en termes d'animation. Ces éléments déterminés, viendra le temps de la réalisation *sensu stricto* du ou des atelier(s) pour la co-conception. A noter que dans le cas où plusieurs ateliers seront mis en place il faudra prévoir un traitement des résultats entre deux ateliers successifs en vue de les remobiliser lors des ateliers suivants.

Pour conclure, ce projet de recherche a permis de faire un état des lieux rapide sur les associations d'espèces ainsi que sur les méthodes de conception, soulevant un certain nombre d'interrogations auxquels il faudra répondre lors du stage. Certains points qui n'ont pas ou peu été développés ici le seront donc par la suite notamment autour de la notion d'échange de connaissances.

## 6. Bibliographie

- Barreteau O., Antona M., Aquino P., Aubert S., Boissau S., Bousquet F., Daré W., Etienne M., Le Page C., Mathevet R., Trébuil G., Weber J. (2003). Our Companion Modelling Approach Journal of Artificial Societies and Social Simulation vol. 6, no. 1.
- Bedoussac L., Triboulet P., Magrini M-B., Rambault G., Foissy D., Corre-Hellou G. (2013). Conséquences de l'introduction des cultures associées céréale-légumineuse à graines dans les filières. Analyse du point de vue des agriculteurs et des coopératives. *Innovations Agronomiques* 32, 199-212.
- Bedoussac L., Journet E.P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Steen Jensen E., et al. (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review *Agron. Sustain. Dev.* 35:911–935
- Berthet E.T.A., Barnaud C., Girard N., Labatut J., Martin G. (2015). How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods. *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2015.1009627
- Bos B., Groot Koerkamp P., Gosselink J.M.J., Bokma S.J. (2008). A systematic approach for the design of sustainable livestock production systems. Paper prepared for the 8th IFSA conference, Clermont Ferrand.
- Corre-Hellou G., Bédoussac L., Bousseau D., Chaigne G., Chataigner C., Celette F., Cohan J.P., Coutard J.P., Emile J.C., Floriot M., Foissy D., Guibert S., Hemptinne J.L., Le Breton M., Lecompte C., Marceau C., Mazoué F., Mérot E., Métivier T., Morand P., Naudin C., Omon B., Pambou I., Pelzer E., Prieur L., Rambaut G., Tauvel O. (2013). Associations céréale-légumineuse multi-services *Innovations Agronomiques* 30, 41-57.
- Doré T., Makowski D., Malézieux E., Munier-Jolain N., Tchamitchian M., TITTONELL P. (2011). Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge *Europ. J. Agronomy* 34, 197–210.
- Duchene O., Vian J.F., Celette F. (2017). Intercropping with legume for agroecological cropping systems: Complementarity and facilitation processes and the importance of soil microorganisms. A review *Agriculture, Ecosystems and Environment* 240, 148–161.
- Elzen B., Bos B. (2016). The RIO approach: Design and anchoring of sustainable animal husbandry systems. *Technol. Forecast. Soc. Change*.
- Falconnier G. N., Descheemaeker K., Van Mourik T.A., Adam M., Sogoba B., Giller K.E. (2017). Co-learning cycles to support the design of innovative farm systems in southern Mali *European Journal of Agronomy* 89, 61–74.
- Husson O., Tran Quoc H., Boulakia S., Chabanne A., Tivet F., Bouzinac S., Lienhard P., Michellon R., Chabierski S., Boyer J., Enjalric F., Rakotondramanana, Narcisse Moussa, Jullien F., Balarabe O., Rattanatray B., Castella J.C., Charpentier H., Séguy L. (2015). Co-designing innovative cropping systems that match biophysical and socio-economic diversity: The DATE approach to Conservation Agriculture in Madagascar, Lao PDR and Cambodia *Renewable Agriculture and Food Systems*: 31(5); 452–470. doi:10.1017/S174217051500037X
- Justes E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Fustec J., Hinsinger P., Jeuffroy M.H., Journet E.P., Louarn G., Naudin C., Pelzer E. (2014). Les processus de complémentarité de niche et de facilitation déterminent le fonctionnement des associations végétales et leur efficacité pour l'acquisition des ressources abiotiques. *Innovations Agronomiques* 40, 1-24.

- Lamé A. (2015). Pratiques des associations plurispécifiques a base de légumineuses a graines chez des agriculteurs innovants.
- Le Bellec F., Rajaud A., Ozier-Lafontaine H., Bockstaller C., Malezieux E. (2012). Evidence for farmers' active involvement in co-designing citrus cropping systems using an improved participatory method *Agron. Sustain. Dev.* 32:703–714 DOI 10.1007/s13593-011-0070-9
- Lefèvre V., Capitaine M., Peigné J., Estrade J.R. (2014). Farmers and agronomists design new biological agricultural practices for organic cropping systems in France *Agron. Sustain. Dev.* 34:623–632 DOI 10.1007/s13593-013-0177-2
- G. Martin (2015). A conceptual framework to support adaptation of farming systems – Development and application with Forage Rummy. *Agricultural Systems* 132, 52–61.
- Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., Tourdonnet S., Valantin-Morison M. (2009). Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review *Agron. Sustain. Dev.* 29, 43–62.
- Meynard JM, Dedieu B, Bos B (2012) Re-design and co-design of farming systems: an overview of methods and practices. In: Darnhofer I, Gibbon D, Dedieu B (eds) *Farming Systems Research into the 21st century: the new dynamic*. Springer, pp 407–431.
- Millenium ecosystem assessment (2005). *Ecosystems and human well-being synthesis*, p137.
- Pelzer E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Jeuffroy M.-H., Métivier T., Naudin C (2014). Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. *Innovations Agronomiques* 40, 73-91.
- Prost L., Berthet E.T.A, Cerf M., Jeuffroy M.H., Labatut J., et al. (2016). *Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges*. Research in Engineering Design, Springer Verlag.
- Reau R., Monnot L.A., Schaub A., Munier-Jolain N., Pambou I., Bockstaller C., Cariolle M., Chabert A., Dumans P. (2012). Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques* 20, 5-33.
- Valantin-Morison M., David C., Cadoux S., Lorin M., Celette F., Basset A. (2014). Association d'une culture de rente et espèces compagnes permettant la fourniture de services écosystémiques. *Innovations Agronomiques* 40, 93-112.
- Wiley R (1979). Intercropping—its importance and research needs. *Agronomy and research needs*. *Field Crop Abstract* 32:73–85.