



HAL
open science

Systèmes de culture innovants : une nouvelle génération de réseau expérimental et de réseau de compétences

Marie-Sophie Petit, Raymond Reau, Violaine Deytieux, Anne Schaub, Marianne Cerf, Bertrand Omon, Marie-Noëlle Guillot, Paul Olry, Christophe Vivier, Sébastien Piaud, et al.

► To cite this version:

Marie-Sophie Petit, Raymond Reau, Violaine Deytieux, Anne Schaub, Marianne Cerf, et al.. Systèmes de culture innovants : une nouvelle génération de réseau expérimental et de réseau de compétences. Innovations Agronomiques, 2012, Casdar "Innovation et Partenariat", 25, pp.99-123. hal-01186801

HAL Id: hal-01186801

<https://hal.science/hal-01186801>

Submitted on 29 May 2020

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

Systemes de culture innovants : une nouvelle génération de réseau expérimental et de réseau de compétences

Petit M.S.¹, Reau R.², Deytieux V.³, Schaub A.⁴, Cerf M.⁵, Omon B.⁶, Guillot MN.^{1,7}, Olry P.⁷, Vivier C.⁸, Piaud S.⁹, Minette S.¹⁰, Nolot J.M.¹¹

¹ Chambre Régionale d'Agriculture Bourgogne, 3, rue du golf, F – 21800 Quétigny

² INRA UMR Agronomie 211, BP1, F-78850 Thiverval-Grignon,

³ INRA, UE 115 Domaine Expérimental d'Epoisses, F-21110 Bretenière

⁴ Association pour la Relance Agronomique en Alsace, BP 30022 Schiltigheim, F-67013 Strasbourg

⁵INRA, UR 1326 SenS, Université Paris-Est Marne La Vallée, Bois de l'Etang, 5 Bd Descartes, Champ sur Marne, F- 77454 Marne la Vallée.

⁶ Chambre d'Agriculture de l'Eure, 5, rue de la petite cité BP 882, F - 27008 Evreux cedex

⁷AgroSupDijon, 26, Bd Docteur PetitJean BP 87999, F – 21079 Dijon cedex

⁸ Chambre d'Agriculture de l'Yonne, 14 bis rue Guynemer, BP 50289, F-89005 Auxerre Cedex

⁹ Chambre d'Agriculture de Seine et Marne, Pôle Agronomie - Environnement, 418 rue Aristide Briand, F-77350 Le Mée sur Seine

¹⁰ Chambre Régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes, Agropôle BP 50002, F-86550 Mignaloux-Beauvoir

¹¹ INRA, UMR 1248 AGIR, BP 52627, F-31326 Castanet Tolosan Cedex

Correspondance : marie-sophie.petit@bourgogne.chambagri.fr, raymond.reau@grignon.inra.fr

Résumé

Face aux évolutions de l'agriculture, aux enjeux complexes et incertains, la conception innovante (Meynard, 2006) doit favoriser le développement d'une capacité d'anticipation et d'exploration. Pour y contribuer dans le domaine des systèmes de culture en grandes cultures et polyculture-élevage, le programme CASDAR 7103 Systèmes de culture innovants s'est concrétisé par :

- **un réseau expérimental de 27 systèmes de culture innovants** testés au champ dans 17 dispositifs, des ressources pour l'expérimentation avec des guides, des cadres d'analyses, des outils de caractérisation et d'évaluation. Aujourd'hui, il a été élargi à 70 systèmes de culture innovants dans le cadre du RMT SdCi ;
- **un réseau de compétences en conception – évaluation**, avec quatre ateliers de conception qui ont produit 45 systèmes de culture économes en phytosanitaires, efficaces en énergie et gaz à effet de serre ou favorisant la biodiversité. Son déploiement a été réalisé dans le cadre de formations d'agents de développement et d'agriculteurs (STEPHY, Certiphyto, Dephyécophyto, ...), en élargissant à d'autres filières (viticulture, légumes, horticulture, arboriculture) et a pu déboucher sur des expérimentations ;
- **le développement d'un réseau de conseillers en accompagnement des agriculteurs dans la transition vers le développement durable**, avec une démarche d'analyse réflexive en groupe des situations de conseil, et plus largement ensuite avec la production et l'édition du vademecum « Agroseil » (Cerf et al., 2012), de même que la formation « Conseiller demain » du GIS Relance agronomique.

Le développement de tels réseaux de compétences dépendra aussi de la capacité à renouveler les dispositifs de recherche – développement – formation ... pour une agriculture innovante et plus durable.

Mots-clés : systèmes de culture, innovation, développement durable, réseau expérimental, réseau de compétences

Abstract: Innovative cropping systems: a new generation of experimental and competence network

To face evolutions of agriculture, complex and uncertain stakes, innovative conception (Meynard, 2006) must favor development of an anticipated and exploratory abilities. To contribute to this in arable and mixed cropping systems, the CASDAR 7103 program was materialized by:

- **an experimental network of 27 cropping systems tested in field** in 17 plans, with experimental resources such as guides, analysis frames and tools of characterization and evaluation. It widened today to 70 innovative cropping systems in the “innovative cropping systems” Joint Network of Technology (JNT);
- **a conception and evaluation competence network**, with four conception workshops which produce 45 cropping systems low in pesticides, efficient in energy and greenhouse gas emission or in favor of biodiversity. Its deployment was realized thanks to formations of development employees and farmers (STEPHY, Certiphyto, Dephyécophyto, ...) in expanding to others fields (vineyard, legumes, horticulture, arboriculture) and in new experimentations;
- **the development of an advisor network** going with farmers in transition to sustainable development, with an approach of reflexive analysis of the advise situations in groups, and then by extension with the production and edition of the vademecum « Agroseil » (Cerf et al., 2012), as well as the formation « Advise tomorrow » of the GIS Relance agronomique.

The development of such competence networks will depend also on the abilities to renew the research – development – formation plan ... in order to reach an innovative and sustainable agriculture

Keywords: innovation, cropping system, sustainable development, experimental network, skills network

Introduction

Le rôle et la place de l'agriculture évoluent avec la mondialisation des échanges, l'évolution de la PAC, les exigences environnementales de la société (conditionnalité des aides, Directives Cadres eau et pesticides, sol, mesures agri-environnementales, ...), ainsi que l'émergence de débouchés non alimentaires. L'agriculture se trouve ainsi confrontée à des enjeux aussi complexes qu'incertains, qui remettent en cause une certaine standardisation des connaissances et des pratiques, comme la conception linéaire de l'innovation depuis la recherche vers le conseil puis vers les agriculteurs. Ceci devrait et pourrait encourager le développement d'une réelle capacité d'anticipation et d'exploration dans une activité de conception innovante (Meynard, 2006).

Pour contribuer à la conception innovante dans le domaine de la grande culture et de la polyculture-élevage, le programme **CASDAR 7103 « Systèmes de culture innovants : une nouvelle génération de réseau de compétences et de réseaux expérimentaux pour répondre aux enjeux économiques, environnementaux et sociaux »** avait 3 objectifs : ► mettre en place un réseau multilocal et pluriannuel d'expérimentations au champ de systèmes de culture innovants pour évaluer leurs conditions de réussite sur le terrain et leurs performances de durabilité ► finaliser et rendre opérationnelle une démarche de conception – évaluation de systèmes de culture innovants, en vue d'identifier les plus prometteurs pour répondre aux enjeux étudiés ► initier un réseau de compétences pour accompagner la transition des systèmes de culture vers le développement durable.

Pour cela, ce programme 7103 a mobilisé (i) une démarche de conception – évaluation – expérimentation de systèmes de culture innovants (Loyce et Wéry, 2006 ; Deytieux *et al.*, 2012), ainsi qu’(ii) une démarche d’analyse réflexive du conseil aux agriculteurs. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du RMT Systèmes de culture innovants labellisé à l’automne 2007.*

Cette communication présente un réseau d’expérimentation de systèmes de culture innovants initié dans le cadre du CASDAR 7103, une démarche de conception – évaluation de systèmes de culture, ainsi qu’un réseau de compétences en accompagnement des agriculteurs. Pour chacun de ces volets, nous présentons ses principaux livrables, puis nous décrivons un exemple de système de culture issu de cette activité, et enfin nous analysons dans quelle mesure cette activité a eu des échos hors du projet et hors du RMT Systèmes de culture innovants proprement dit.

1. Un réseau d’expérimentation de systèmes de culture

L’objectif principal d’une expérimentation « système » est d’évaluer au champ le système de culture étudié (Debaeke *et al.*, 2008 ; Deytieux *et al.*, 2012) en termes :

- **de faisabilité technique et de cohérence agronomique**, en analysant la capacité des stratégies de gestion mises en œuvre à atteindre les états du sol et des cultures visés (résultats agronomiques comme la maîtrise des bioagresseurs, l’alimentation des cultures, ...)
- **de capacité du système de culture** dans son ensemble à **atteindre les objectifs qui lui sont assignés** en matière de résultats techniques (rendement, qualité) et économiques pour celui qui le gère (un agriculteur par exemple), d’une campagne culturale à l’autre ;
- **de capacité du système à répondre aux enjeux de développement durable en termes de performances économiques, sociales et environnementales** sur le temps long pour contribuer aux besoins des générations futures, comme sur un espace large dépassant les limites des parcelles et de l’exploitation.

Si les méthodes d’expérimentation des systèmes de culture ont été travaillées à partir de la fin des années 1980 – début 1990 (Meynard *et al.*, 1996 ; Reau *et al.*, 1996 ; Reau *et al.*, 2008 ; Reau *et al.*, 2009), ce type d’expérimentation s’est longtemps limité avant 2000 à quelques dispositifs dans des stations agronomiques de la recherche (plus ou moins insérées dans des projets européens), ou dans quelques instituts techniques (Acta, Arvalis – Institut du végétal, Cetiom, ...).

A la fin des années 1990, les acteurs du développement en partenariat avec la recherche se sont préoccupés d’expérimentations systèmes annuelles. Ce sont ainsi des dispositifs annuels de test d’itinéraires techniques de blé, puis de colza à bas niveaux d’intrants qui ont été développés. Ceci a été fait dans le cadre d’un partenariat privilégiant un dispositif multilocal associant recherche, recherche appliquée et développement, respectivement avec le réseau Blés rustiques animé par Bernard Rolland (INRA), Irène Félix (Arvalis – Institut du végétal) et Chantal Loyce (AgroParisTech) (Bouchard *et al.*, 2008) et le réseau Colza intégré animé par Jean-François Dejoux et Muriel Valantin-Morison (INRA) (Bouchard *et al.*, 2011).

En 2008, les partenaires du programme CASDAR 7103 ont souhaité bâtir et fédérer dans un réseau multilocal les expérimentations systèmes pluriannuelles (existantes ou nouvelles). La création du RMT Systèmes de culture innovants et le programme CASDAR 7103 ont permis de développer un réseau impliquant plus largement la R&D notamment les Chambres d’agriculture, ainsi que les lycées agricoles.

Ce chapitre présente les ressources qui ont été produites par les acteurs et l’activité d’expérimentation système, les méthodes et outils développés ; un aperçu du réseau expérimental, ainsi qu’un focus sur les résultats une expérimentation menée en lycée agricole ; et pour finir, un bilan et une estimation de l’impact de ce réseau.

1.1. Les ressources produites pour renforcer l'expérimentation système

Pour favoriser le développement et la réussite des expérimentations « systèmes », il s'agissait de :

- renforcer la description des systèmes testés, du dispositif d'expérimentation et des protocoles au départ,
- contribuer au pilotage et à la gestion des observations et mesures des systèmes testés en cours d'expérimentation,
- évaluer et analyser leurs résultats et leurs performances en cours et en fin d'expérimentation.

Pour ce faire des cadre d'analyses, des guides et des outils ont été produits pour l'ensemble des expérimentateurs, par une équipe de 6 personnes (Deytieux *et al.*, 2012).

Ces premières ressources produites tiennent de l'organisation générale à mettre en place au départ de l'expérimentation et du protocole expérimental, avec :

- ▶ **un guide de l'expérimentation « système de culture »** (Figure 1), qui présente l'ensemble des informations et outils à disposition des expérimentateurs. Pour chacune des étapes de la démarche d'expérimentation « systèmes », il précise les rôles à jouer, les tâches à réaliser et les outils disponibles pour les acteurs intervenant sur l'ensemble du processus expérimental.

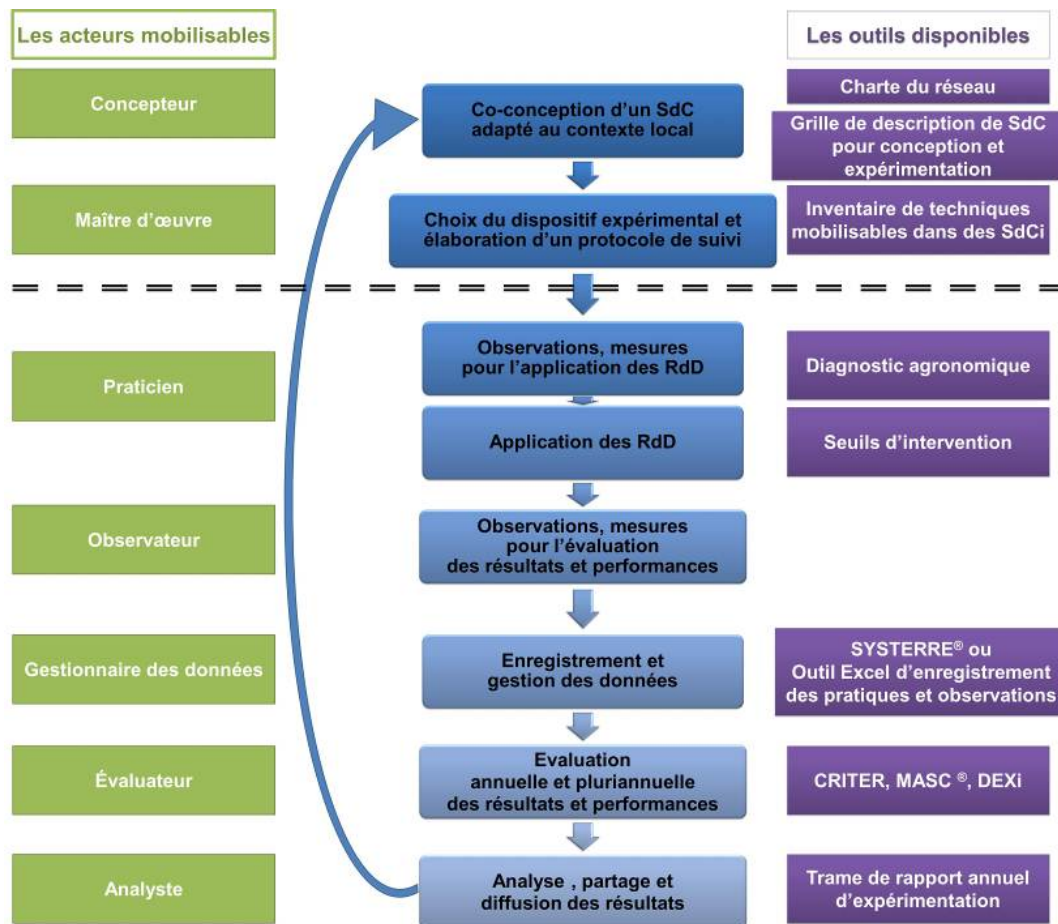


Figure 1 : Démarche expérimentale proposée dans le guide de l'expérimentation « système de culture » (Deytieux *et al.*, 2012)

- ▶ **la charte du réseau expérimental**, qui précise les rôles à tenir dans le réseau et définit (i) les règles de fonctionnement communes du réseau, base minimum requise pour intégrer le réseau,

(ii) le principe de mutualisation des outils, méthodes et expériences, entre expérimentateurs, dans un cadre souple laissant à chacun des marges de manœuvre.

- ▶ **un cadre de description du système de culture testé**, comprenant :
 - les objectifs assignés au système testé au champ, avec les résultats attendus décrits à l'aide de critères d'évaluation (en valeur absolue ou relative, par rapport à un système de référence par exemple),
 - les stratégies de gestion, définies sous la forme de techniques et de règles de décision, combinées pour répondre aux objectifs ci-dessus, et maîtriser des processus de production comme le contrôle des bioagresseurs, l'alimentation des cultures, la gestion de la fertilité des sols, ...
- ▶ **un recueil des seuils d'intervention**, qui propose des seuils d'intervention, des règles de décision pour chaque culture et par type de bioagresseurs cibles, ainsi que des grilles de notation servant à la caractérisation des pressions biotiques, en vue d'aider le cas échéant les prises de décisions d'interventions techniques ;
- ▶ **un cadre de description du dispositif d'expérimentation**, comprenant le dispositif expérimental mis en place (taille et nombre de parcelles, type de sol) et les observations et mesures effectuées.

Les ressources pour faciliter le pilotage, la collecte de données et le suivi des expérimentations « systèmes », élaborées par l'équipe d'animation du réseau en lien avec les expérimentateurs au cours de la période 2008-2010 (Deytieux *et al.*, 2012), sont :

- ▶ **un guide « Diag'Agro » de suivi des cultures et de diagnostic agronomique**, qui recense, pour les grandes cultures, les observations à réaliser au cours du cycle cultural pour faire un diagnostic sur le rendement obtenu et juger de la pertinence des règles de décision ;
- ▶ **un guide des observations** à réaliser dans une expérimentation « système », qui récapitule les observations et les méthodes nécessaires pour établir le diagnostic agronomique, expliquer et analyser *a posteriori* les résultats agronomiques et techniques obtenus ;
- ▶ **des outils d'enregistrement des données**, qui permettent, à partir d'un tronc commun, de stocker les données nécessaires relatives aux pratiques réalisées et aux conditions d'interventions, aux observations et mesures d'états du milieu (états du sol, pressions biotiques), aux résultats techniques du système de culture (rendement, qualité de la récolte). Différents outils ont été utilisés comme SYSTERRE® développé par Arvalis-Institut du Végétal, un fichier de saisie excel proposé par la Chambre Régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes, CRITER (Fortino *et al.*, 2010), des outils de gestion parcellaire propres à chaque partenaire.

Les ressources pour réaliser les synthèses et évaluer les résultats et performances des systèmes testés au champ sont :

- ▶ **un cadre de synthèse annuelle**, qui propose un cadre commun et formalisé pour accompagner le diagnostic agronomique porté sur chaque parcelle et de manière globale. Ce document retrace le suivi des règles de décision : quels sont les écarts dans leur mise en œuvre ? Pour quelles raisons ? Quels sont les résultats obtenus en comparaison des résultats escomptés ? Il permet de capitaliser les événements marquants, l'interprétation des résultats et l'expérience partageable à l'échelle du réseau.
- ▶ **des outils d'évaluation des performances de résultats du système de culture** mis à disposition par le RMT Systèmes de culture innovants, avec :
 - **CRITER**, qui a pour fonction de caractériser 24 critères quantitatifs des performances de résultats des systèmes de culture (Fortino *et al.*, 2010) nécessaires à MASC®,

- **MASC® 1.0**, outil d'évaluation multicritère de la durabilité des performances économiques, environnementales et sociales des systèmes de culture (Sadok *et al.*, 2008, 2009).

Dans le cadre du réseau expérimental, les expérimentateurs ont pu s'approprier, grâce à la mobilisation et l'appui de l'équipe d'animation du réseau, ces différentes ressources à l'occasion de cinq séminaires et de trois réunions de travail au cours du programme CASDAR 7103, ainsi que du travail régulier nécessaire pour en faire l'apprentissage et développer des savoir-faire en expérimentation « systèmes ».

1.2. Un réseau expérimental fort de 17 dispositifs

1.2.1. Le réseau expérimental

Le réseau expérimental du programme CASDAR 7103 a fédéré *in fine* 17 dispositifs expérimentaux comprenant 27 systèmes de culture testés dans :

- des expérimentations en station ayant un caractère généralement plus prospectif et permettant d'étudier les performances de systèmes en rupture, tout en se mettant à l'abri de certaines contraintes technico-économiques rencontrées dans les exploitations agricoles ;
- des expérimentations en parcelles d'exploitations agricoles, généralement suivies et gérées par les Chambres d'Agriculture ou réalisées en exploitation de lycées agricoles, permettant de tester dans une gamme de situations plus large qu'en station des systèmes innovants peu contraignants ou moins risqués *a priori*, et d'en étudier les performances comme la faisabilité (Reau *et al.*, 2010 ; Deytieux *et al.*, 2012).

Ces systèmes de culture ayant été construits pour répondre à des enjeux locaux de durabilité, ils ont été regroupés selon les trois orientations principales suivantes (Reau *et al.*, 2010 ; Deytieux *et al.*, 2012) :

- **production intégrée en grande culture (PI – GC)**
- **production intégrée en polyculture-élevage (PI –Elv)**
- **hautes performances énergétiques & réduction des émissions de gaz à effet de serre (HP NRJ & GES)**

La répartition des 27 systèmes innovants testés suivant ces trois orientations est présentée sur la Figure 2. Parmi ces systèmes, six visent de façon conjointe des enjeux en production intégrée et de hautes performances énergétiques : Boigneville 91, Archigny 86, Chenevelles 86, La Vigne 79, Loire-sur-Nie 17, Oiron 79.

Réseau expérimental de 27 systèmes de culture testés au champ

Production intégrée en grandes cultures
Production intégrée en polyculture-élevage
Hautes performances énergétiques

* Type ayant l'enjeu Eau (quantité) en plus

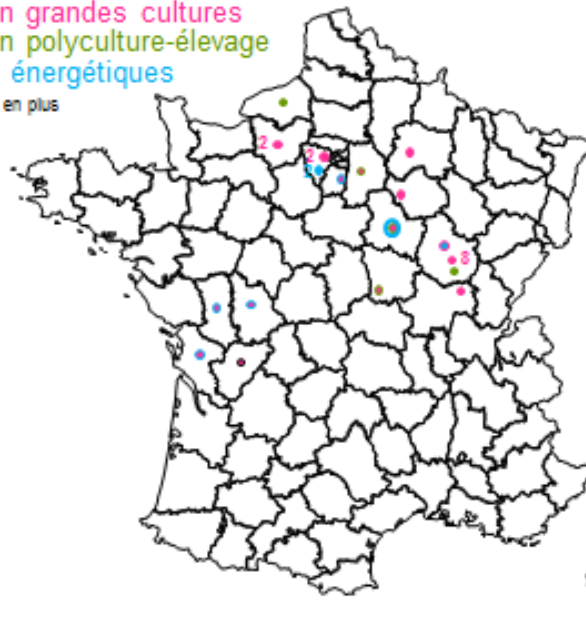


Figure 2 : Carte de répartition des sites expérimentaux du CASDAR 7103 et du RMT Systèmes de culture innovants

1.2.2. Exemple du système de culture de Brie-Comte-Robert 77, ses résultats et performances

Fiche de description : SdC BRIE-COMTE-ROBERT 77 Catégorie (typo) : PI-GC R2_Cr/Lga

CONTEXTE

- expérimentation pluriannuelle mise en place depuis la campagne 2007-2008, sur un dispositif de 2 parcelles de 3 ha chacune (la parcelle 1 recevant un terme de la rotation, la parcelle 2 reçoit le terme suivant de la rotation)
- **Situation géographique** : Brie-Comte-Robert (77), sur l'exploitation du lycée agricole
- **Climat** : Océanique dégradé (666 mm/an)
- **Type de sol** : Limon argileux sur plateau
- **Irrigation** : Non

OBJECTIFS :

- Tester un système de culture économe en intrants (azote minéral, produits phytosanitaires, notamment en herbicides) afin de réduire l'impact sur la qualité de l'eau
- Maintenir une rentabilité économique proche du système de culture actuel

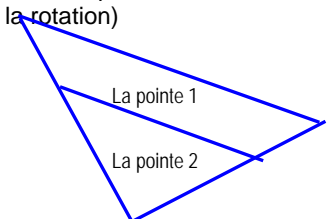


Figure 3 a : Extrait de la fiche descriptive de l'expérimentation conduite au lycée agricole de Brie Comte Robert par la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne et du système de culture testé

Fiche de description : SdC : BRIE COMTE ROBERT 77 Catégorie (typo) : PI-GC R2_Cr/Lga

TRAITS

Féverole de printemps – Blé – Orge de printemps - Colza - Blé

Stratégies Principales	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Maîtriser le stock d'adventices par une rotation comportant des cultures d'hiver (3/5) et des cultures de printemps (2/5), par le labour occasionnel et par la pratique des faux semis. ▶ Stratégie d'évitement avec retard de date de semis sur blé. ▶ Fertilisation azotée déterminée par la méthode des bilans avec des objectifs de rendement atteignables 4 années sur 5 ▶ Recours au désherbage mécanique sur culture de printemps (houe rotative (HR) ou herse étrille (HE) sur féverole et orge de printemps)
Féverole	Impasse en herbicides anti-dicotylédones remplacé par du désherbage mécanique (HR et HE). Contrôle des bioagresseurs les plus dommageables : rouille, pucerons et bruches.
Blé	Conduite bas intrants : semis après le 15 octobre, densité réduite, variété peu sensible aux maladies et verse, désherbage chimique sortie hiver, un fongicide contre la septoriose adapté en fonction de la pression maladies. Premier apport d'azote supprimé ou retardé selon le reliquat sortie d'hiver.
Orge pts	Désherbage mécanique (HR et HE) et rattrapage en chimique si besoin. Variété peu sensible aux maladies et à la casse du col de l'épi : un fongicide maxi, pas de régulateur.
Colza	Date de semis classique, mélange avec une espèce gélive et une variété de colza précoce. Pas d'herbicides anti-dicotylédones, un anti-graminée si besoin, un fongicide contre le sclérotinia, un seul insecticide contre le charançon de la tige
Blé	Conduite bas intrants : semis après le 15 octobre, densité réduite, variété peu sensible aux maladies et verse, désherbage chimique sortie hiver, un fongicide contre la septoriose adapté en fonction de la pression maladies. Premier apport d'azote supprimé ou retardé selon le reliquat sortie d'hiver.

SYSTEME DE CULTURE DECISIONNEL : PROTECTION INTEGREE

	Adventices	Maladies Cryptogamiques	Ravageurs
	Vulpins, renouées, ray grass, folle avoine, chardons	Blé : Septoriose, rouille, oïdium, piétin verse, fusariose Orge P : oïdium, helmintho, rhyngo et rouille Colza : sclérotinia	Pucerons printemps, cicadelles, charançons de la tige, bruches, limaces
Objectif (Dégâts-Dommages-Pertes)	Minimiser les pertes économiques, tout en acceptant des dégâts visibles et des dommages de récolte		
Résultats attendus	Contrôle des adventices, des maladies et des ravageurs les plus nuisibles dans chaque culture de la rotation. IFT Herbicide <1,08 et IFT Hors herbicide < 2,03, lphy > 7 INO3 > 7 Marge Brute supérieure ou égale à 550 €/ha prix bas ou 860 €/ha prix haut (hypothèse prix du blé : 160 €/T), marges brutes moyennes de systèmes de culture suivis dans des exploitations de Seine-et-Marne par CER France Seine-et-Marne.		

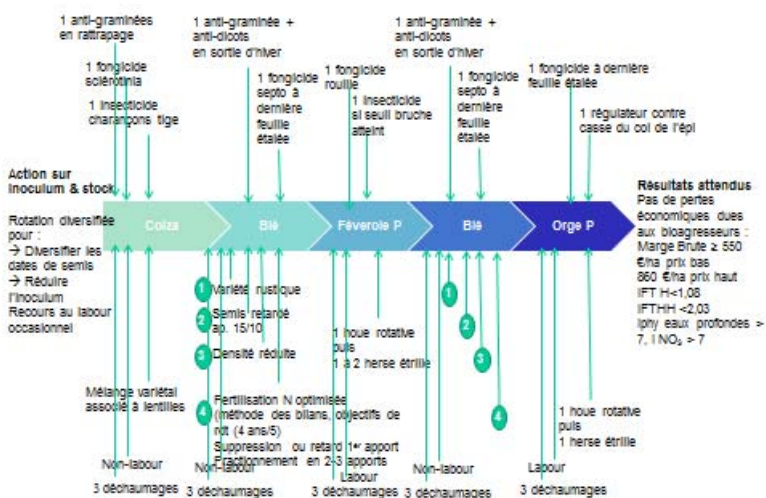


Figure 3 b : Extrait de la fiche descriptive de l'expérimentation conduite au lycée agricole de Brie Comte Robert par la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne et du système de culture testé

La pression en produits phytosanitaires est faible : l'IFT total est de 1,74 dont un IFT herbicide de 0,54. Le risque de pertes de pesticides dans les eaux superficielles et profondes est faible, avec des valeurs lphy respectivement de 9,68 et 9,04. La dose d'azote moyenne sur le système de culture est de 81 kg/ha/an, contre 134 kg/ha/an dans le système de référence.

Au niveau agronomique, on observe globalement une bonne maîtrise des bioagresseurs : l'enherbement en adventices ne se dégrade pas, même s'il y a une vigilance sur les chardons ; des dégâts visuels de maladies peuvent être observés sans toutefois aller jusqu'au dommage de récolte avec perte de rendement ; idem pour les ravageurs.

. Le système de culture de Brie-Comte-Robert 77 atteint les résultats techniques de 45 q/ha en colza, 88 q/ha en blé, 49 q/ha en féverole de printemps, 66 q/ha en orge de printemps et une qualité de la production satisfaisant les critères des filières concernées.

Au niveau des performances environnementales, la consommation et l'efficacité énergétique sont moyennes avec respectivement 7,25 et 11,7 (pour 1 MJ/ha/an introduit, le système de culture produit 11,7 MJ/ha/an). La marge semi-nette¹ moyenne du système de culture est estimée à 786 €/ha/an.

Ce système de culture apparaît globalement performant au vu de l'analyse globale de ses résultats agronomiques, techniques, économiques et environnementaux.

Cultures	unités	Moyenne sur le système de culture
Critères		
Marge semi-nette	€/ha	786
Risque de toxicité phytosanitaire pour les travailleurs ²		1.12
Consommation énergétique	Note sur 10	7,25
Efficacité énergétique		11,7
IFT Herbicides		0,54
IFT Fongicides		0,80
IFT Insecticides		0,40
Pertes de pesticides (eaux profondes)	Note sur 10	9,04
Pertes de pesticides (eaux de surface)	Note sur 10	9,68
Pertes de pesticides (air)	Note sur 10	9,34
Pertes de NO ₃	kg N/ha	9

Tableau 1 : Performances du système de culture testé à Brie-Comte-Robert 77

¹ Marge semi-nette : produit brut + aides directes de la PAC – charges opérationnelles liées aux semences, phytosanitaires et fertilisants, au carburant consommé et à une éventuelle main d'œuvre occasionnelle

² (IFT des produits classés T, T+, Xn)

1.3. Développement du réseau d'expérimentation « systèmes » dans le RMT SdCi et plus largement ...

Un certain engouement pour l'expérimentation « systèmes » s'est ainsi développé en France, lié aux motivations pour la production intégrée (Viaux, 1999), à l'expérience réussie du réseau « Blés rustiques », au Grenelle de l'Environnement, La dynamique impulsée ainsi que les problématiques nouvelles auxquelles sont confrontés les acteurs ont largement contribué à l'élargissement du réseau dans le cadre du réseau expérimental du RMT Systèmes de culture innovants. Ainsi, en 2012, il comprend 70 systèmes de culture testés dans 45 dispositifs expérimentaux (Figure 4). Le réseau s'est en particulier renforcé avec les dispositifs de Mirecourt 88 en Lorraine, de Vesoul 70 en Franche-Comté, Miermaigne 28, Angeray 36, Henrichemont 18 en région Centre, de Crécom 22 et Kerguenec 56 en Bretagne, de Rouffac 68, Niederentzen 68, Mutzenheim 68 en Alsace sur la période 2008-2010 ; Lamotte 31, Rabastens 31, Mazères 09, Larreule 65 en Midi-Pyrénées, Arras 62 dans le Nord-Pas-de-Calais sur la période 2011-2012.

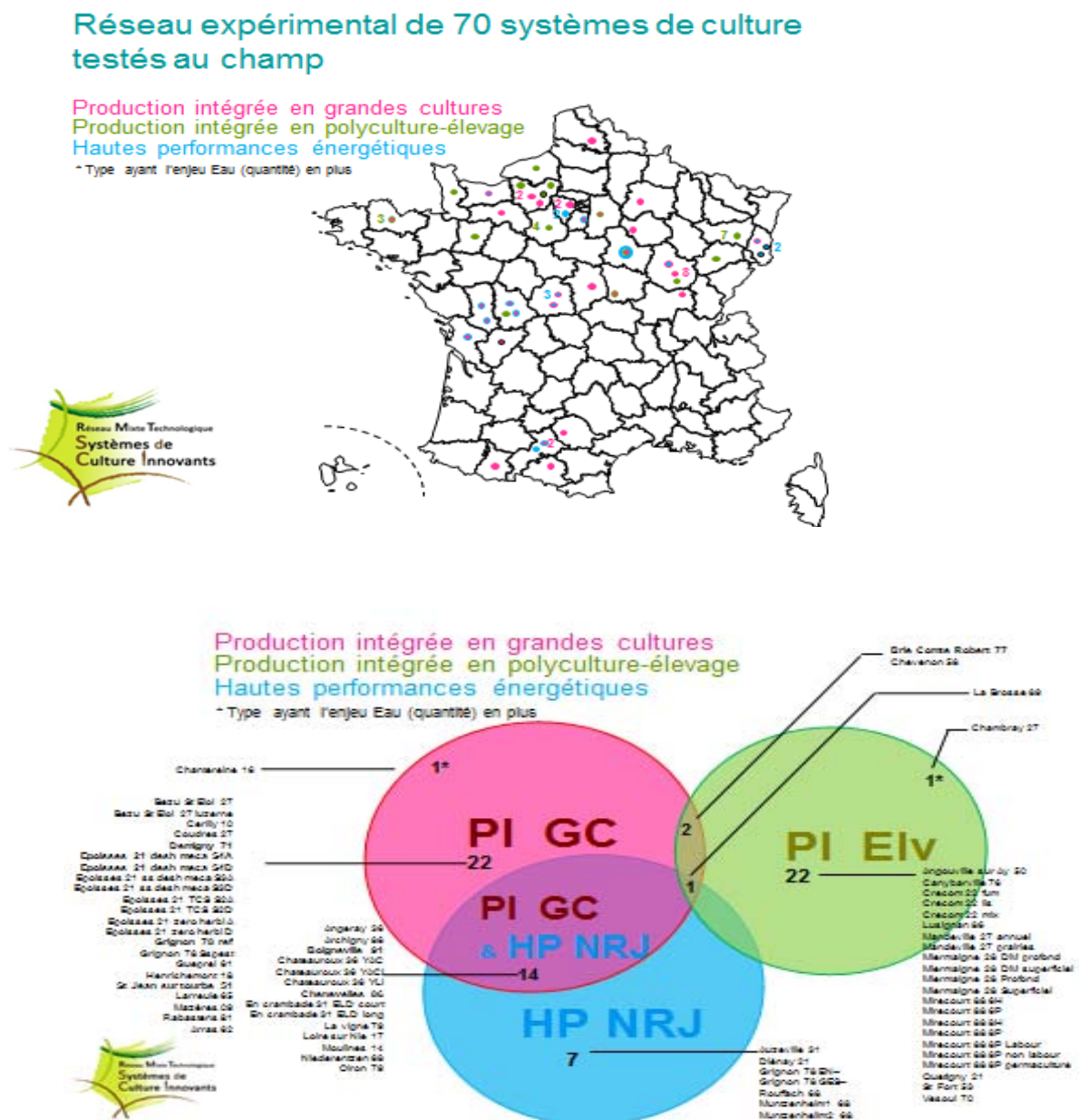


Figure 4 : Carte de répartition des sites expérimentaux du RMT Systèmes de culture innovants en 2012

La description sous une forme homogène et partagée des dispositifs et des systèmes de culture testés constitue également une réussite du réseau à plusieurs titres. D'abord, cela a permis de travailler au développement d'une culture et d'un langage commun en matière de systèmes de culture et d'expérimentation « systèmes ». Ensuite, cela a facilité les échanges et la communication sur les systèmes étudiés au sein du réseau et également pour la communication externe. Toutefois, ce chantier demande à être poursuivi : pour produire demain une présentation complète et synthétique des systèmes de culture testés dans le réseau, ainsi que des ressources utiles pour l'action, par exemple à l'aide de schémas décisionnels de systèmes de culture innovants (Le Gal *et al.*, 2009 ; Reau *et al.*, 2010b ; Reau *et al.*, 2011).

Sur la période 2008-2010, l'analyse des résultats et performances de l'ensemble des systèmes du réseau expérimental n'a pu être réalisée que de manière très partielle. Ce travail s'est heurté à plusieurs écueils et limites. Pour faire l'analyse d'une expérimentation « système », il est nécessaire d'avoir réalisé au moins un cycle de la rotation : ceci n'a pu être réalisé dans aucun des dispositifs sur la durée des trois ans du projet. Ensuite, les résultats permettant de connaître les performances des systèmes de culture ont été livrés trop tardivement par les expérimentateurs pour être traités dans le programme et ont été retardés par des questions d'outillage. Le chantier prioritaire pour la suite est maintenant l'analyse des résultats et performances de durabilité des systèmes de culture étudiés, au niveau de chaque système et de manière transversale pour des systèmes d'une même classe de la typologie du RMT Systèmes de culture innovants, en vue de **produire des références et ressources utiles pour l'action, la conseil, la formation et la recherche** (Deytieux *et al.*, 2012) et de les valoriser et communiquer auprès des agriculteurs, conseillers, expérimentateurs, formateurs, étudiants, chercheurs,

2. Développement d'un réseau de compétences en conception – évaluation

En 2005-2006, une première série de chercheurs, ingénieurs de la R&D et conseillers se sont initiés à la conception de systèmes de culture en atelier dans le cadre d'un programme ADAR Faisabilité de mise en œuvre de systèmes de culture innovants. Ces ateliers avaient pour objectifs de concevoir des systèmes de culture permettant d'améliorer la qualité de l'eau (phytosanitaires et nitrates), les performances énergétiques et enfin la fertilité des sols.

Dans le cadre de ce programme, l'activité de conception de systèmes de culture, jusque-là initiée avec des expérimentateurs, des chercheurs, des conseillers s'est développée dans deux directions :

- l'élargissement de cette activité de conception aux agriculteurs par le groupe STEPHY - STratégies de protection des cultures Economes en produits PHYtosanitaires – démarré sous l'égide du CORPEN. Ceci a permis de tester et finaliser une démarche et d'éditer un « guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en phytosanitaires – Application aux systèmes de polyculture », plus communément appelé guide « STEPHY » (Attoumani-Ronceux *et al.*, 2011) ;
- la poursuite des ateliers de conception dans le cadre du RMT Systèmes de culture innovants, avec une deuxième série d'ateliers, ainsi que l'essaimage de cette activité à partir des personnes déjà initiées. Grâce à l'expérience acquise par les acteurs ayant acquis de l'assurance dans ces ateliers, certains ont reproduit, testé, adapté et développé cette activité de prototypage dans d'autres situations qui ont fait l'objet d'une analyse et d'une synthèse comme l'a décrit Monnot (2011).

2.1. Une démarche de conception de systèmes de culture

Pour répondre à la demande d'exploration de (nouveaux) enjeux, quatre nouveaux ateliers de conception ont été mis en place entre 2008 et 2011 (Reau *et al.*, 2012), selon la boucle de prototypage virtuel finalisée sur l'expérimentation (Figure 5).

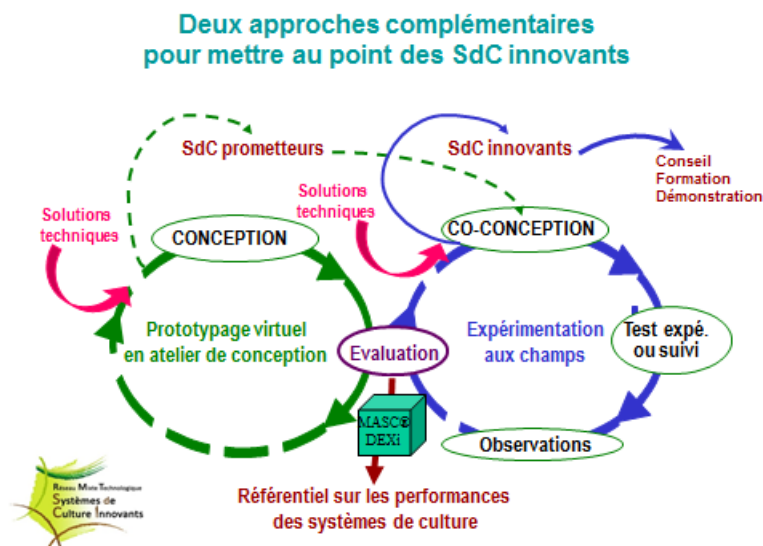


Figure 5 : Les deux étapes complémentaires de conception - évaluation de systèmes de culture : le prototypage virtuel en atelier de conception et l'expérimentation au champ (d'après Lançon et al., 2008)

Ces ateliers réalisés dans le cadre du CASDAR 7103 et du RMT Systèmes de culture innovants ont eu pour objectifs de :

- concevoir des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires intégrant la maîtrise des bioagresseurs : atelier animé par André Chabert (ACTA),
- concevoir des systèmes de culture efficaces en matière d'énergie et de gaz à effet de serre, atelier animé par Perrine Dumas (CETIOM) puis Anne Schaub (ARAA),
- concevoir des systèmes de culture favorisant la biodiversité, atelier animé par Christian Bockstaller (INRA),
- concevoir des systèmes de culture par rapport à la gestion quantitative de l'eau, atelier animé par Claudine Ferrane (Chambre d'Agriculture de Charente).

La démarche de conception – évaluation utilisée dans ces ateliers s'est déroulée en six phases successives :

1. définition du cadre d'objectifs et de contraintes,
2. définition des résultats visés par la conception,
3. partage des connaissances et d'inventaire des techniques ayant un effet sur les enjeux visés,
4. description du système de culture actuel,
5. conception de systèmes de culture, avec d'abord une réflexion sur la succession culturale et l'opportunité d'introduction de nouvelles cultures, puis une réflexion sur les techniques, ainsi que sur leurs combinaisons, suivie d'une description fine des systèmes de culture imaginés,
6. évaluation des systèmes de culture imaginés par rapport aux résultats attendus puis par rapport aux performances économiques, environnementales et sociales de la durabilité, grâce à l'évaluation multicritère réalisée à l'aide de MASC® 1.0 (Sadok *et al.*, 2008, 2009).

Au cours de ces ateliers de conception, 45 systèmes de culture ont été conçus, dont 19 par l'atelier énergie et gaz à effet de serre, six par l'atelier bioagresseur, cinq par l'atelier biodiversité. Un exemple de systèmes de culture efficaces en énergie est présenté en 2.2. Concernant l'atelier sur la gestion quantitative de l'eau, celui-ci s'est arrêté au bout de trois réunions, en l'absence de diagnostic partagé et d'une motivation réelle de travailler sur cet enjeu.

Dans cette démarche, plusieurs moments clés ont été identifiés.

Ainsi, la phase de définition du cadre d'objectifs et de contraintes est importante dans la mesure où elle permet d'explicitier et de comprendre les enjeux et les problématiques globales et locales.

Ensuite, une phase cruciale est celle du partage de connaissances et d'inventaire des techniques ayant un effet sur les enjeux visés. C'est en effet l'occasion d'identifier les techniques et règles de décision qui vont avoir un impact positif ou négatif par rapport à l'enjeu étudié, mais c'est aussi et surtout l'occasion de confronter les points de vue et expériences des différents acteurs de la recherche, du développement et de la formation qui participent à l'atelier. Un langage commun se développe alors avec le partage d'un vocabulaire qui facilitera la communication et la conception au cours de l'atelier. De même, à partir de l'expertise et des compétences propres de chaque participant à l'atelier, il se joue aussi un apprentissage collectif des connaissances et techniques et un élargissement de l'espace des connaissances. Ceci tient autant aux relations permises par l'atelier, grâce à l'animation, que par la nature des savoirs élaborés (Hatchuel *et al.*, 2002).

Pour renforcer la phase de conception, Agro-PEPS, prototype d'outil web collaboratif d'informations techniques et d'échanges (Ballot *et al.*, 2011 ; Soullignac, 2012) constitue un moyen d'identifier des techniques mobilisables pour la conception de systèmes de culture plus durables, complémentaires de celles connues au sein de l'atelier.

Pour finir la boucle de conception, l'étape d'évaluation est aussi déterminante, dans la mesure où elle permet au collectif de l'atelier d'apprécier l'atteinte ou non par les systèmes de culture imaginés des résultats visés, ce qui constitue une première évaluation du système. Pour cette étape à part entière, des compétences en évaluation ont été mobilisées, les concepteurs ne disposant pas forcément de ces compétences et/ou n'ayant pas forcément le temps nécessaire. Ces compétences spécifiques en évaluation ont permis de mobiliser la chaîne opérationnelle du RMT Systèmes de culture innovants de caractérisation avec CRITER (Fortino *et al.*, 2010) et d'évaluation multicritère à l'aide du modèle MASC® 1.0. (Sadok *et al.*, 2008, 2009) comme suit : une conversion des critères quantitatifs en critères qualitatifs, puis agrégation des critères selon l'arbre hiérarchique MASC en fonction des préférences définies. L'évaluateur n'étant pas partie prenante de la conception, il peut mieux contribuer à animer la discussion sur les préférences et *in fine* sur l'évaluation.

2.2. Exemple de système de culture prometteur issu de l'atelier énergie et émissions de gaz à effet de serre

L'atelier de conception « énergie et gaz à effet de serre » a fonctionné de 2008 à 2011. L'objectif de l'atelier était de concevoir des systèmes de culture performants des points de vue de l'énergie et des gaz à effet de serre (GES), pour les contextes pédoclimatiques de Normandie, Alsace et Bourgogne.

Dans l'exemple de la Normandie en exploitation de polyculture-élevage laitier, le système actuel étudié est basé sur une rotation Maïs-Blé en labour, destiné à la constitution de stocks fourragers, à l'autoconsommation pour les céréales et à la production de pailles pour la litière des vaches laitières (Figure 6a).

Dans le cadre de l'atelier, les objectifs et résultats attendus du système de culture sont :

- une efficacité énergétique³>31,5,

³ L'efficacité énergétique représente la capacité du système de culture à produire de l'énergie grâce à la capture de l'énergie solaire. Elle est calculée en divisant la production énergétique par la consommation énergétique du système de culture.

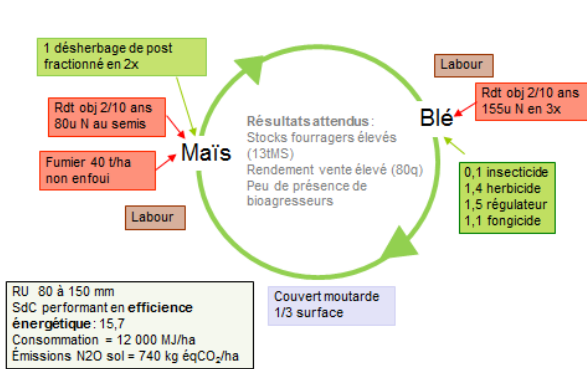
- une consommation énergétique < 6 GJ/ha/an, soit la moitié de la consommation du système actuel, des émissions de gaz à effet de serre < 740 kg éq CO₂/ha. Un des systèmes de culture imaginés dans l'atelier de conception est ici une succession Maïs – Blé – Méteil (Triticale + Pois) ensilé suivi en dérobée d'un mélange ray-grass d'Italie et trèfle (Figure 6b).

Figure 6a : Système de culture actuel basé sur une rotation Maïs – Blé en labour, en Normandie

Figure 6b : Système de culture basé sur une rotation Maïs – Blé en labour Maïs – Blé – Méteil (Triticale + Pois) ensilé suivi en dérobée d'un mélange ray-grass d'Italie et trèfle, en Normandie.

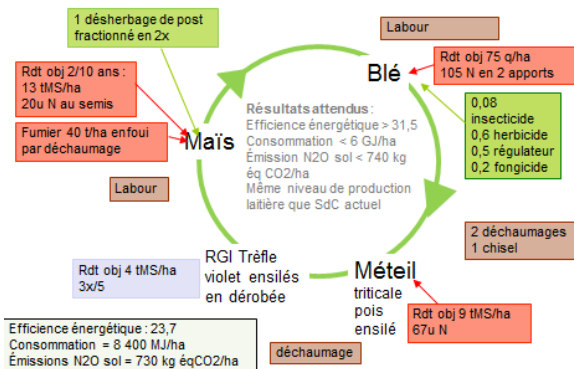
SdC actuel « Maïs ensilage – Blé labour et fumier »

Localisation : Normandie – Extension Nord France Système lait.



SdCi « Maïs - Blé - Méteil puis rgi/trèfle en dérobée, labour, fumier »

Localisation : Normandie – Extension Nord France Système lait.



L'évaluation multicritère du système « Maïs – Blé – Méteil suivi Ray-grass d'Italie + Trèfle en dérobée »⁴ étudié présente ainsi (Tableau 2) :

- des performances économiques jugées « très élevées », avec par exemple une marge semi-nette de 785 €/ha/an,
- des performances environnementales globales jugées « très élevées », avec une efficacité énergétique de 23, une consommation énergétique de 7,3 GJ/ha/an (intéressantes, même si en deçà des résultats visés), une pression et un risque d'impact des phytosanitaires sur le milieu faible, un risque de lessivage de nitrates réduit.

⁴ Le système de culture a fait l'objet d'une évaluation multicritère avec le modèle MASC® 1.0. selon un arbre de hiérarchisation revu suite aux discussions sur les préférences des acteurs de l'atelier. Pour l'atelier « énergie-GES », l'arbre standard a été revu comme suit : émissions N₂O (60 % au lieu de 40 %), efficacité énergie (60 % au lieu de 50 %), émissions air (40 % au lieu de 20 %) et qualité sol (40 % au lieu de 20 %), pression énergie (60 % au lieu de 40 %), pression sur les ressources (40 % au lieu de 30 %) et sur la biodiversité (20 % au lieu de 30 %), rentabilité (60 % au lieu de 45 %) et autonomie (20 % au lieu de 35 %).

785,53	4 / 4	Rentabilité			4 / 4	Durabilité Économique	4 / 5
100	3 / 3	Indépendance économique	4 / 4	Autonomie économique			
95,825	3 / 3	Efficiency économique					
faible	4 / 4	Besoin en matériel spécifique					
0	1 / 4	Contribution à l'emploi			3 / 4	Acceptabilité Sociale	
faible à très faible(+)	3 / 3	Pénibilité du travail			4 / 4		Difficultés opérationnelles
4,5	2 / 3	Nb cultures différentes dans la rotation	2 / 3	Complexité de mise en œuvre			
1	2 / 3	Nb opérations spécifiques au SdC					
0,475	3 / 4	Risque de toxicité phytosanitaire pour les travailleurs				Impact sur la qualité du milieu	Durabilité Totale
9,2	4 / 4	Eaux superficielles	4 / 4	Risque lié aux pesticides dans les eaux	3 / 4		
9,57	4 / 4	Eaux profondes				Risque de pollution de l'air	Durabilité Environnementale
0	4 / 4	Pertes de NO3			4 / 4		
moyen à élevé	2 / 4	Pertes de P				Qualité du sol	
3,814	4 / 4	Volatilisation de N-H			4 / 4		
0,882	4 / 4	Émissions de N2O				Qualité physique	2 / 4
9,796	4 / 4	Perte de pesticides dans l'air			2 / 4		
très défavorable(-)	1 / 3	Risque de tassement	1 / 3	Qualité physique		Qualité chimique	3 / 3
moyen	2 / 3	Aléa érosif			2 / 4		
6,257	2 / 3	Matière organique	2 / 3	Qualité chimique		Pression Eau	Pression sur les ressources
-4,617	3 / 3	Fertilité phosphorique			3 / 3		
0	3 / 3	Conso. eau d'irrigation en période critique			3 / 3	Pression Énergie	4 / 4
330,9	2 / 3	Demande en eau des cultures	3 / 3	Dépendance vis-à-vis de la ressource en eau			
0	3 / 3	Autonomie de la ressource			3 / 3	Pression Phosphore	4 / 4
7,3	3 / 3	Consommation en énergie					
23,66	3 / 3	Efficiency énergétique				Diversité des cultures	4 / 4
15,33	3 / 3	Pression Phosphore					
4,765	3 / 4	Diversité des cultures				Pression de traitements phytosanitaires	Conservation de la biodiversité
50	4 / 4	Proportion traitée de la succession			4 / 4		
0,083	3 / 3	IFT Insecticides	5 / 5	Nombre de doses homologuées			
0,2	3 / 3	IFT Fongicides					
0,647	3 / 3	IFT Herbicides					

Durabilité :				
très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
très faible	faible à moyenne	moyenne à élevée	très élevée	
faible	moyenne	élevée		

Tableau 2 : Résultats de l'évaluation multicritère de la durabilité du système de culture « Mais – Blé – Méteil suivi RGI + Trèfle en dérobée » selon le jeu de préférences standard de MASC® 1.0

Ce système de culture apparaît performant au vu de l'analyse globale de ses résultats économiques et environnementaux, et plus globalement, de sa contribution au développement durable. Il pourrait être un système prometteur à mettre en œuvre dans une expérimentation système afin de confirmer sa faisabilité, ses résultats techniques, comme ses performances économiques et environnementales.

2.3. Déploiement de la démarche de conception – évaluation dans d'autres programmes

La démarche de co-conception avec STEPHY a été depuis transmise par la formation associée au guide STEPHY. Plus de 1000 conseillers en ont fait l'apprentissage à l'occasion de formations spécifiques STEPHY, ou encore dans le cadre de la formation Certiphyto des conseillers dans le cadre d'Ecophyto 2018, comme dans l'opération DEPHYécophyto, ... dans le domaine de la grande culture et de la polyculture-élevage, mais aussi en viticulture, en productions légumières et horticoles, et en arboriculture. 300 agriculteurs ont également utilisé la démarche STEPHY pour chercher à améliorer leurs pratiques dans le cadre de formation à la production intégrée ou encore dans le cadre de DEPHYécophyto. Au niveau de l'enseignement, ce sont près de 80 enseignants et formateurs de l'enseignement secondaire et supérieur et 300 étudiants qui ont appris à concevoir des systèmes de culture.

Ce déploiement a été permis par la mobilisation d'une dizaine d'acteurs du RMT Systèmes de culture, qui avaient fait l'expérience de cette démarche dans les ateliers de conception. Toutefois, une partie des conseillers comme des enseignants formés ne se sont pas aujourd'hui lancés dans de nouveaux exercices de conception. Ceci mériterait d'être approfondi pour comprendre pourquoi certains reproduisent cette activité, pourquoi d'autres ne le font pas et quels sont les déterminants pour « oser » se lancer dans un atelier de conception.

L'adaptation de la démarche à d'autres filières a été facilitée par les expériences réussies en grande culture et polyculture-élevage avec le guide STEPHY, ainsi que par la capacité du concept de système

de culture (Sebillotte, 1990) à s'adapter à d'autres filières. L'impulsion du plan national ECOPHYTO a aussi permis d'éditer largement le guide STEPHY, puis un guide CEPVITI de co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires (Berthier *et al.*, 2012), ainsi qu'à préparer début 2012 l'adaptation de ce guide pour les systèmes légumiers et horticoles et, à l'automne 2012, pour les systèmes arboricoles.

La démarche de conception – évaluation en atelier a parfois servi pour initier des expérimentations, comme présenté dans la double boucle de la figure 5. Ce fut le cas dans l'atelier biodiversité qui a directement débouché sur un système de culture aujourd'hui expérimenté dans le réseau expérimental du RMT Systèmes de culture innovants à Loiré-sur-Nie 17 avec la Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime et la Chambre régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes.

Alors qu'elle était rarement pratiquée pour préparer les protocoles expérimentaux auparavant, l'activité de conception – évaluation tend maintenant à se généraliser, comme à l'INRA Lusignan avec la conception de systèmes fourragers innovants qui démarre en 2012 (Novak et al, 2012).

Même si les ateliers ont rarement débouché dans les années suivantes sur une expérimentation, la plupart des membres de ces ateliers sont sortis satisfaits de ces exercices de conception, prospectifs et peut-être surtout l'occasion d'échanger des connaissances entre pairs.

Finalement, grâce ou à cause de ces ateliers de conception, certains acteurs se sont lancés dans l'activité de conception dans le cadre de formation, dans la construction de systèmes à expérimenter, dans l'animation de groupes d'agriculteurs, ... Ceci a renouvelé les méthodes de travail, a permis au concept du « système de culture » d'être mobilisé plus largement dans la R&D et la formation. L'analyse de ces expériences passées et nouvelles réalisées par Monnot (2011) a permis de comprendre les différentes phases qui composent cette activité et d'identifier plus finement les différentes étapes pour garantir la réussite de ces ateliers (Figure 7) (Reau *et al.*, 2012) en mobilisant différents acteurs :

- l'animateur, pour la gestion des activités collectives, pour la distribution de la parole et des tâches à réaliser, avec une position de chef de projet ;
- le « sachant en connaissances exploratoires », pour proposer de nouvelles idées, pistes, concepts agronomiques, techniques, références, ... ;
- le « sachant en connaissances localisées », pour apporter les connaissances sur les systèmes de culture actuels dans les contextes étudiés, sur les pratiques agricoles nouvelles proposées, leurs résultats techniques et leur faisabilité ;
- le « meneur de changement », pour sa capacité à proposer des idées nouvelles et à entraîner le collectif à en explorer d'autres ;
- l'« opérateur de l'évaluation », qui réalise l'évaluation des performances à partir des descriptions de systèmes de culture innovants et actuels, par la présentation et la discussion des résultats et performances de durabilité.

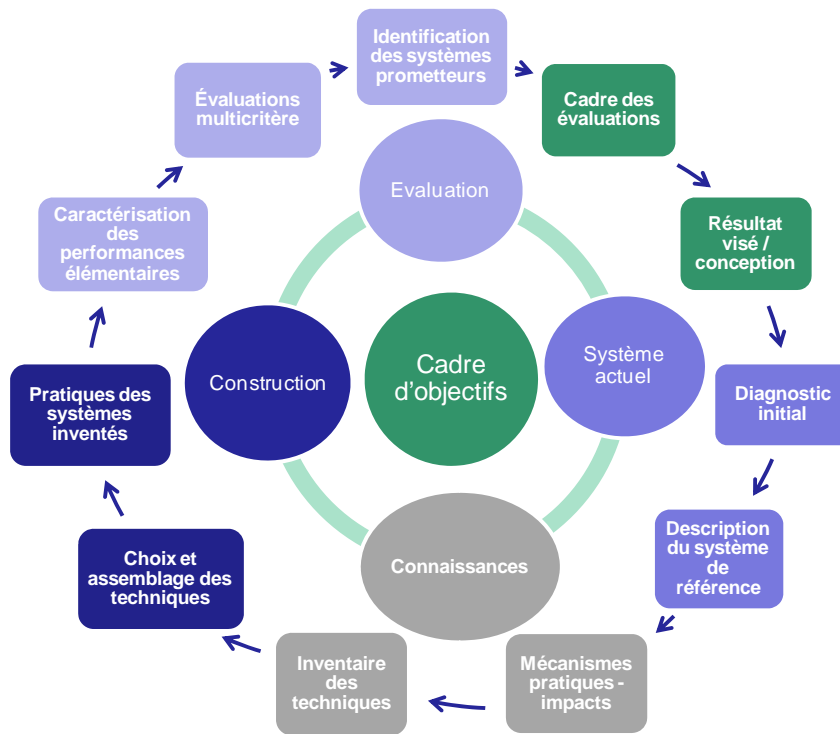


Figure 7 : Les étapes de l'activité des ateliers de conception (Reau *et al.*, 2012)

Aujourd'hui, le déploiement de cette activité porte surtout sur la conception. Ces différentes étapes pourraient être mobilisées pour la préparation et la réalisation des futurs ateliers de conception, ce qui permettrait de mieux garantir leurs réussites, de mieux anticiper sur la composition des collectifs et de les animer plus efficacement, ... pour contribuer au développement de la conception, renforcer l'évaluation ou encore la mise en œuvre des systèmes issus des ateliers sur le terrain.

3. Développement d'un réseau de compétences en accompagnement des agriculteurs dans la transition vers le développement durable

Les conseillers, dans leur métier, doivent, aujourd'hui, encore plus qu'hier, intégrer et répondre à de nouvelles demandes des agriculteurs, des enjeux locaux et de développement durable, des demandes de la société, de nouveaux contextes comme dans les bassins d'alimentation de captage. Cet état de faits modifie, bouscule, remet en cause le conseil ou au moins le questionner dans ses différentes dimensions que sont l'expertise technique, la relation d'accompagnement agriculteur – conseiller, l'économie, toutes trois conditionnant la possibilité de « délivrer un avis sur ce qu'il convient de faire » (Cerf *et al.*, 2009). Ceci peut également les confronter à des ruptures par rapport à leurs pratiques habituelles dans leurs connaissances, dans leur identité, dans leur cadre d'action, dans les objectifs donnés à leurs missions, dans leurs mandats (Cerf *et al.*, 2010 ; Petit *et al.*, 2010). Ces situations de travail peuvent mobiliser les routines dans les façons de faire et d'interagir avec les agriculteurs ou bien les faire évoluer ou encore les remettre en cause, avec des réussites et des échecs.

3.1. Analyser les situations de conseil pour développer des compétences en accompagnement des agriculteurs

Pour améliorer ses pratiques ou encore les renouveler, une analyse réflexive des situations de conseil pour accompagner le changement a été expérimentée dans le programme CASDAR 7103 et le RMT Systèmes de culture innovants. Ainsi une formation - action intitulée « Développer des compétences

d'accompagnement des agriculteurs » a été conçue et réalisée sur la période 2008 – 2010 (Cerf *et al.*, 2010 ; Petit *et al.*, 2010 ; Cerf *et al.*, 2012). Elle a rassemblé l'expérience de huit conseillers de Chambres d'Agriculture, d'un ingénieur d'AgroTransfert et a bénéficié de l'appui de deux chercheurs en ergonomie, d'un chercheur en didactique professionnelle, d'un conseiller ayant développé une pratique de conseil en production intégrée et d'un ingénieur régional chargé de coordonner et animer les actions de R&D en grandes cultures. Ce dispositif comprenait deux parties : la première pour reconfigurer l'activité de conseil à partir de l'analyse des situations de conseil, la seconde pour formaliser ce qui a été compris des situations de changement de conseil par les conseillers. Ainsi, la formation a consisté à (i) mettre l'expérience des conseillers « en travail » pour expliciter, comprendre et échanger sur les façons de faire le conseil, (ii) organiser une analyse en « miroir » pour comprendre et analyser les réussites et surtout les difficultés rencontrées dans l'accompagnement des agriculteurs, (iii) construire les bases d'une pratique recomposée pour agir efficacement. Ceci a été réalisé en s'appuyant sur différentes expériences de conseil : le tour de plaine en raisonné, le tour de plaine en intégré, la rédaction d'un bulletin technique, les réunions (selon les répertoires d'action en entonnoir, par coopération, à partir de l'exemple vécu, par co-construction, ...), le conseil dans un bassin d'alimentation de captage par exemple (Petit *et al.*, 2010 ; Guillot *et al.*, à paraître).

Les différentes expériences de conseil analysées dans les programmes CASDAR 7103 et également 9068 « Conseillers demain » ont ainsi permis de se représenter l'activité des conseillers pour préparer, réaliser et évaluer les interactions avec les agriculteurs à partir des notions clés présentées en Figure 8.

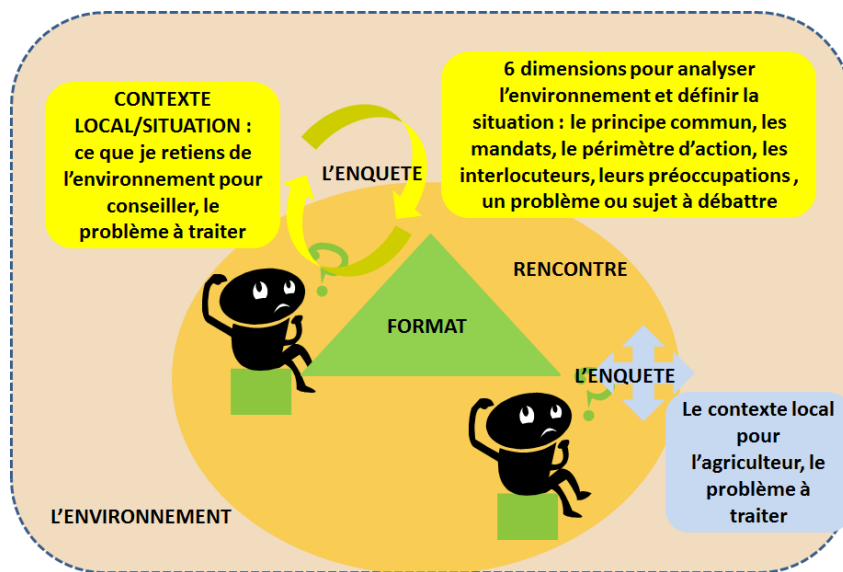


Figure 8 : Notions clés pour représenter l'activité des conseillers et animateurs (Cerf *et al.*, 2012)

A partir du diagnostic des situations et d'une analyse réflexive permise par l'échange au sein du groupe, des propositions d'action pour atteindre les objectifs visés ont été envisagées, par exemple par un changement de posture du conseiller (pour qu'il soit animateur plutôt qu'expert), par la mobilisation d'autres répertoires d'action, par la construction de nouveaux cadres d'action, par la mobilisation de nouvelles ressources, ...

A partir de l'expérience de la formation – action et pour capitaliser sur cette démarche d'analyse réflexive des situations de conseil, l'Agroconseil (contraction entre agronomie et conseil) ou vademecum du conseiller et de l'animateur en agronomie a été conçu et élaboré dans le cadre du RMT Systèmes de culture innovants. Ce vademecum a pour objectifs, dans des dispositifs d'échanges entre conseillers (en binômes ou en groupe), de :

- faire un diagnostic de l'activité de conseil,

- analyser cette activité de conseil,
- élaborer un plan d'actions pour améliorer ou renouveler la pratique du conseil, préciser les mandats donnés aux conseillers, développer le cas échéant de (nouveaux) services de conseil.

La démarche d'analyse réflexive proposée dans le vademecum Agroseil se déroule en quatre étapes, qui consistent pour le conseiller à :

- Etape 1 : identifier ses activités de conseil,
- Etape 2 : décrire ses activités de conseil pour mieux les comprendre, Etape 3 : analyser ses activités, par l'échange et un travail en « miroir » entre 2 conseillers ou au sein d'un groupe de conseillers,
- Etape 4 : identifier des pistes de progrès et d'actions, pour améliorer voire renouveler ses pratiques de conseil.

Ce vademecum Agroseil du conseiller et de l'animateur en agronomie est en cours de finalisation pour une édition fin 2012 (Cerf *et al.*, à paraître) par le RMT Systèmes de culture innovants.

3.2. Application avec le tour de plaine en interculture, le tour de plaine en intégré à l'aide du vademecum 'Agroseil

Le tour de plaine est une activité fréquemment mobilisée par les conseillers en grandes cultures avec leurs groupes de développement agricole. A l'occasion des tours de plaine, le conseiller assure tout au long de la campagne culturale un appui technique. Ce conseil généralement réalisé « à chaud » (Guillot *et al.*, 2010 ; Petit *et al.*, 2010) permet de répondre aux questions du moment des agriculteurs, juste avant des interventions culturales, en s'appuyant sur les connaissances du conseiller, la technique, les expérimentations et les expériences du groupe, dans le cadre d'une activité de groupe. Toutefois, le tour de plaine ne semble pas forcément toujours adapté pour apporter un conseil technique visant à améliorer les performances économiques et environnementales (Guillot *et al.*, à paraître).

Pour répondre à cette demande nouvelle et revisiter les activités de conseil habituelles, un tour de plaine a été réalisé au mois de novembre, période de l'année qui ne correspond pas à la période habituelle des tours de plaine. Le groupe de conseillers a été « lâché » sur deux parcelles cultivées avec pour consignes d'observer et de décrire la parcelle et ses caractéristiques (Petit *et al.*, 2010). Les conseillers ont ainsi :

- recherché des indices (ronds de chardons, de gaillets, passage de déchaumeur, ...),
- appréhendé différentes dimensions de la parcelle cultivée (spatiale du paysage, temporelle avec l'historique agronomique de la parcelle, économique par rapport aux objectifs visés pour l'exploitation, humaine par rapport aux objectifs que l'agriculteur recherchait, ...),
- qualifié leurs ressentis sur les parcelles, comme « parcelle chaotique » à l'opposé de la « belle parcelle ».

De cet exercice d'observation « anodin » et pourtant « décalé », plusieurs réflexions ont émergé (i) sur la façon de valoriser les situations rencontrées pour construire des ressources nouvelles à mobiliser dans l'action avec les agriculteurs, (ii) sur la manière dont cette situation d'observation « décalée » peut aider à construire un diagnostic et à travailler avec les agriculteurs sur leurs systèmes de culture et non pas seulement sur la conduite « à chaud » en temps réel.

A partir de cette première expérience, un conseiller s'est lancé dans la réalisation d'un tour de plaine en production intégrée avec des agriculteurs demandeurs d'un conseil technico-économique et environnemental. Pour préparer, réaliser et analyser cette nouvelle activité, il s'est appuyé sur la démarche proposée dans l'Agroseil, comme suit :

Activité	Réaliser un tour de plaine en intégré avec un groupes d'agriculteurs en MAE
Principe commun	Produire en limitant la pression polluante par des pratiques respectueuses de l'environnement
Mandat donné au conseiller	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Apporter un conseil technique pour optimiser les performances économiques et environnementales des cultures (et des systèmes de culture) ▶ Expérimenter d'autres formes de conseil
Public	Un groupe de quatre agriculteurs volontaires et engagés dans une MAE ⁵
Lieu, date Position dans le cadre d'action	La cour, la salle à manger puis les champs de l'agriculteur qui a proposé de recevoir le groupe. Séance de 3 heures 30
But	Animer et accompagner le groupe d'agriculteurs avec des règles de décision définies selon les nouveaux objectifs et résultats attendus, avec une prise de risque différente par rapport au tour de plaine en raisonné, en fonction de l'analyse de la situation, de l'expertise du conseiller, de l'expérience des agriculteurs, des références et connaissances disponibles
Que savent-ils ?	Les agriculteurs ont engagé une partie de leurs terres dans une MAE, sur lesquelles ils doivent réduire l'usage des intrants. Ils savent raisonner les itinéraires techniques de leurs cultures.
Que veulent-ils ?	Les agriculteurs viennent pour un conseil basé sur le raisonnement de leurs systèmes de culture pour améliorer leurs performances économiques et environnementales et respectant le cahier des charges de la MAE.
Ce que le conseiller donne à voir	<p><u>Avant la réunion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Une invitation au tour de plaine envoyée par courrier pour confirmer la réunion – Un document appelé « Tour de plaine en intégré » préparé par le conseiller et distribué au démarrage de la réunion <p><u>Pendant la réunion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Une introduction pour expliquer l'origine, les objectifs et les enjeux de cette réunion, ainsi que ses objectifs en tant que conseiller (voir « But ») – Une animation et intervention invitant les agriculteurs à raisonner par rapport aux résultats attendus et aux conditions de prise de risque, en s'appuyant sur le document⁶ « Tour de plaine en intégré », en utilisant l'indicateur de pression IFT (Indice de Fréquence de Traitement) pour discuter des risques pris, et aussi des résultats d'essais conduits en intégrés, ainsi que le cahier des charges MAE <p><u>Après la réunion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Une proposition d'accompagnement individuel, l'envoi d'un flash technique « Agriculture intégrée »
Ce qui est à travailler	Co-construire des règles de décision avec une prise de risque nouvelle par rapport aux nouveaux objectifs et résultats visés (et différente du tour de plaine en raisonné).

Tableau 3 : Exemple de préparation d'un tour de plaine en intégré, réalisé à l'aide de l'Agroconseil

⁵ Mesure agro-environnementale

⁶ Le document « Tour de plaine en intégré » a été préparé par le conseiller et distribué au démarrage de la réunion.

La réalisation de ce tour de plaine en intégré s'est finalement passé différemment de ce qui était prévu. L'habitude de la pratique du tour de plaine en raisonné a entraîné les agriculteurs et le conseiller dans le jeu des questions / réponses de ce qu'il faut faire dans l'actualité « à chaud » de la campagne. Une partie de l'intervention a pu être orientée sur la question des risques, l'autre partie a consisté à renvoyer sur le flash technique pour répondre aux questions.

Même si cette activité de tour de plaine en intégré est qualifiée de positive par le conseiller avec la demande d'un nouveau tour de plaine, celui-ci a remobilisé le vademecum Agroseil pour faire un diagnostic précis de cette réunion et envisager des pistes de progrès et d'amélioration.

3.3. Développement d'un réseau de conseillers

D'autres conseillers en charge d'accompagner le changement dans la transition vers des systèmes de culture plus durables ont utilisé et testé le vademecum Agroseil, au-delà du groupe de conseillers initial. Cet élargissement a eu plusieurs origines : des contacts et questions de conseillers pour mieux s'en sortir dans certaines de leurs activités, comme dans l'animation de groupes de développement, dans les bassins d'alimentation de captage (où le conseiller doit faire face aux agriculteurs mais aussi à d'autres publics comme les collectivités, les responsables professionnels de la Chambre, les organismes stockeurs, l'Agence de l'Eau, ...); des réflexions sur l'évolution du métier de conseillers agricoles, avec l'opportunité de le mettre à disposition du programme CASDAR 9068 « Conseillers demain »; enfin, une demande d'appui à l'analyse de ses pratiques faite par un conseiller dans un autre domaine que l'agriculture.

De plus, la formation continue du GIS Relance Agronomique « Conseiller demain »⁷ mobilise aujourd'hui cette démarche d'analyse réflexive et le vademecum Agroseil, ainsi que d'autres apports méthodologiques du changement. Dans ce cadre, il s'agit de faire réfléchir les stagiaires sur ce qu'est leur métier de conseiller agricole et d'analyser leurs activités professionnelles, en vue de les outiller pour mieux faire face à la diversité des situations, s'y ajuster, mieux articuler les activités dans le temps, évaluer l'efficacité de leur action, se donner des critères pour évaluer la dynamique de changement.

Par la formation et par la pratique d'analyse réflexive sur le métier sous réserve que celle-ci soit permise par les responsables des conseillers avec des dispositifs d'échanges adaptés, du temps dédié, ..., il s'agit de professionnaliser les agents, ainsi que le conseil auprès des agriculteurs, mais aussi de développer un réseau de conseillers accompagnant la transition vers des systèmes de culture plus durables.

Conclusion

Depuis 2008, une nouvelle génération de réseau expérimental et de réseau de compétences s'est développée et a essaimé au-delà du programme CASDAR 7103 dans la dynamique du RMT Systèmes de culture innovants et plus largement.

Le réseau expérimental de systèmes de culture innovants s'est ainsi structuré et élargi à 70 systèmes de culture testés dans 45 dispositifs expérimentaux de la recherche, du développement et de la formation, en stations expérimentales, en parcelles d'exploitations d'agriculteurs et de lycées agricoles. Ceci a été grandement facilité par les ressources produites, ainsi que par l'apprentissage de différents savoir-faire en matière d'expérimentation « système ». De nouveaux chantiers s'ouvrent en particulier

⁷ <http://www.gis-relance-agronomie.fr/Axe-Formation/Conseiller-demain-en-agronomie>

avec l'analyse transversale des systèmes de culture ayant des objectifs communs, en vue d'en produire des ressources pour l'action, le conseil et la formation.

La démarche de conception – évaluation de systèmes de culture innovants modifie profondément les activités de conception, comme celle d'évaluation. Pour la conception, c'est une ouverture nouvelle aux champs du possible à laquelle on assiste. La généricité de cette démarche et l'adaptation du concept de système de culture ont permis un déploiement à d'autres filières comme en systèmes légumiers et horticoles, viticoles (Berthier *et al.*, 2011), arboricoles et à de nouveaux contextes. Pour l'évaluation et au-delà des méthodes et des outils, ces ateliers ont été l'occasion de mettre la question de l'évaluation en débat. Le développement de savoir-faire en conception et en évaluation sera déterminant pour permettre leur utilisation en routine par les chercheurs, par les conseillers et ingénieurs de la R&D, ainsi que par les formateurs.

Pour mieux accompagner le changement vers des systèmes de culture innovants par les conseillers, la démarche d'analyse réflexive proposée dans le vademecum Agroseil a permis de construire de nouvelles activités, de faire l'apprentissage de nouvelles compétences et de repenser le conseil en fonction des situations et de leurs articulations. Le nouveau réseau de conseillers amorcé ici devrait être une ressource et une force pour chaque conseiller et pour faire face efficacement et avec plaisir dans le travail aux (nouvelles) demandes. Plus concrètement, ceci a déjà permis de renouveler le travail d'animation et de conseil dans certains terrains (Paravano *et al.*, 2010).

Le développement d'un réseau de compétences en expérimentation « systèmes », en conception – évaluation, ainsi qu'en accompagnement dans la transition vers des systèmes plus durables dépendra de la capacité à renouveler et décloisonner encore plus le dispositif de formation, de développement et de recherche ... pour contribuer sur l'ensemble des territoires au développement d'une agriculture innovante et plus durable avec les agriculteurs ...

Remerciements

- Serge LATROY (CRA Bourgogne),
- Perrine DUMANS (CETIOM), Christian BOCKSTALLER (INRA), André CHABERT (ACTA), qui ont animé les groupes de conception de systèmes de culture,
- Didier AGEZ (Chambre d'Agriculture de la Nièvre), Frédérique ANGEVIN (INRA), Eric BARATON (Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres), Marie-Hélène BERNICOT (INRA), Jacques-Eric BERGEZ (INRA), Aurélie BLONDON (Chambre d'Agriculture de l'Yonne), Emmanuel BONNIN (Chambre d'Agriculture de la Nièvre), Patrick BOUCHENY (Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres), Michel CARIOLLE (Institut Technique de la Betterave), Gérard CATTIN (Chambre d'Agriculture de la Marne), Emilie CHAUMONT (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire), Caroline COLNENNE (INRA), Thierry DORE (AgroParisTech/INRA), Jean-François DOBRE COURT (Chambre d'Agriculture de l'Yonne), Sylvain DUTHOIT (Chambre d'Agriculture de la Marne), Emeric EMONET (Arvalis – Institut du végétal), Pascal FARCY (INRA), Claudine FERRANE (Chambre d'Agriculture de Charente), Cécile FEVRE (APCA), Jean-Luc FORT (CRA Poitou-Charentes), Michaël GELOEN (Chambre d'Agriculture de la Nièvre), Frédéric GRATTEPLANCHE (EPLEFPA Brie-Comte-Robert), Laurence GUICHARD (INRA), Olivier GUERIN (Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime), David JUSTEAU (Chambre d'Agriculture de l'Aube), François KOCKMANN (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire), Daphné LE LAY (EPLEFPA Dijon – Quétigny), Amélie LEFEVRE (Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime), Sébastien MINETTE (CRA Poitou-Charentes), Pierre MISCHLER (AgroTransfert Ressources & Territoires), Nicolas MUNIER-JOLAIN (INRA), Pascale MORETTY (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire), Philippe OREMPULLER (Chambre d'Agriculture de Charente), Gaël PONSARDIN (Chambre d'Agriculture de la Marne), Roger PALAZON (Institut de l'Élevage), Lionel RAYNARD (EPLEFPA Dijon – Quétigny), Patrick RETAUREAU (Arvalis – Institut du végétal), Damien RONGET (Chambre d'Agriculture de Côte d'Or), Florent SAUVADET (Chambre

d'Agriculture de Côte d'Or), Clothilde TOQUE (Arvalis – Institut du végétal), Philippe VIAUX (Arvalis – Institut du végétal), Antoine VILLARD (Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire),

- à l'ensemble des expérimentateurs du réseau expérimental du RMT "Systèmes de Culture Innovants" et plus particulièrement toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration des cadres d'analyses, guides et outils suivants : Aimé BLATZ (INRA), André CHABERT (ACTA), Caroline COLNENNE (INRA), Thierry DORE (INRA / AgroParisTech), Perrine DUMANS (CETIOM), Mélissa DUMAS (INRA) Emeric EMONET (Arvalis – Institut du végétal), Gabriele FORTINO (INRA), Michael GELOEN (Chambre d'Agriculture de la Nièvre), Jean-Luc GITEAU (Chambre d'Agriculture de Bretagne), Olivier GUERIN (Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime), David JUSTEAU (Chambre d'Agriculture de l'Aube), Annie LE GALL (Chambre d'Agriculture de l'Indre), Daphné LELAY (EPLEFPA Dijon-Quétigny), Nicolas MUNIER-JOLAIN (INRA), Bertrand OMON (Chambre d'Agriculture de l'Eure), Clothilde TOQUE (Arvalis – Institut du végétal).
- au Réseau PIC (Protection Intégrée des Cultures) de l'INRA
- Jean-Marc MEYNARD (INRA).

Nous remercions particulièrement le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire pour son soutien financier au programme CASDAR 7103 Systèmes de culture innovants, via le compte d'affectation spéciale développement agricole et rural (CASDAR) et au RMT Systèmes de culture innovants.

Cette communication, les résultats et travaux qui y sont présentés ont contribué aux travaux et réflexions du Réseau Mixte Technologique Systèmes de culture innovants sur la période 2007-2012.

Références bibliographiques

Attoumani-Ronceux A., Aubertot J.-N., Guichard L., Jouy L., Mischler P., Omon B., Petit M.-S., Pleyber E., Reau R., Seiler A., 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture. Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, RMT Systèmes de culture innovants.

Ballot R., Guichard L., Halska J., Lambert E., Minette S., Soullignac V., 2011. Agro-PEPS - Un outil web collaboratif d'informations techniques et d'échanges Poster. Colloque RMT Systèmes de culture innovants Vers des systèmes de culture innovants et performants : de la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former. Paris.

Berthier C., Barbier J.-M., Constant N., Davidou L., Delière L., Guisset M., Jacquet O., Lafond D., Panon M.-L., Sauvage D., 2012. CEPVITI Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires. Ministère chargé de l'agriculture.

Bouchard C., Bernicot M.-H., Félix I., Guérin O., Loyce C., Omon B., Rolland B., 2008. Associer des itinéraires techniques de niveau d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique. Courrier de l'environnement 55, 53-77.

Bouchard C., Valantin-Morison M, Grandeau G., 2011. Itinéraires techniques intégrés du colza d'hiver : comment concilier environnement et économie. Courrier de l'environnement 61, 5-20.

Cerf M., Guillot M.-N., Olry P., 2009, Construire l'expérience en ressource pour l'action : une formation-action de conseillers agricoles face au changement de paradigme en agriculture. SFER, Colloque « conseiller en agriculture : acteurs, marchés, mutations », 14-15 octobre 2010, Dijon, France.

Cerf M., Guillot M.-N., Olry P., 2010. Réélaborer ensemble les situations de conseil agricole : l'accès à la tâche par la formation-action. Travail & Apprentissages 6, 125-149.

Cerf M., Omon B., Barbier C., David O., Delbos C., Gagneur C.-A., Guillot M.-N., Lusson J.-M., Minas A., Mischler P., Olry P., Petit M.-S., 2012. Les métiers d'agent de développement agricole en débat : Comment accompagner des agriculteurs qui changent leur façon de cultiver en grandes cultures, Innovations agronomiques n°20 p. 49-78, Colloque RMT Systèmes de culture innovants du 21 octobre 2011.

- Craheix D., Angevin F., Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., 2012, MASC 2.0, un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable. *Innovations Agronomiques* 20, 35-48
- Debaeke P., Petit M.-S., Bertrand M., Mischler P., Munier-Jolain N., Nolot J.-M., Reau R., Verjux N., 2008. Evaluation des systèmes de culture en stations et en exploitations agricoles : où en sont les méthodes ? In: Reau R. et Doré T. (Eds.). *Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Actes du colloque du 27 mars 2008*, Educagri.
- Deytieux V., Vivier C., Minette S., Nolot J.-M., Piaud S., Schaub A., Lande N., Petit M.-S., Reau R., Fourrié L., Fontaine L., 2012. Expérimentation de systèmes de culture innovants : avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle, *Innovations agronomiques* n°20 p. 49-78, Colloque RMT Systèmes de culture innovants du 21 octobre 2011.
- Fortino G., Reau R., 2010. Two separate steps for cropping system assessment: characterisation and final evaluation. In: J. Wery, I. Shili-Touzi, A. Perin (Eds.) *Agro2010 theXIth ESA Congress*, Agropolis International, Montpellier, France, August 29th to September 3rd 2010
- Guillot M.-N., Oly P., Cerf M., 2010. L'activité de conseil en grandes cultures : d'une épreuve à une autre. SFER, Colloque « conseiller en agriculture : acteurs, marchés, mutations », 14-15 octobre 2010, Dijon, France
- Guillot M.-N., Petit M.-S., Cerf M., Oly P., Omon B., à paraître, Conseiller en grandes cultures : devenir conseiller en agronomie d'une épreuve à une autre ..., *Economie rurale*.
- Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., 2006. Les processus d'innovation. Conception innovante et croissance des entreprises. Hermès, Paris.
- Lançon J., Reau R., Cariolle M., Munier-Jolain N., Omon B., Petit M.-S., Viaux P., Wéry J., 2008. Elaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants In: Reau R. et Doré T. (Eds.). *Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Actes du colloque du 27 mars 2008*, Educagri.
- Le Gal P.-Y., Mérot A., Moulin C.-H., Navarette M., Wéry J., 2009. A modelling framework to support farmers in designing agricultural production systems. *Environmental Modelling & Software* 25, 258-268.
- Loyce C., Wery J., 2006. Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture. In: Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (Eds.), *L'agronomie aujourd'hui*, INRA, Paris, pp 77-95.
- Meynard J.-M., Reau R., Robert D., Saulas P. 1996. Evaluation expérimentale des itinéraires techniques. In: *Expérimenter sur les conduites des cultures. Un nouveau savoir faire pour une agriculture en mutation*. Ministère de l'agriculture, Acta, Comité potentialités, pp 63-72.
- Meynard J.M., Aggeri F., Coulon J.N., Habib R., Tillon J.P., 2006. Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants. Rapport du groupe de travail. INRA, Paris.
- Monnot L.A., 2011. Analyse de la diversité de démarches de conception collective de systèmes de culture : organisation, rôles, outils. Mémoire SupAgro Montpellier, INRA, 84 p.
- Novak S., Delagarde R., Fiorelli J.L., 2012. Vers un système fourrager innovant en polyculture-élevage : la démarche initiée à Lusignan. *Innovations Agronomiques* 22, 159-168
- Paravano L., Duchenes V., Prost L., Reau R., 2010. Améliorer le diagnostic territorial des captages "Grenelle" par une analyse pluriannuelle des pressions agricoles. Diagnostic territorial des pressions agricoles des captages de la Croix Rouge et Lauduchy (département 89). Communication et Poster au colloque du GIS HP2E, Paris.
- Petit M.-S., Reau R., Seiler A., Omon B., 2010a. A multi-actor pilot farm network to assess and learn about innovative and low pesticide use arable cropping systems. In: J. Wery, I. Shili-Touzi, A. Perin (Eds.), *Agro2010 the XIth ESA Congress*, Agropolis International, Montpellier, France, August 29th-September 3rd, 2010.
- Petit M.S, Omon B., Bonnin E., Brunet J., Dobrecourt J.-F., Geloën M.3, Paravano L., Robin P., Villard A., Vivier C., Mischler P., Guillot M.-N., Cerf M., Oly P., 2010. Vers un nouveau métier de conseiller en production intégrée : Développer des compétences d'accompagnement des agriculteurs. SFER,

Colloque « conseiller en agriculture : acteurs, marchés, mutations », 14-15 octobre 2010, Dijon, France

Reau R., Meynard J.M., Robert D., Gitton C., 1996. Des essais factoriels aux essais "conduite de culture". In : Expérimenter sur les conduites de cultures: un nouveau savoir-faire au service d'une agriculture en mutation. Ministère de l'agriculture, Acta, Comité potentialités, p. 52-62.

Reau R., Doré T., 2008. Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Educagri Dijon, France. 175 p.

Reau R., 2009. Conception d'un réseau d'acquisition de références et d'un réseau d'information. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Ed. INRA, t. VIII, 100 pages.

Reau R., Fortino G., Bintein Y., Boisset K., Conteau C., Coulon T., Dehlinger F., Faloya V., Petit M.-S., Plénet D., Lusson J.-M., Verjux N., Veschambre D., Cellier V., Boll R., Chanet J.-P., Boulet A., Cerf M., Jeannequin B., Weissenberger A., 2010. Conception d'un réseau d'acquisition de références et d'un réseau d'information. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Ed. INRA, t. IX, 100 pages.

Reau R., Mischler P., Petit M.-S., 2010. Evaluation au champ des performances de systèmes innovants en cultures arables et apprentissage de la protection intégrée en fermes pilotes. Innovations Agronomiques 8, 83-103.

Reau R., Dumas M., Moraine M., Omon B., Petit M.-S., 2011. Produire des références contribuant à réduire l'usage des pesticides : le réseau de fermes de références et de démonstration d'Ecophyto 2018. Colloque Ecologisation des politiques et des pratiques agricoles, 16-18 mars 2011, Avignon, France.

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.

RMT Systèmes de culture innovants, 2009. Evaluation à 18 mois – 1er septembre 2007 – 31 mars 2009, 50 pages.

RMT Systèmes de culture innovants, 2010. Evaluation à 3 ans – 1er septembre 2007 – 31 août 2010, 70 pages.

Sadok W, Angevin F, Bergez J, Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Messéan A., Doré T., 2009. MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 447–461.

Sadok W., Angevin F., Bergez J. E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: guidelines for identifying relevant multi-criteria decision aid methods. *Agronomy for Sustainable Development* 28, 163-174.

Sebillotte M., 1990. Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes. In: Combe L. et Picard D. (Eds.), *Les systèmes de culture*, éditions INRA.

Soullignac V., 2012. Système informatique de capitalisation de connaissances et d'innovation pour la conception et le pilotage de systèmes de culture durables. Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II: 248 pages.

Viaux P., 1999. Une 3^{ème} voie en grandes cultures. Environnement, Qualité, Rentabilité, Editions Agridécisions, 207 p.