

Projet PEPITES :

**Processus Ecologiques et Processus d'Innovation
Technique Et Sociale en agriculture de conservation**

*Ecological, technical and social inovation processes
in Conservation Agriculture*

<p>Programme scientifique et technique Description du projet</p>

Résumé

Les techniques culturales sans labour et l'Agriculture de Conservation, fondés sur une perturbation minimale du sol, le maintien d'une couverture végétale en surface et une diversification des rotations et associations de cultures, se développent rapidement auprès des agriculteurs mécanisés au nord et au sud, du fait de leur rentabilité économique. Leur émergence procède souvent d'un processus d'innovation original, fondé sur un apprentissage permanent et adaptatif au sein des exploitations et de réseaux sociotechniques novateurs, qui bouscule les schémas linéaires de conception et transfert des innovations. La mise en œuvre de ces systèmes modifie le fonctionnement de l'agrosystème et les services écologiques rendus : production de biomasse, conservation du sol et de la biodiversité, et stockage du carbone, sans cependant que la portée de ces modifications ne soit bien connue. Par ailleurs, la mise en œuvre de ces techniques est délicate et peut conduire à diminuer les performances des systèmes de culture et à accroître la dépendance aux pesticides. Leur adaptation aux systèmes de production pose aussi des problèmes, particulièrement dans les contextes fortement contraints.

L'objectif général du projet PEPITES est de produire des connaissances sur les processus écologiques, les processus d'innovation technique et sociale, et leurs interactions, pour évaluer et concevoir des systèmes techniques et des dispositifs d'accompagnement plus durables.

Les travaux se dérouleront sur quatre terrains d'étude (France grandes cultures, France agriculture biologique, Brésil et Madagascar petite agriculture familiale) choisis pour explorer une gamme de situations agropédoclimatiques et socioéconomiques permettant une analyse comparative riche. Six tâches à dominante disciplinaire ont été identifiées. L'analyse du processus d'innovation (tâche 6) est centrée sur la production des connaissances au sein des réseaux sociotechniques, les modalités de coopération entre acteurs, les dynamiques de changements des pratiques et des processus d'apprentissage. L'approche des systèmes de production (tâche 5) permettra de comprendre et de simuler la diversité de ces systèmes et d'expérimenter des outils d'aide à la réflexion prospective. Des études couplant expérimentation et modélisation des systèmes de culture (tâche 3) permettront de comprendre et de raisonner l'usage de processus écologiques qui pourraient améliorer leurs performances. L'étude des processus écologiques résultant des interactions entre matières organiques et êtres vivants (tâches 1 et 2) fournira des connaissances et des indicateurs pour raisonner l'adaptation des pratiques et pour évaluer les services écologiques rendus. Les indicateurs et les cahiers des charges identifiés à différentes échelles serviront à mener une évaluation ex-ante, multicritère et multi-acteurs des performances de systèmes de culture innovants en AC (tâche 4). Trois tâches seront consacrées à des questions transversales de nature interdisciplinaire : comment accroître la pertinence et la capacité des modèles utilisés par la recherche pour étudier et intervenir dans ces processus complexes (tâche 7) ? Comment impliquer la recherche dans des démarches et des dispositifs en partenariat pour accompagner l'émergence de l'AC (tâche 8) ? Comment contribuer à la formation et au transfert des connaissances (tâche 9) ? Le projet produira des connaissances originales dans les différentes disciplines et aux interfaces sciences biophysiques / sciences techniques / sciences sociales, renforcera la communauté de chercheurs et praticiens du nord et du sud travaillant autour de l'AC, et proposera des dispositifs d'accompagnement et d'enseignement sur ces innovations complexes pour une agriculture intensive mais durable.

Abstract

No-tillage techniques and Conservation Agriculture, based on minimum soil disturbance, keeping the soil covered and diversifying crop rotations and associations, is spreading rapidly among mechanized farmers from developed and developing countries. CA is adopted because it enhances profitability and has positive impacts on the environment. It emerges as a result of an original innovation process, based on permanent and adaptative learning at the level of farmers and novel sociotechnical networks, in marked contrast with conventional top-down approaches usually followed for innovation development. Implementing AC systems modifies the functioning of the agrosystem and the ecological services the latter provides, such as biomass production, soil conservation and biodiversity, carbon sequestration. However, the exact importance of the corresponding changes is not well known. In addition, practicing AC is not straightforward and may lead to reduced performances of cropping systems and increased dependency on pesticides. Furthermore, incorporating AC into farming systems may also pose problems, especially in strongly constrained environments.

The overall objective of the PEPITES project is to produce knowledge on the ecological, social and technical innovations processes related to AC, and their mutual interactions, in order to conceive and evaluate more sustainable technical systems and to design the set-ups necessary for accompanying them.

The project activities will take place on four sites (France cereal production, France organic farming, Brazil and Madagascar smallholder sector), which among them explore a large diversity of agroclimatic and socioeconomic conditions, allowing for a fruitful cross-analysis. Six disciplinary-oriented tasks have been identified. The study of innovation processes (Task 6) focuses on knowledge production within actor networks, cooperation among actors, and the dynamics of practices and of learning processes. The analysis of production systems (Task 5) will lead to understanding and simulating the diversity of systems, and to test decision-support tools for prospective reasoning with farmers. Studies coupling experimentation and cropping system modeling (Task 3) will lead to understanding and taking advantage of ecological processes with the potential to increase the performance of AC systems. The study of ecological processes resulting from the interaction between organic matter and life forms (Tasks 1 and 2) will provide knowledge and indicators for reasoning the adaptation of cropping practices and for assessing the ecoservices provided by AC. Indicators, constraints and other specifications to be met identified at various scales (task 4) will allow to carry an ex-ante, multi-criteria and multistakeholder evaluation of the performances of CA cropping systems. Three tasks will be focused on cross-cutting, intrinsically interdisciplinary issues : how to increase the relevance and capacity of research models used for studying and accompanying such these complex process (Task 7)? How may research best partner with other stakeholders to accompany the emergence of CA (task 8)? How to contribute to education, training and dissemination of the knowledge generated through the project activities (Task 9)?

The project will produce original knowledge in the various disciplines and at the interface between biophysical, technical and social sciences. It will contribute to the strengthening of a community of researchers and practitioners from the North and the South working with CA. It will also propose a number of operational set-ups and education modules on these complex innovations contributing to an intensive yet sustainable agriculture.

Programme scientifique et technique

Description du projet PEPITES

Sommaire

1	Problème posé.....	5
2	Contexte et enjeux du projet.....	5
2.1	Enjeux et contextes sociaux et économiques.....	5
2.2	Enjeux scientifiques.....	8
2.2.1	<i>Comprendre et mieux mobiliser les processus écologiques</i>	8
2.2.2	<i>Comprendre et accompagner les processus d'innovation individuels et collectifs</i>	9
3	Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet	11
4	Positionnement du projet	13
5	Description des travaux : programme scientifique et technique.....	14
•	Tâche n°1 : Fonctionnement biologique des sols en AC : production d'indicateurs biologiques et rôle de la faune du sol.....	16
•	Tâche n°2 : Dynamique des matières organiques dans les sols	16
•	Tâche n°3 : étude du fonctionnement de systèmes innovants en AC valorisant des processus écologiques.....	18
•	Tâche n°4 : Evaluation ex-ante, multicritère et multi-acteurs, des performances des systèmes de culture innovants en AC.....	19
•	Tâche n°5 : Aide à la conception de systèmes de production intégrant des techniques d'agriculture de conservation	20
•	Tâche n°6. Processus d'innovation en AC : production de connaissances, invention de pratiques et formes de coopération entre acteurs	21
•	Tâche transversale n°7: Modélisation	22
•	Tâche transversale n° 8 : Dispositifs d'intervention et de co-construction des connaissances et des pratiques pour les processus d'innovation en AC.....	23
•	Tâche transversale n°9 : Formation – Transfert	24
6	Résultats escomptés et retombées attendues	25
7	Organisation du projet	26
8	Organisation du partenariat	31
8.1	Pertinence des partenaires.....	31
8.2	Complémentarité des partenaires.....	33
8.3	Qualification du coordinateur du projet.....	34
8.4	Qualification des partenaires.....	35
9	Stratégie de valorisation et de protection des résultats	38
	Annexes : description des partenaires	40

1 Problème posé

L'émergence de formes durables d'agriculture valorisant l'usage des processus écologiques, tout en répondant aux exigences et contraintes des agriculteurs et de la société pose des défis de plusieurs ordres. Quelles connaissances et savoirs sont nécessaires de la part des différents acteurs impliqués pour comprendre et valoriser ces processus écologiques ? Comment ces processus écologiques sont-ils modifiés par les pratiques de gestion des systèmes de culture, et comment peut-on les optimiser ? Quelles innovations (techniques, sociales ou organisationnelles) sont-elles nécessaires pour générer ou accompagner la transformation nécessaire des pratiques, des systèmes techniques et des réseaux sociaux professionnels ? Comment ces innovations s'insèrent-elles dans (ou s'articulent-elles avec) des systèmes de production eux-mêmes en évolution rapide, tout en répondant du mieux possible aux objectifs professionnels et familiaux des agriculteurs ? Comment articuler de manière fonctionnelle la production de connaissances et l'accompagnement du changement, afin de favoriser les évolutions qui vont dans le sens d'un développement durable ?

Ces interrogations sont au cœur du développement rapide de l'agriculture de conservation¹ (AC), laquelle sous différentes modalités s'étendait déjà sur 95 millions d'hectares à travers le monde en 2005. En effet, l'introduction de l'AC induit de profonds changements dans le fonctionnement de l'agrosystème² de nature à amplifier la valorisation des processus écologiques correspondants : régulations biologiques, facilitation entre espèces, contrôle des maladies et ravageurs, recyclages des éléments minéraux, etc. Elle peut contribuer à augmenter la productivité physique des systèmes de culture et leur rentabilité, mais aussi fournir de nombreux services écologiques comme la conservation des sols et de la biodiversité, la séquestration du carbone, la production de biomasse végétale et le contrôle de certaines pollutions. A l'inverse, l'AC induit des risques d'échec liés, entre autres, à la difficulté d'apprentissages des systèmes correspondants, aux coûts d'apprentissage et aux adaptations nécessaires du système de production qui peuvent être particulièrement délicates en situations fortement contraintes. Elle accroît aussi dans certains cas la dépendance aux pesticides, toutes choses qui peuvent menacer la durabilité de ces systèmes. Enfin, l'émergence de l'AC à travers le monde s'appuie sur un processus d'innovation original, fondé sur un apprentissage permanent et adaptatif au sein de réseaux sociotechniques dans lequel les agriculteurs jouent un rôle essentiel, et qui bouscule les schémas linéaires de conception et transfert des innovations.

Le problème posé est donc celui de l'accompagnement d'un processus d'innovation, qui se développe rapidement du fait de sa rentabilité économique, et pour lequel l'usage des processus écologiques apparaît comme un point clé pour accroître la productivité, fournir des services écologiques et réduire la dépendance aux intrants. Cela nécessite de produire des connaissances sur les processus écologiques et les processus d'innovation, de manière à accompagner ce changement dans une démarche d'évaluation et de conception d'innovations techniques et sociales en partenariat.

2 Contexte et enjeux du projet

2.1 Enjeux et contextes sociaux et économiques

L'agriculture de conservation (AC) se construit autour de la mise en œuvre de 3 grands principes de gestion des agrosystèmes : (1) perturbation minimale du sol, (2) protection du sol via le maintien d'une couverture végétale permanente en surface, (3) diversification des rotations et associations de cultures (FAO³). La diversité des conditions de production et des besoins des agriculteurs conduit à une forte diversification des pratiques résultant de l'adaptation locale de ces 3 principes. Il s'agit donc d'une famille de systèmes de culture ayant en commun l'abandon du labour – on parle en France de techniques culturales sans labour (TSL) – et le maintien d'une couverture végétale composée de résidus de culture et/ou de plantes de couverture insérées dans la rotation soit en interculture, soit en culture associée. Dans certains cas, le semis se fait à travers le couvert sans aucun travail du sol (SCV : semis direct sous couvert végétal). L'AC ne se réduit donc pas au simple changement de techniques de travail du sol mais associe d'autres innovations telles que l'usage de plantes de couverture ou de culture associées.

L'AC sous ses multiples modalités dont certaines ne constituent pas une innovation récente (Thurston, 1997), s'est développée rapidement dans plusieurs régions du monde au cours des 30 dernières années. Adoptée à grande échelle dans un contexte d'agriculture mécanisée en Amérique du Nord (25 millions d'ha aux USA) et

¹ voir définition et détails en section 2.1

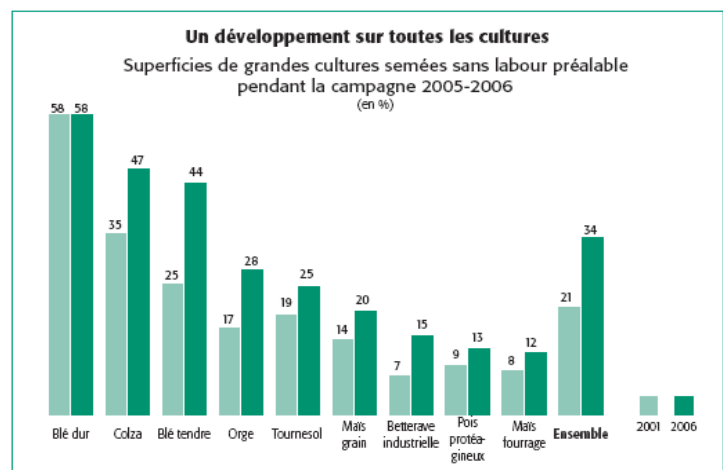
² Agrosystème : Écosystème construit ou modifié par l'homme pour l'exploitation agricole et soumis à des pratiques agricoles ordonnées dans le temps et dans l'espace

³ Site AC de la FAO : <http://www.fao.org/ag/ca/fr/>

du Sud (24 millions d'ha au Brésil) et en Australie (9 millions d'ha), l'AC est aussi en train de se développer en Afrique, en Asie et en Europe depuis une dizaine d'années (Derpsch 2005 ; Lahmar *et al.* 2006a, b). On observe ainsi en France un accroissement rapide des surfaces cultivées sans labour ces dernières années, pour représenter aujourd'hui un tiers de la sole cultivée (Figure 1). L'adoption de l'AC obéit à des déterminants variables selon les situations mais, dans la plupart des cas, elle se développe en réponse à une double contrainte et nécessité : agro-environnementale d'un côté (en particulier lutte contre l'érosion et la dégradation de la fertilité des sols) et économique de l'autre (augmentation de la rentabilité via la diminution du temps de travail et de l'emploi d'énergie fossile). Dans le contexte actuel, ces moteurs sont extrêmement puissants aussi bien au Nord qu'au Sud, et stimulent des processus d'innovation technique et organisationnelle très variables selon les contextes (Coughenor, 2003 ; Ekboir, 2003 ; Triomphe et Sain, 2004, Bolliger *et al.*, 2006, Triomphe *et al.*, 2007). Nous décriront plus spécifiquement quatre situations, correspondant aux quatre dispositifs de terrain choisis pour ce projet, qui illustrent la diversité des conditions d'émergence et d'utilisation de l'innovation AC, et de la façon dont les acteurs tentent aujourd'hui de répondre aux enjeux de la durabilité à travers cette innovation.

En France tout d'abord, les TSL se sont surtout développées dans des systèmes de grande culture (Terrain n°1 : France grandes cultures) à partir des années 90 sous l'impulsion de groupes d'agriculteurs soucieux de réduire les coûts de production et les temps de travaux (Goulet, 2008). Ils vont très vite s'inspirer du modèle brésilien par des transferts qui se jouent à plusieurs niveaux : moyens de production (rôle des firmes privées de matériel agricole et de phytosanitaire), conduite des cultures (interventions d'experts ayant une expérience dans les pays du sud) mais également création de dispositifs d'accompagnement basés sur des associations d'agriculteurs : entre 1999 et 2001 naissent BASE⁴ et la FNACS⁵. La revue TCS⁶ spécialisée sur

l'agriculture de conservation, naît dès 1998, son rédacteur en chef devient le président de l'association BASE. Ces dispositifs prennent la forme d'organisations distribuées (Dodier, 1997), à partir de réseaux informels de praticiens ; ils contribuent aux apprentissages techniques en facilitant le partage d'expériences et les relations de conseil à distance. Les objets de ces apprentissages, objets intermédiaires placés au centre de l'attention des différents acteurs mobilisés (Vinck, 1999), évoluent au cours du temps. Très centrés sur l'utilisation des outils et le fonctionnement du sol dans les premières années, leur attention s'est déplacée vers l'utilisation de plantes de couverture en interculture à partir de 2003 et, très récemment, vers l'utilisation de plantes de couverture en cultures associées, c'est-à-dire non détruite avant le semis de la culture commerciale. On observe donc un glissement du non-labour à l'agriculture de conservation qui relève, au-delà d'une translation d'ordre symbolique de l'économie vers l'écologie, de la construction de réseaux sociotechniques mêlant un ensemble d'objets et d'acteurs associés à des questions techniques, agronomiques et environnementales par des faisceaux multiples (Akrich, Callon & Latour, 1988). Ces réseaux ont permis la construction de connaissances et le développement de techniques très innovantes chez les producteurs comme le semis direct sous couvert, le développement de cultures intermédiaires multi-espèces aptes à remplir plusieurs fonctions écologiques (étouffement des adventices, création de porosité biologique, fixation d'azote, protection des sols et de la biodiversité...) ou encore plus récemment des expériences de cultures associées (blé sur un couvert de luzerne, colza sur un couvert de trèfle etc.) permettant d'accroître encore les fonctions écologiques du couvert. Des valeurs communes associent également ces acteurs, avec en premier lieu une proximité affichée avec la pratique agricole et une volonté de renouveler son rapport au développement et à la recherche agronomique. Cela a conduit à des rapports souvent conflictuels avec les institutions de recherche et de développement accusées de produire des connaissances et des conseils sans lien avec l'expérience des agriculteurs et l'observation de leurs pratiques. Cette situation change en raison du développement des TSL conduisant les organismes de développement (certaines Chambre d'agriculture et coopératives) à s'impliquer plus fortement :



Source : Agreste - Enquêtes sur les pratiques culturales 2001 et 2006

Figure 1 : Développement des surfaces cultivées sans labour en France

⁴Bretagne Agriculture, Sol et Environnement.

⁵Fondation Nationale pour une Agriculture de Conservation des Sols.

⁶Techniques Culturelles Simplifiées.

par exemple, création du club nouriciAgrosol⁷ en 2005. La recherche s'est impliquée également, notamment à travers des projets⁸ sur le non labour, portés par l'intérêt scientifique d'étudier le fonctionnement et d'évaluer l'impact de cette forme d'agriculture alternative, de la reconnaissance par les acteurs de terrain du rôle indispensable que jouent les institutions dans la production de connaissances et l'accompagnement des évolutions des pratiques. L'enjeu est aujourd'hui de construire des partenariats et des dispositifs de collaboration formalisés entre ces différents acteurs (Lahmar *et al.*, 2006 ; de Tourdonnet *et al.*, 2006c, 2007 ; Labreuche *et al.*, 2007).

Les relations entre agriculture de conservation et **agriculture biologique** (AB) (Terrain n°2 : France grandes cultures bio) ont également été souvent conflictuelles. Si ces deux formes d'agriculture alternative revendiquent une forme de production plus respectueuse de l'environnement, les moyens utilisés peuvent apparaître contradictoires : ne pas travailler le sol pour préserver cet écosystème en AC au risque d'utiliser plus d'intrants chimiques *versus* ne pas utiliser d'intrants chimiques en AB quitte à travailler le sol de manière intensive pour lutter contre les adventices. On assiste pourtant à un rapprochement de l'AB et de l'AC porté par (1) la volonté des agriculteurs en AC de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires par un raisonnement sur les rotations et les cultures intermédiaires sur lequel l'AB a acquis des connaissances et des expériences plus anciennes (2) la volonté des agriculteurs en AB de réduire le travail du sol pour des raisons économiques, environnementales (consommation d'énergie fossile, conservation des sols et de la biodiversité) et agronomiques (Peigné *et al.*, 2007). Cependant, la suppression du labour est plus difficile en AB (Stengel, 2001) et doit faire face à deux enjeux techniques majeurs que sont la nutrition azotée et la maîtrise des bioagresseurs en l'absence d'intrants chimiques (Watson *et al.* 2002). La gestion de la nutrition azotée est déterminante en AB notamment dans les systèmes sans élevage où l'approvisionnement en amendements organiques est coûteux et incertain (David *et al.* 2005). L'utilisation de la fixation de l'azote atmosphérique par un couvert de légumineuses est ainsi particulièrement intéressante en AB (Hauggaard-Nielsen & Jensen 2005). Par conséquent, l'utilisation comme en AC de plantes de couverture légumineuses, associées à une culture céréalière est une solution à envisager malgré les difficultés liées à sa mise en place et à son entretien en AB. Adopter des pratiques d'AC en AB, modifie également la gestion des adventices puisque le contrôle du stock semencier par retournement de l'horizon de surface n'est plus assuré. Devant la difficulté du contrôle mécanique des adventices (Teasdale *et al.* 2007), l'enjeu est d'étudier si les conditions du milieu en AC induisent une modification de la flore spontanée (Peigne *et al.* 2007) et si la présence d'un mulch ou d'un couvert vivant peut modifier la levée des adventices (Hiltbrunner *et al.* 2007). En France, les premières recherches sur le non labour en AB ont été développées par l'ISARA dans la région Rhône-Alpes à partir de 2003 dans un double objectif : comprendre comment le statut organique et la biologie du sol vont être modifiés par les techniques de travail du sol et adapter les techniques sans labour aux spécificités de l'agriculture biologique. Depuis trois ans, un dispositif combinant un site expérimental où sont testées différentes modalités de travail du sol, un réseau de parcelles d'agriculteurs et de conseillers bio de la région Rhône Alpes tente de construire et de développer des espaces de collaboration au sein desquels sont testés et discutés de nouvelles connaissances afin d'identifier les plus susceptibles d'apporter des réponses aux problèmes constatés.

Le **Brésil** pour sa part a été un des berceaux du développement de l'AC. D'abord apparus chez les producteurs de grains du Sud du pays, ils ont pu à peu près gagner les grandes exploitations de la zone des Cerrados (Savanes tropicales humides) (Bernoux *et al.* 2006). En parallèle, l'effort commun d'acteurs de la recherche, du développement, du secteur privé et des pouvoirs publics a permis de toucher un autre public et de faire diffuser les systèmes AC auprès des petits agriculteurs de la zone sub-tropicale à partir des années 80 (Bolliger *et al.* 2006). Un tel processus commence tout juste pour les petits producteurs des zones tropicales humides (Terrain n°3), dans le cadre de 2 projets de collaboration entre le CIRAD, les structures de recherche et de développement concernant les petits agriculteurs fortement contraints du secteur de la réforme agraire, l'un dans les Cerrados (Unaí, Minas Gerais) et l'autre en Amazonie (Uruará, Pará). L'enjeu dans les 2 cas est d'augmenter la production de grains et de biomasse pour contribuer à l'intensification laitière (voie privilégiée pour un développement durable pour ces agriculteurs) et enrayer le cycle classique 'défriche-brulis-agriculture-pâturage extensif' responsable du fort taux de déforestation à Uruará. Dans ce contexte, l'AC présente plusieurs intérêts : s'affranchir via l'acquisition d'un semoir de semis direct en traction attelée du coût et du risque liés à la sous-traitance du labour motorisé, lutter contre l'érosion dans les parcelles sensibles (Derpsch *et al.* 1991; Denardin *et al.* 1989), accroître la fertilité sur le moyen et le long terme grâce à l'amélioration des états

⁷ créé par la coopérative nouricia,

⁸ 2001-2005 : projet GESSOL Dmostra (Effets de systèmes de culture alternatifs sur les matières organiques et la structure des sols limoneux, et approche du rôle fonctionnel de la diversité biologique des sols). 2004-2006 : projet européen KASSA (Knowledge Assessment and Sharing on Sustainable Agriculture <http://kassa.cirad.fr/>). 2006-2007: projet ADEME (Evaluation des impacts environnementaux des TSL)

organiques et biologiques des sols (Blanchart *et al.*, 2007, Metay *et al.*, 2006) et au recyclage des éléments minéraux (Maltas *et al.* 2007). Le CIRAD, l'EMBRAPA, des universités, des associations d'agriculteurs et divers partenaires de développement et de formation se sont attelés depuis 2004 à développer dans chaque projet des recherches-action en partenariat permettant de concevoir et d'évaluer des systèmes de culture en semis direct associant maïs et plantes de couvertures, légumineuses (telles que *Cajanus* et crotalaires) ou graminées (*Bracharia*) (Triomphe *et al.*, 2008).

Dans le cas de **Madagascar** (Terrain n°4), l'AC a fait l'objet de nombreuses opérations de recherche - développement depuis une quinzaine d'années, dans lesquelles la recherche a joué un rôle clé, en partenariat avec des acteurs locaux (ONG, développement agricole) réunis dans le cadre de projets soutenus par les décideurs politiques et les bailleurs de fond internationaux. Les enjeux locaux sont le maintien et surtout l'amélioration durable de la production agricole, avec un fort accent sur la lutte contre l'érosion grâce en particulier aux techniques d'AC (Chabersky *et al.*, 2005 ; Muller *et al.*, 2005, Douzet *et al.*, 2007). Dans la région des hauts plateaux, le travail a porté historiquement sur la mise au point de systèmes de culture SCV à base de riz pluvial, avec une composante fourrages/valorisation des plantes de couverture par l'élevage (Chabaud *et al.*, 2007). Ces systèmes rencontrent cependant divers problèmes techniques et d'adoption : production insuffisante de biomasse durant la saison froide, conflits entre gestion des résidus et droits de vaine pâture, tensions entre objectifs de sécurité alimentaire et de diversification des productions (fourrage et lait) (Ramamonjisoa J *et al.*, 2007), faible accès au crédit et à l'information technique. Dans la région du lac Alaotra, les systèmes SCV constituent au contraire une alternative attractive pour les agriculteurs car ces systèmes sont compatibles avec les contraintes tant édaphoclimatiques (durée des cycles en particulier, permettant l'introduction d'une plante de couverture) que technico-économiques de certaines catégories de producteurs (Durand *et al.*, 2007). Dans les 2 cas, les travaux en cours portent sur la compréhension des processus d'innovation dans un contexte d'introduction de nombreux savoirs exogènes, sur l'analyse des stratégies des producteurs et des trajectoires d'exploitation, et sur la construction d'une démarche experte de conception de SCV et de proposition d'assolement aux exploitants.

2.2 Enjeux scientifiques

Cette description rapide du contexte et des enjeux montre que l'AC est un processus d'innovation, à la fois technique et sociale, qui modifie profondément la conduite du champ cultivé et des exploitations agricole et qui reconfigure souvent les dispositifs de recherche – développement. Au-delà de la diversité des situations, il existe une généricité des processus qui sous-tendent ces changements. L'objectif des paragraphes suivants est de présenter une synthèse bibliographique des connaissances acquises sur ces processus et leurs impacts.

2.2.1 Comprendre et mieux mobiliser les processus écologiques

La diminution, voire la suppression, des perturbations mécaniques du sol ainsi que la présence de résidus à sa surface conduisent à de profondes modifications du fonctionnement de l'agrosystème pour deux raisons principales :

- l'instauration progressive d'un gradient vertical de concentration en matière organique qui s'accumule en surface. Cela modifie les processus bio-géo-chimiques à l'origine des fonctions de recyclage, de stockage et de transformation des éléments qui participent à la qualité, à la fertilité des sols et remplissent des fonctions écologiques. Plusieurs auteurs ont examiné les effets de la localisation des résidus végétaux sur leur décomposition (Douglas *et al.*, 1980) les émissions de CO₂ (Curtin *et al.*, 1998), la minéralisation (Corbeels *et al.*, 2003), l'activité microbienne (Holland & Coleman, 1987). Les résidus laissés à la surface retardent aussi l'évaporation initiale de l'eau et par conséquent modifie le régime hydrique dans le sol (Bond & Willis, 1969). Coppens *et al.*, (2006). ont montré que le facteur prépondérant lié à la présence d'un mulch végétal était la modification du régime hydrique qui en retour détermine la dynamique de décomposition du mulch, le transfert des solutés dans et sous le mulch, et l'activité microbienne du sol.
- l'apparition d'un habitat beaucoup plus favorable aux organismes du sol dont le nombre, la diversité et l'activité augmentent souvent. De nombreuses études ont montré que les communautés d'organismes vivants du sol (i) sont différentes entre des situations conventionnelles et des situations en AC, (ii) varient en fonction de l'âge du système AC (iii) varient en fonction des associations de culture et de la qualité des résidus apportés (Kladivko, 2001 ; Holland, 2004 ; El Titi, 2003a b ; Blanchart *et al.*, 2006 ; Blanchart *et al.*, 2007 ; Rabary *et al.*, 2008 ; Cheneby *et al.*, 2008 soumis et Baudoin *et al.*, soumis). Ces modifications des communautés et des activités biologiques entraînent des modifications de la dynamique de la matière organique et de la structure, et donc du fonctionnement global du sol sans que les relations de cause à effet aient clairement été démontrées (Coq *et al.*, 2007).

Ces systèmes de culture sont donc potentiellement très intéressants pour accroître la qualité des sols et intensifier certains processus de nature à fournir des services écologiques :

- protection physique de la surface du sol contre les agressions climatiques (Scopel *et al.* 2005, Denardin 1989) qui, combinée à une plus grande stabilité des agrégats (Le Bissonais, 1996) permet de lutter très efficacement contre l'érosion, que ce soit en conditions tropicales (Douzet *et al.* 2007, Lal, . 1998 ; Scopel *et al.* 2005) ou en conditions tempérées (Kwaad *et al.* 1998, Holland, 2004, Labreuche *et al.*, 2007).
- accroissement notable du taux de matière organique et stockage du carbone dans les sols pouvant atteindre dans certaines conditions plus de $1\text{t.ha}^{-1}\text{.an}^{-1}$ en milieu tropical (Blanchart *et al.*, 2007 ; Bernoux *et al.*, 2006 ; Corbeels *et al.* 2006) et jusqu'à $400\text{kg.ha}^{-1}\text{.an}^{-1}$ en conditions tempérées (Arrouays *et al.* 2002 ; Labreuche *et al.*, 2007).
- augmentation de la biodiversité et de l'activité biologique (Kladivko, 2001 ; Holland, 2004 ; Blanchart *et al.*, 2006 ; Blanchart *et al.*, 2007 ; Rabary *et al.*, 2008) permettant la création de porosité biologique (El Titi, 2003b ; Carof *et al.* 2007a) et l'augmentation du recyclage des éléments nutritifs (Reyes Gomez *et al.* 2002 ; Scopel *et al.* 2005).

Cependant, la réduction du travail du sol s'avère souvent délicate à mettre en œuvre pour l'agriculteur qui doit revoir l'ensemble de la conduite de son système de culture pour prendre en compte l'impact des modifications du fonctionnement de l'agrosystème. En particulier, l'augmentation de la biodiversité se traduit par une augmentation de la pression des bio-agresseurs, notamment des adventices qui ne sont plus enfouies par le labour (Debaeke & Orlando, 1991). Cela peut conduire certains agriculteurs à augmenter l'usage des herbicides (voir les résultats de l'enquête Agreste sur les pratiques culturales 2006 en France), voire à les introduire alors qu'ils n'en utilisaient pas auparavant, comme c'est le cas dans certains pays du Sud (Boahen *et al.*, 2007 ; Baudron *et al.*, 2007), ce qui peut mettre en péril la durabilité de ces systèmes pour des raisons d'impacts environnementaux, d'acceptabilité sociale et de coûts.

Ainsi, les impacts agronomiques, économiques et environnementaux de l'AC se manifestent de manière très diverse selon les contextes et fluctuent dans le temps, particulièrement au cours des premières années de leur mise en œuvre. Dans certains cas, leurs performances sont loin d'être favorables : rendements minorés, prolifération de mauvaises herbes et de ravageurs, pollution des eaux par les herbicides, introduction d'espèces invasives, réduction de l'azote minéral disponible pour les cultures etc. Des expériences d'agriculteurs et des travaux conduits par des organismes de recherche et de développement ont montré que l'utilisation de régulations biologiques pouvait permettre d'accroître les bénéfices de l'AC et de limiter les impacts négatifs. Des synthèses récentes (Holland, 2004 ; de Tourdonnet *et al.* 2006a, 2007) ont mis en évidence le rôle clé que jouent les plantes de couverture dans ce bilan : réduction de la pression d'adventices par compétition avec les plantes de couverture ou par allélopathie (Holland, 2004 ; Carof *et al.*, 2007c), maintien d'un biotope favorable aux prédateurs des bio-agresseurs (Symondson *et al.*, 1996 ; Rodriguez *et al.*, 2006). Il est ainsi possible de réduire les moyens chimiques de contrôle du champ cultivé. Toutefois, l'usage des processus écologiques en AC se heurte à plusieurs difficultés majeures : (1) le manque de connaissances sur ces processus et leurs interactions en système non labouré (2) la sensibilité de ces processus au contexte dans lequel ils se déroulent (biotope, biocénose) qui pose le problème de la généralité des résultats obtenus et du lien entre le local et le global, (3) la nécessité de revoir les méthodes d'observation pour pouvoir évaluer les fonctionnalités issues de ces processus (par exemple, la création de porosité par les lombriciens) et agir en conséquence (4) la nécessité d'intégrer différents types de connaissances (de scientifiques, d'experts, de praticiens) dans une vision systémique du fonctionnement de l'agrosystème pour adapter les pratiques et accompagner les agriculteurs dans les changements.

2.2.2 Comprendre et accompagner les processus d'innovation individuels et collectifs

Les modifications induites au niveau des agrosystèmes par l'introduction de l'AC impliquent aussi des changements significatifs au niveau du système de production : calendriers de semis, d'organisation du travail et de mobilisation de la trésorerie, investissements, choix des assolements, relations agriculture-élevage, etc. En termes économiques, les systèmes AC sont souvent performants grâce à une augmentation de la productivité du travail et à une diminution des coûts de production (jusqu'à moins 30% par rapport aux systèmes conventionnels, Do Prado, 2004), du moins dans les conditions d'agriculture mécanisée, lorsque le mulch est produit in situ et lorsque les agriculteurs ont acquis une maîtrise technique suffisante (Fontaneli *et al.*, 2000, Boahen *et al.*, 2007, Shetto & Owenya, 2007). Cependant, le surcroît de trésorerie nécessaire à l'achat d'herbicides observé dans certaines situations dans les pays du Sud ne compense pas forcément l'économie de

travail résultant de l'abandon du labour, tout particulièrement lorsqu'il s'agit d'exploitations fortement contraintes ayant peu accès au crédit (Jourdain *et al.* 2001).

De par la diversité des processus modifiés par la pratique de l'AC, les indicateurs nécessaires à une évaluation intégrée des performances de ces systèmes sont multiples et de natures diversifiées (Loyce & Wéry, 2006 ; Meynard *et al.*, 2001). Ils peuvent être issus directement de l'observation empirique, ou, pour certains, indirectement de la simulation par modélisation dynamique du fonctionnement de l'agrosystème (Boiffin *et al.*, 2001 ; Dogliotti *et al.*, 2004), voire d'une modélisation couplée entre parcelle et exploitation (Bonnal *et al.*, 2001 ; Stoorvogel *et al.*, 2004). Cette multiplicité de critères implique que différents points de vue d'évaluation puissent être établis, chacun se définissant par une liste de critères liés aux diverses composantes de la durabilité retenues ainsi qu'une pondération de leur importance relative (Dogliotti *et al.*, 2003 ; Loyce *et al.*, 2002). Concernant l'évaluation d'innovations techniques, elle se fait soit moyennant des évaluations "objectives" et quantitatives (De Jagger *et al.*, 2001 ; Scopel *et al.*, 2005), soit moyennant des évaluations plus qualitatives basées sur la perception des acteurs (Bellon, 2001), mais peu essayent de coupler efficacement ces deux approches (Carberry *et al.*, 2004). Or les modèles d'évaluation peuvent différer en fonction des perceptions des divers acteurs-clés impliqués dans les processus d'innovation technique, sociale et organisationnelle (Moscovici, 1980, Jodelet, 1984 ; Leeuwis *et al.*, 2002). Ainsi, la participation active des producteurs est indispensable dans la définition des critères à évaluer, puisqu'en fin de compte ils seront les utilisateurs des aménagements techniques développés (Altieri, 2004).

Au delà de ces conséquences au niveau des systèmes de culture et de production, l'émergence de l'AC pose également la question du dépassement par les sciences agronomiques de la conception d'innovations techniques isolées pour s'intéresser à la conception de systèmes agricoles innovants permettant de gérer des objectifs multiples et souvent contradictoires (Meynard *et al.*, 2006), tant aux échelles des systèmes de culture et d'élevage (Sebillotte, 1990, Béranger et Vissac, 1993), qu'à celle de l'exploitation agricole (Giard, 1988, Aubry *et al.*, 1998). Si les 2 premières échelles permettent de rendre compte des interactions entre les techniques mises en œuvre par les agriculteurs, leur ordonnancement dans le temps et l'espace, et leurs impacts sur les processus biophysiques, la dernière reflète le fait que les agriculteurs raisonnent, décident et mettent en œuvre leurs pratiques gestionnaires, en allouant les ressources disponibles aux différents ateliers inclus dans leurs systèmes de production. Face à la diversité des moyens et ressources en jeu et des lieux d'intervention possibles dans ces systèmes complexes, la conception de systèmes agricoles innovants fait de plus en plus appel à la modélisation, pour (i) représenter les processus biophysiques, techniques et décisionnels mobilisés et (ii) évaluer les impacts des innovations proposées sur les performances des systèmes de production, difficilement mesurables par ailleurs dans le cadre d'expérimentations. La plupart de ces travaux s'intéressent d'abord aux échelles « parcelle » et « troupeau », où des modèles biotechniques, associant processus biophysiques et interventions techniques, sont conçus (Dogliotti *et al.*, 2004). Ils incluent dans certains cas une représentation des règles de décision des agriculteurs (Keating *et al.*, 2003, Chatelin *et al.*, Bergez *et al.*, 2001, Cros *et al.*, 2004). *A contrario*, peu de travaux s'intéressent à la conception de nouvelles façons de produire à l'échelle de l'exploitation. Par ailleurs l'utilisation des modèles est très souvent limitée à la sphère des chercheurs, l'implication éventuelle de conseillers agricoles se limitant en général à la fourniture de leur expertise pour paramétrer certains éléments du modèle. Or l'enjeu est de fournir aux agriculteurs et/ou à leurs conseillers une démarche et des outils leur permettant de réfléchir à l'évolution de leurs propres systèmes de production (McCown, 2002), à travers l'évaluation des différents impacts des innovations proposées par des intervenants extérieurs ou imaginées par eux-mêmes.

Résoudre ces difficultés, qui apparaissent au niveau de la conduite de l'agrosystème et de l'exploitation, relève d'un processus individuel et collectif d'apprentissages croisés entre acteurs compétents (Béguin, 2005), de confrontation d'expériences, de création de connaissances qui conduit souvent à une mise en réseau des acteurs concernés comme nous l'avons vu dans la description des terrains. Cela est guidé à la fois par des rationalités instrumentales (acquisition de connaissances et savoir-faire) mais également axiologiques, guidés par des valeurs, une passion commune permettant de rompre un isolement technique voire social, au sein des réseaux locaux de conseil et de dialogue ou de communautés de pratiques (Wenger, 1998, Triomphe *et al.*, 2007, Goulet *et al.*, 2008), qui véhiculent parfois une forte dimension identitaire (Goulet et Chiffolleau, 2006). Ces communautés de pratiques, ou plus généralement ces réseaux qu'on pourrait aussi qualifier de systèmes d'innovation (World Bank, 2006) sont également un espace de collaboration entre de nombreux acteurs intéressés par divers objets ou enjeux liés au non-labour (sol, biodiversité, couverts végétaux...) autour desquels s'organisent des réseaux sociotechniques complexes, contribuant à redéfinir en permanence les contours techniques, sociaux et écologiques de l'innovation « non-labour » (Goulet, 2008). Ces contours sont d'autant plus instables que ces objets se prêtent à des controverses où la production, la traduction et la diffusion de connaissances est un enjeu central. Le rapport à la science s'en trouve renouvelé dans deux directions

opposées qui peuvent coexister : soit une reconnaissance du rôle essentiel que joue le scientifique dans les réseaux sociotechniques ce qui favorise les démarches de recherche – action en partenariat, soit au contraire une contestation de la division fordiste de la production des savoirs entre savants et profanes qui vient questionner le rôle de la recherche dans un processus d'innovation ascendant. Au Sud, ces réseaux et cette place forte, revendicatrice, des agriculteurs et leurs associations dans les processus d'innovation AC ont une importance variable : cela a certes eu lieu au Sud-brésil (Ekboir, 2003), mais dans beaucoup de cas, la recherche a joué et joue encore un rôle central dans l'émergence et la structuration des dispositifs servant de support au processus d'innovation (Triomphe *et al.*, 2006). Beaucoup des projets correspondants n'optent pas forcément pour une démarche participative (Baudron *et al.* 2007, Boahen *et al.*, 2007). Lorsque c'est cependant le cas, des défis particuliers se posent pour assurer des négociations équitables et une gouvernance partagée des dispositifs (Hocdé *et al.*, in press), ou pour identifier des étapes permettant un véritable travail de conception en partenariat entre les chercheurs, les conseillers et les agriculteurs (Mischler *et al.*, 2008). Dans tous les cas, les démarches, méthodes et outils permettant d'organiser efficacement le travail en partenariat sont nombreux (Liu, 1997; Gonsalves *et al.* 2005).

Les apprentissages mobilisés dans ces processus présentent deux caractéristiques :

- La première tient à l'importance des mutations qui sont en jeu au plan des apprentissages réalisés par les acteurs. Lorsqu'on parle d'apprentissage, on désigne le plus souvent l'acquisition de connaissances ou de pratiques qui s'effectuent dans un cadre donné et déjà stabilisé de pensée et d'action. Mais l'agriculture de conservation demande une remise en cause de ce cadre, de ces connaissances et de ces pratiques stabilisée, parce que les objets de l'action ou les mobiles poursuivis ne correspondent plus aux besoins ou aux réalités (Béguin, 2007). On rejoint là une des distinctions opérée par Lemasson *et al.* (2007), entre conception réglée et conception innovante
- En second lieu, ces apprentissages s'effectuent entre acteurs compétents, ce sont des apprentissages croisés. Or ces derniers sont le plus souvent définis comme des interactions entre experts et novices. En outre, ils sont implicitement définis comme un mouvement « vertical », allant vers des possibilités toujours supérieures de maîtrise, et qui fixe donc ordre et valeur objective. Or l'apprentissage entre acteurs compétents, c'est également un mouvement « horizontal », qui renvoie aussi à la manière dont des acteurs hétérogènes s'influencent réciproquement, et renforcent réciproquement leurs positions au sein de réseaux socio-techniques (Béguin, 2005).

Définir des modèles de l'apprentissage, et du développement des systèmes d'activité (des agriculteurs, mais également des chercheurs), constitue un enjeu pour appréhender les dynamiques d'innovation en partenariat ainsi qu'une nécessité pour définir des méthodes bien fondées.

L'enjeu est donc de produire des connaissances et de concevoir des dispositifs pertinents pour accompagner un processus d'innovation de rupture qui, à partir d'une intensification de l'usage des processus écologiques d'un côté, et d'une approche renouvelée des relations entre acteurs de l'autre, puisse contribuer à une gestion plus durable de la production agricole, notamment en terme de valorisation des ressources disponibles, de services écologiques remplis, et de renforcement des capacités future d'innovation. Cette rupture se manifeste à trois niveaux : (1) une profonde modification du fonctionnement biophysique nécessitant des connaissances nouvelles (2) la nécessité d'adapter les systèmes techniques nécessitant des références, des outils d'évaluation et de conception spécifiques (3) l'émergence de réseaux socio-techniques renouvelés pour partager et générer des connaissances et des pratiques innovantes, et pour participer à la refonte des rapports entre agriculture, nature, science, et société. Les fortes interactions existant entre ces niveaux amènent à développer une approche interdisciplinaire de conception/évaluation combinant analyse intégrée du fonctionnement de l'agrosystème et accompagnement en partenariat des processus d'innovation.

3 Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet

Comme l'illustre la revue présentée dans la section 2, l'AC apparaît comme le vecteur de deux processus dynamiques en interaction (Figure 2) :

- un processus de transformation de l'agrosystème, de nature à fournir des services écosystémiques grâce à l'amplification de processus écologiques, en particulier ceux liés aux interactions entre matière organique et êtres vivants ;
- un processus d'innovation sociotechnique individuel et collectif de nature à assurer les objectifs de l'agriculteur et à contribuer au développement durable, où la construction et la diffusion de connaissances jouent un rôle central dans l'apprentissage, la conception et l'évaluation d'innovations en partenariat.

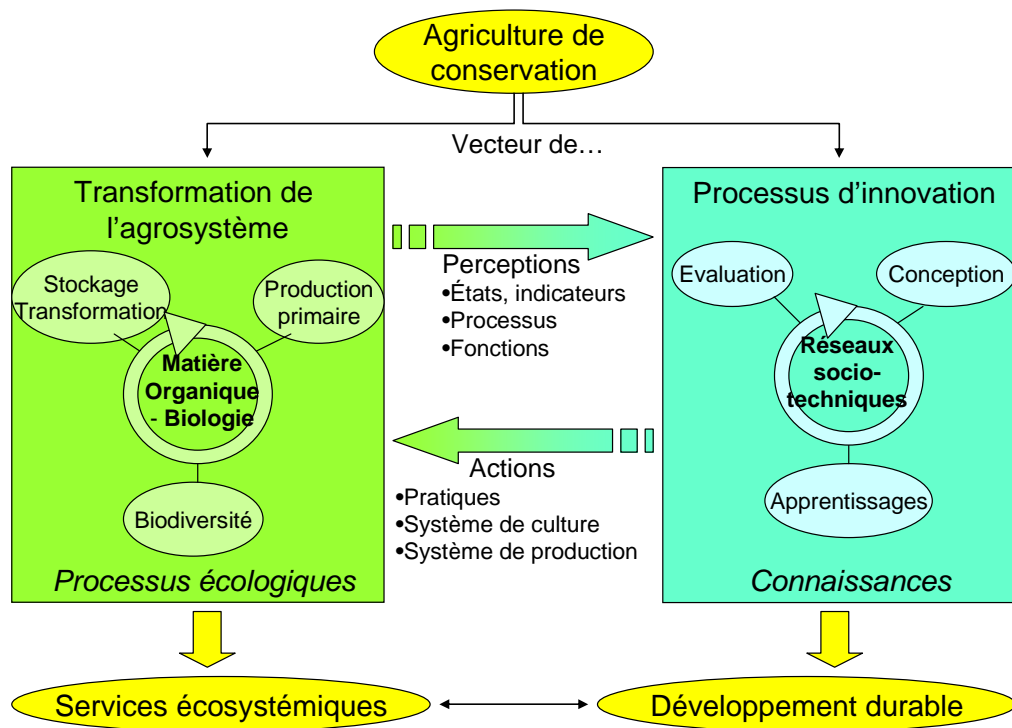


Figure 2 : Processus écologiques et processus d'innovation en AC

Les transformations de l'agrosystème se font sous la dépendance des actions générées dans le cadre d'un processus d'innovation : changements et ajustements de pratiques, de systèmes de culture, de systèmes de production. Inversement le processus d'innovation est alimenté par les transformations de l'agrosystème à travers les perceptions qu'en ont les acteurs : évolution des états du milieu, indicateurs utilisés pour les évaluer, attention portée à de nouveaux processus ou de nouvelles fonctions écosystémiques (comme la conservation des sols ou la biodiversité).

L'ambition de ce projet est de coupler l'analyse de ces deux processus et de leur dépendance réciproque, ce qui nous semble essentiel pour comprendre et accompagner les changements de pratiques mais aussi original par rapport aux travaux passés. En effet, étudier les transformations de l'agrosystème indépendamment du processus d'innovation conduit à faire comme si les pratiques n'évoluaient pas en réaction à ces transformations, ou comme si on pouvait passer directement de systèmes conventionnels à des systèmes AC stabilisés, sans transition. Ceci n'est pas le cas dans la réalité dans la mesure où les acteurs ajustent leurs façon de faire (les agriculteurs) et leurs propositions (les techniciens, les chercheurs) en fonction de ce qu'ils perçoivent de l'évolution du milieu sous l'effet de l'AC. A l'inverse, étudier le processus d'innovation sans approfondir les transformations de l'agrosystème conduit à négliger l'importance dans les relations sociales des objets comme le sol, les plantes de couverture ou les équipements, qui sont pourtant une source constante d'apprentissage individuel et collectif.

L'objectif général du projet PEPITES est de produire des connaissances sur les processus écologiques, les processus d'innovation et sur leurs interactions en agriculture de conservation pour évaluer et concevoir des systèmes techniques au travers de dispositifs d'accompagnement innovant.

L'originalité de l'approche proposée réside aussi dans notre choix de nous écarter volontairement des modèles diffusionnistes combinant production de connaissances d'un côté et transfert technique d'un autre, qui dominant encore largement aujourd'hui les façons de travailler en AC au niveau international. Ces modèles, inspirés de la révolution verte, tendent à considérer l'AC comme une panacée technique universelle, qu'il s'agit simplement d'adapter localement et de diffuser. Nous chercherons au contraire à développer une analyse fine du processus d'innovation pour orienter la production de connaissances et mettre en œuvre des dispositifs d'accompagnement pertinents. Cela nous a conduit à développer un partenariat structurant avec les acteurs de terrain.

Une des forces de notre projet tient à son caractère intégrateur à la fois en termes de disciplines et d'échelles Il mobilisera en effet des équipes de biophysiciens et d'écologues travaillant sur la matière organique et la biologie du sol, des agronomes et des économistes travaillant au niveau des systèmes de cultures et des

systèmes de production, et des chercheurs en sciences sociales travaillant au niveau des réseaux sociotechniques. Un souci permanent sera de porter un regard interdisciplinaire sur les outils, méthodes et produits de chaque tâche. Deux modalités complémentaires seront mises en œuvre pour y arriver. La première visera à articuler la production de connaissances entre différents niveaux non pas de façon linéaire, mais de façon à créer des processus de retro-alimentation en boucle entre les différentes tâches (voir § 7). Une telle démarche est particulièrement pertinente pour l'étude de systèmes AC réels, mis en œuvre par les agriculteurs, permettant que les connaissances, indicateurs et outils développés puissent alimenter en temps réel la réflexion des acteurs. La deuxième modalité consistera à développer des réflexions transversales, avec l'objectif d'assurer une animation scientifique effective sur un thème ou un objet méthodologique partagé, débouchant sur une capitalisation scientifique des réflexions et résultats correspondants (voir § 5 sur tâches transversales).

Une autre particularité et originalité du projet PEPITES est la prise en compte de la temporalité dans les processus d'innovation en AC, que l'on retrouve à tous les niveaux d'échelle présentés au paragraphe précédent : transformations de l'agrosystème, apprentissage et évolution des pratiques, évolution des exploitations et des réseaux sociotechniques. Cette prise en compte se fera à travers l'analyse des dynamiques d'évolution des pratiques, des systèmes de production, des apprentissages croisés et par l'utilisation des outils de modélisation, que ce soit pour analyser le fonctionnement et l'impact à long-terme des systèmes AC, ou pour favoriser les partages d'expérience entre acteurs. Cela conduira aussi à accorder une place centrale à l'analyse réflexive lors des phases d'intervention, permettant des ajustements en temps réel des dispositifs d'intervention sur la base d'une évaluation partagée des étapes précédentes.

Enfin une des forces du notre projet est la diversité et de la complémentarité des situations de terrains choisies (voir § 5).

Les principaux verrous scientifiques et techniques à lever dans ce projet seront la construction de l'interdisciplinarité, la production de connaissances et de méthodes génériques permettant le passage du local au global, l'articulation des approches entre les différents niveaux d'échelle, la mise en œuvre de dispositifs d'intervention en partenariat.

4 Positionnement du projet

Ce projet s'intéresse à l'agriculture de conservation en tant que cas d'étude de l'émergence de systèmes de culture complexes, vecteurs d'intensification écologique et de processus originaux d'innovation multi-acteurs. Etudier les systèmes AC offre l'occasion de générer des résultats potentiellement utiles pour la grande majorité des agricultures productrices de grains, au Nord et au Sud, tout en répondant aux défis contemporains pressants concernant l'adaptation active des sociétés et des agricultures au changement climatique, le renouvellement des sources d'énergie et la production durable à coûts modérés d'aliments de qualité pour l'alimentation des sociétés humaines.

Ce projet présente une dimension interdisciplinaire forte, nécessaire pour analyser l'articulation entre des processus biotechniques et des processus d'innovation. Cela le différencie des projets passés portant sur le non labour et l'agriculture de conservation qui étaient pour la plupart centrés sur les sciences biophysiques et techniques, pour certains sur les sciences économiques et sociales mais très peu à l'interface. Cela le place également dans la lignée du projet ADD Discotech (auquel collaborent 13 chercheurs partenaires de PEPITES) dont les résultats seront repris dans le cadre de ce projet.

Tout en proposant une approche large, interdisciplinaire et multi-échelles, des choix stratégiques ont été faits pour restreindre le champ d'étude du projet, étant donné les limites de financement et des considérations pragmatiques sur l'opérationnalité des activités. Ainsi, le projet n'aborde pas l'ensemble des processus écologiques modifiés par l'AC, mais se centre sur les interactions entre matière organique et organismes du sol, qui jouent un rôle central dans la vie biologique et la fertilité des sols, et dans les services écologiques rendus par les agrosystèmes. Inversement, les processus liés à l'évolution des états physiques du sol ne seront pas étudiés ; seuls seront caractérisés ceux ayant un impact sur la matière organique ou l'activité biologique. La dynamique naturelle de bio-agresseurs sera abordée en se limitant aux pestes telluriques et en liaison avec l'évolution de la matière organique. La question de l'usage des pesticides sera abordée à travers l'analyse croisée de (1) l'évolution des pratiques phytosanitaires des agriculteurs et de leurs apprentissages, (2) l'utilisation de plants de couverture pour réduire la pression d'adventices (3) l'impact des mulchs pour limiter les flux de pesticides entrant dans le sol. Enfin, les services écosystémiques et les externalités des systèmes AC seront appréhendés uniquement sous la forme d'indicateurs fonctionnels relatifs aux flux et aux disponibilités.

Des considérations similaires ont amené à limiter le travail sur les processus d'innovation, en le centrant sur l'analyse de l'évolution des pratiques des agriculteurs, du fonctionnement des exploitations et des réseaux sociotechniques, échelles privilégiées des mécanismes individuels et collectifs d'apprentissage et d'appropriation. Par contre, les dimensions plus institutionnelles et politiques des processus d'innovation, ou celles liées aux aspects identitaires, aux représentations des acteurs ou encore aux processus psycho-cognitifs ne seront pas traités, malgré leur intérêt intrinsèque.

En termes d'échelle, le choix a été fait d'en privilégier quatre: la parcelle, le système de culture, le système de production, le réseau sociotechnique, permettant une bonne appréhension des processus écologiques et d'innovation. Ce choix déjà large ne couvre pas cependant toutes les échelles pertinentes, dont celle des territoires et leur gestion, ou les échelles nationales ou internationales. Nous n'aborderons donc pas malgré leur pertinence les thématiques comme la gestion des biomasses à l'échelle collective, les phénomènes d'érosion au niveau de bassins versants, ou l'influence de l'environnement macro-économique ou des politiques publiques par exemple. Là encore, de telles approches auraient demandé des compétences spécifiques et un élargissement trop important et non opérationnel du projet.

Par rapport aux **axes thématiques Systerra**, le projet se positionne principalement sur l'axe 1 (intensification écologique des systèmes de production) à travers l'analyse des processus biogéochimiques transformant l'agrosystème (1.1) et l'évaluation / conception de modalités de pilotage des fonctions écologiques (1.2) en AC. Le projet contribuera aussi à l'axe 2 à travers les études sur les systèmes complexes associant plusieurs espèces (2.2) : culture commerciale et plante de couverture. Il contribuera également à l'axe 4 à travers l'analyse de la construction d'indicateurs de services écologiques et des controverses dont ils sont l'objet (4.1) et le développement de concepts et de méthodes de modélisation des systèmes complexes (4.2) intégrant différentes échelles en interaction, des dynamiques d'action collective et des processus d'apprentissage.

En termes de **caractéristiques générales attendues**, ce projet répond avant tout à l'exigence de développer des approches intégrées et interdisciplinaires de la diversité des fonctions, des usages et des usagers des agrosystèmes (Figure 2). Son ancrage dans les quatre terrains d'étude permettra d'analyser l'usage des ressources par une diversité d'acteurs sur le terrain, au sein de réseaux sociotechniques où s'organisent des échanges et des apprentissages croisés. Notre posture ne sera pas uniquement d'observer ces processus et ces dispositifs mais également d'intervenir pour accompagner l'évolution des pratiques et d'organiser une réflexivité sur ces transformations en termes de changement technique et social. L'intégration de processus se déroulant aux quatre niveaux d'échelle rappelés plus haut sera un point clé pour analyser l'articulation entre processus écologiques et processus d'innovation et proposer des modalités d'accompagnement adaptées. Une des forces du projet est de s'appuyer sur un partenariat large (voir § 8), aussi bien pour les partenaires non chercheurs (associations d'agriculteurs, coopérative, firme privée, chambres d'agriculture...) que pour les chercheurs (sciences biophysiques, agronomie, sciences sociales) et les enseignants (enseignement supérieur public et privé). Ce partenariat permet également de couvrir des activités de recherche dans différents pays (France, Brésil, Madagascar), de combiner différentes approches méthodologiques (observations de terrain, enquêtes, expérimentations, conception de prototypes, modélisation) et de développer des collaborations entre plusieurs organismes de recherche (INRA, CIRAD, IRD). Une attention particulière a été portée à la construction d'une interdisciplinarité au sein de ce projet.

5 Description des travaux : programme scientifique et technique

Le projet est structuré en 9 tâches (plus une tâche 0 'gouvernance' décrite au § 7), articulées entre elles (Figure 3, § 7), de manière à répondre à 2 ambitions principales :

1. **Etudier l'usage des processus écologiques au sein d'un processus d'innovation** → **Tâches 1 à 6**. Cela nécessite une approche pluridisciplinaire articulant les sciences biophysiques (tâches 1 et 2), l'agronomie des systèmes de culture (tâches 3 et 4) et des systèmes de production (tâche 5) et la sociologie (tâche 6). L'analyse du processus d'innovation (tâche 6) est centrée sur l'étude de la production et de la transformation des connaissances au sein des réseaux sociotechniques et des modalités de coopération entre acteurs. Une attention particulière sera portée à l'analyse de la dynamique de changements des pratiques des agriculteurs, aux indicateurs et connaissances qu'ils mobilisent et au processus d'apprentissage. L'approche structurelle et fonctionnelle des systèmes de production (tâche 5) permettra de comprendre et de simuler la diversité de ces systèmes et d'expérimenter avec les agriculteurs et les conseillers des outils d'aide à la réflexion prospective sur les transformations envisageables de ces systèmes de production. Les transformations des systèmes de culture (tâche 3) seront approfondies par des études en station de recherche couplant expérimentation et modélisation du fonctionnement de systèmes innovants combinant

non labour et utilisation de plantes de couvertures en cultures associées. L'accent sera mis sur l'usage de processus écologiques (facilitation, compétition) qui sont amplifiés par l'usage de ces couverts et qui pourraient améliorer leurs performances agronomiques et environnementales. Une étude plus approfondie des processus écologiques résultant des interactions entre matières organiques et êtres vivants (tâches 1 et 2) sera menée de manière à fournir des connaissances et des indicateurs utiles pour raisonner l'adaptation des pratiques aux changements du milieu et pour évaluer les services écologiques rendus. Les indicateurs et les cahiers des charges issus de ces activités menées à différentes échelles (parcelle, système de culture, système de production, réseau sociotechnique) seront utilisés pour mener une évaluation *ex-ante*, multicritère et multi-acteurs des performances de systèmes de culture innovants en AC (tâche 4).

2. **Développer une approche transversale interdisciplinaire pour répondre aux enjeux et aux objectifs du projet → tâches 7 à 9.** La transversalité sera en partie assurée par les articulations entre les différentes tâches du projet (Cf § 7). Pour aller au-delà de ces relations fonctionnelles entre tâches et renforcer la construction de l'interdisciplinarité, 3 axes transversaux ont été inclus de manière à répondre aux questions suivantes : quels développements méthodologiques particulièrement en termes de modélisation sont nécessaires pour accroître la capacité de la recherche à accompagner les processus d'innovation (tâche 7) ? Comment impliquer la recherche dans des démarches et des dispositifs en partenariat pour accompagner l'évolution des pratiques (tâche 8) ? Comment contribuer à la formation et au transfert des connaissances (tâche 9) ?

Les travaux conduits dans ce projet se dérouleront sur les quatre terrains présentés au § 2. Ces terrains ont été choisis en raison de leur intérêt par rapport aux thématiques traitées dans le projet et de la diversité qu'ils permettent d'explorer en se fixant deux conditions importantes pour la bonne marche du projet :

- Chaque terrain inclut (i) un dispositif de recherche sur le non labour et les couverts végétaux conduit par une institution scientifique, (ii) des parcelles en AC conduites par des agriculteurs (iii) un ou plusieurs dispositifs d'accompagnement incluant les principaux acteurs du développement de l'AC.
- Chaque terrain dispose hors projet des ressources additionnelles qui permettent de contribuer significativement à la mise en œuvre des activités inscrites dans le projet. Cela permet de renforcer les possibilités effectives d'intégration et d'interdisciplinarité au sein de chaque terrain, et d'assurer une mobilisation adéquate de partenaires locaux non financés sur le projet.

Nous nous appuyerons donc sur des dispositifs existants, dans lesquels les partenaires du projet sont déjà fortement impliqués :

- Terrain 'France grandes cultures'. Le dispositif de recherche s'appuie sur une expérimentation longue durée (INRA Versailles) mise en place en 1998 pour comparer 4 systèmes de culture (semis direct sous couvert, biologique, intégré et intensif) et sur deux essais (INRA Grignon) où sont testées depuis 2003 différentes modalités d'association avec des plantes de couverture. Le dispositif d'accompagnement inclut les principaux acteurs du développement de l'AC en France (voir § 8 sur le partenariat) : association d'agriculteurs, revue spécialisée, firme privée, coopérative, chambre d'agriculture, recherche.
- Terrain 'France agriculture biologique'. Le dispositif de recherche comprend un dispositif expérimental et un réseau de parcelles d'agriculteurs où sont testées depuis 2005 différentes modalités de travail du sol et d'utilisation des couverts en AB. Un réseau constitué d'agriculteurs, d'agronomes, de conseillers techniques spécialisés en AB des chambres d'agriculture et des associations, s'est constitué en 2005 pour partager des connaissances et tester les techniques d'AC en agriculture biologique.
- Terrain 'Brésil'. Le dispositif de recherche comprend un essai contrôlé placé à l'École technique agricole d'Unai dans les Cerrados sur des systèmes en relais Maïs-plantes de couverture. Un réseau de parcelles test de maïs en AC en milieu paysan a été mis en place dans les deux régions en collaboration avec les associations de producteurs de chaque « assentamento » ainsi qu'avec le syndicat qui les structure dans chaque localité. Dans les deux cas un effort important a été porté sur l'articulation avec la formation de jeunes producteurs ou techniciens locaux et l'école technique agricole d'Unai ou l'école familiale rurale à Uruará sont parties prenantes de l'ensemble des activités, faisant intervenir largement leurs étudiants sur les dispositifs du projet.
- Terrain 'Madagascar'. Le dispositif englobe un essai contrôlé sur la matrice du Fofifa sur les hautes terres et des réseaux de parcelles en milieu paysan pratiquant les systèmes en AC, tant dans les hautes terres que dans la région du lac Alaotra. Des systèmes de maïs ou de riz pluvial sont testés en semis direct avec plantes de couvertures en succession ou en rotation. Ces parcelles sont mises en place et accompagnées par différents acteurs du développement local (ONG, institut national de développement...), le dispositif est également suivi par la recherche qui intervient à différents niveaux.

Tâche n°1 : Fonctionnement biologique des sols en AC : production d'indicateurs biologiques et rôle de la faune du sol (Coordinateur : Eric Blanchart)

L'objectif de cette tâche est d'étudier l'impact des pratiques agricoles mises en œuvre en AC sur certains organismes du sol et d'analyser l'impact de ces changements de biocénose et de biotope sur certains processus écologiques. Le choix de ces organismes et de ces processus étudiés est dicté par la volonté (1) de fournir des connaissances sur le rôle fonctionnel des organismes du sol qui pourront être remobilisées sur les autres tâches du projet (2) de fournir des indicateurs biologiques d'état et de fonctionnement du sol pertinents pour la gestion de ces agrosystèmes et l'évaluation des services écosystémiques : biodiversité, dynamique de la matière organique, cycles bio-géochimiques. On s'intéressera notamment aux communautés d'ingénieurs du sol qui participent à la décomposition et à l'incorporation des résidus organiques, de nématodes connues pour être un bon indicateur du fonctionnement microbien, de pathogènes qui peuvent être favorisés par l'AC et de microorganismes impliqués dans le cycle de l'azote et du carbone. Ces études seront menées sur des situations expérimentales et des parcelles d'agriculteurs choisies à l'issue de l'activité 0.4 (Cf § 7) de manière à étudier ces processus génériques sur une diversité de situations en terme de conditions pédo-climatiques, de pratiques et d'âge du système en AC.

Activité 1.1 : Indicateurs biologiques du fonctionnement des sols en AC

On s'intéressera à fournir des indicateurs portant sur la densité, la biomasse et la diversité des groupes fonctionnels de macrofaune (géophages, détritivores, pathogènes, prédateurs...) et de nématodes. D'un point de vue microbien, on caractérisera, en mésocosmes, dans des situations modèles, la structure et la densité des communautés fonctionnelles liées aux cycles du C (saprophytes champignon, actinomycètes) et de l'azote (communautés nitrifiantes, dénitrifiantes) en lien avec la tâche 2. Le choix d'indicateurs spécifiques, pertinents pour la gestion de ces agrosystèmes sera raisonné en concertation avec les partenaires scientifiques et les acteurs de terrain dans le cadre de l'activité 0.4. La macrofaune du sol sera échantillonnée selon la méthode TSBF (Anderson & Ingram, 1993). Les organismes du sol sont extraits manuellement de monolithes de sol. Les nématodes seront collectés à partir d'échantillons composites de sol grâce à la méthode d'élutration de Seinhorst ; ils seront ensuite comptés puis fixés et identifiés (groupes taxonomiques et fonctionnels).

Activité 1.2 : Rôle de la faune du sol dans le fonctionnement des sols en AC

Les résultats issus de l'activité 1.1 permettront de définir des situations d'intérêt pour étudier plus spécifiquement le rôle de certains groupes d'organismes sur le fonctionnement du sol sous AC. On pense notamment aux vers de terre et aux larves de Coléoptères qui apparaissent généralement comme les organismes dont les populations sont le plus stimulées par l'absence de travail du sol et la présence de mulch en surface (Blanchart *et al.*, 2007). On étudiera en mésocosmes de terrain l'effet de ces organismes (en comparaison avec des témoins sans organismes) sur la décomposition et l'enfouissement des mulch, la protection physique de la matière organique et la diversité et l'activité des microorganismes impliqués dans les cycles de C et N. L'utilisation de résidus marqués C13 permettra de mieux comprendre le rôle de ces organismes dans la dynamique de la matière organique.

Le risque essentiel de cette tâche est de se disperser sur une multitude d'objets en raison de la complexité du fonctionnement biologique du sol et de la multiplicité d'agents biologiques qui contribuent à ce fonctionnement. Il sera donc essentiel de cibler les recherches de manière à fournir les connaissances les plus pertinentes pour alimenter l'action et évaluer les services écologiques. Ces choix seront discutés en concertation avec tous les partenaires dans le cadre de la tâche 0 (gouvernance). Un autre risque est la très forte interdépendance avec la tâche 2 ; nous y reviendrons dans la description de la tâche 2.

Tâche n°2 : Dynamique des matières organiques dans les sols (Coordinatrice : Sylvie Recous)

La tâche 2 portera sur la dynamique des matières organiques dans le sol, et particulièrement les conséquences des entrées de résidus végétaux et de leur localisation, sur les stocks et les flux de carbone et d'azote, les activités microbiennes associées, le transport et devenir des solutés (carbone soluble, nitrate), la réactivité des matières organiques vis-à-vis des pesticides.

La localisation des résidus végétaux dans les sols, détermine un certain nombre de facteurs climatiques, physiques, chimiques et biologiques de leur environnement qui influencent en retour leur décomposition. D'une part les propriétés intrinsèques aux résidus (nature biochimique et caractéristiques physiques et morphologiques) leur confèrent un certain nombre de propriétés, comme la proportion de composés solubles

(susceptibles de migrer dans le sol) ou insolubles, la récalcitrance chimique intrinsèque, la richesse en azote, l'hydrophobicité, la réactivité ; d'autre part leur localisation va déterminer leur distribution sur ou dans le sol, et les modalités de la colonisation microbienne des résidus. La nature et dynamique des matières organiques déterminent aussi les propriétés de réactivité vis-à-vis d'autres molécules. Ces facteurs interagissent et déterminent l'intensité des processus écologiques sur lesquels sont basés l'AC : le taux et la durée de couverture du sol par les mulchs, la disponibilité des éléments minéraux, la nature, quantité et distribution de la matière organique stabilisée, l'intensité et la localisation des activités microbiennes, l'adsorption et la dégradation des pesticides. Seule une approche couplée d'expérimentation et de modélisation, permet d'identifier les facteurs clés de ces effets, et extrapoler les conclusions à des conditions environnementales ou agronomiques variées.

Activité 2.1 : caractérisation des composantes physiques et biochimiques des mulchs de végétaux représentatifs des systèmes de culture explorés par les essais au champ et des parcelles conduites par des agriculteurs. Comme pour la tâche 1, le choix de ces situations et des indicateurs les plus pertinents pour l'action sera conduit dans l'activité 0.4. Il s'agit notamment de caractériser leurs caractéristiques biochimiques, leurs propriétés de rétention d'eau et d'hydrophobicité qui vont gouverner leur vitesse de décomposition, la dynamique de l'eau et des solutés (carbone soluble) sous jacentes au mulch. Différentes approches seront combinées pour évaluer les indicateurs les plus pertinents pour étudier ces processus : surface spécifique, caractérisations Van Soest, fractionnements granulométriques, mesures d'angles de contact, composition chimique.

Activité 2.2 : étude des effets des mulchs sur le devenir du C (minéralisation, humification), la minéralisation-organisation des éléments majeurs (N, P) et le transport (C soluble, nitrate, pesticide). On mettra en œuvre expérimentalement un petit nombre de situations « modèles » représentatives des situations réelles (colonnes de sol reconstituées ou colonnes de sol intactes avec mulch de résidus) permettant d'observer conjointement la décomposition des résidus (marqués ou non), les modalités de colonisation et activités microbiennes et leur distribution au sein du sol, le transport de solutés, et de contaminants. Une série d'expérimentations spécifiques seront menées avec les pesticides sélectionnés sur une petite variété de mulch de résidus végétaux prélevée au champ pour évaluer la part de pesticide (et/ou de ses métabolites) facilement extractible, minéralisée ou fortement liée. La part minéralisée sera reliée à l'activité microbienne étudiée dans la tâche 1. Ces études serviront à tester le modèle *Pastis_Mulch* modifié et adapté aux situations de l'AC (activité 2.3).

Activité 2.3 : adaptation de modèles C-N et validation à partir des données expérimentales obtenues.

Cette activité mettra en œuvre deux modèles, dont les objectifs sont différents :

- Le modèle PASTIS est un modèle mécaniste, monodimensionnel qui permet de décrire les biotransformations du carbone et de l'azote, et qui est couplé à un modèle de transport qui simule les échanges de température, d'eau et de solutés (Garnier *et al.*, 2001). Ce modèle a été couplé à un module Mulch (Findeling *et al.*, 2007) qui décrit les principaux processus physiques et biologiques d'un mulch en décomposition. L'objectif est d'étendre le domaine de validité du module mulch pour décrire la diversité des situations couvertes par le projet. L'objectif est aussi d'adjoindre à ce modèle *Pastis_Mulch* un module de transport du Carbone soluble, et d'interaction avec les molécules pesticides, permettant de décrire les effets des modes de conduite sur les différents services écologiques abordés (quantité et localisation de la matière organique humifiée, activités microbiennes, disponibilité de l'azote, dynamique et transport des contaminants). L'utilisation d'un tel modèle couplé est le seul moyen d'interpréter les interactions entre les différents facteurs comme la localisation des matières organiques, la nature chimique des résidus, le fonctionnement microbiologique et la dynamique des transferts. C'est donc un modèle pour comprendre.
- L'autre modèle sera le modèle sol-plante STICS (Brisson *et al.*, 1998, Nicolardot *et al.*, 2001) décrivant la croissance végétale, les flux d'eau et d'azote et la décomposition des résidus végétaux dans les agrosystèmes. Ce modèle a été récemment testé en AC au Brésil (Maltas, 2007), et comporte un module MULCH permettant de prendre en compte spécifiquement les effets du non labour et de la non incorporation des résidus végétaux. Les activités 2.1 et 2.2 serviront à paramétrer ce modèle pour permettre les activités menées au sein de la tâche 3 (activité 32).

Les tâches 1 et 2, centrées sur les interactions entre matières organiques et agents biologiques, sont donc étroitement dépendantes l'une de l'autre ce qui peut présenter des risques pour leur réalisation. Ce risque sera limité par (1) le choix de situations communes pour mener ces recherches ce qui permettra de valoriser les complémentarités entre les équipes impliquées et d'analyser les interactions entre états biologiques, organiques et processus bio-physiques (2) des expériences de collaborations passées sur ces thématiques entre les équipes

impliquées (3) une gouvernance du projet qui permettra une coordination et des ajustements en fonction de l'avancée des travaux (tâche 0).

Tâche n°3 : étude du fonctionnement de systèmes innovants en AC valorisant des processus écologiques. (Coordinateur : Eric Scopel)

L'objectif est d'étudier le fonctionnement et d'évaluer les performances de systèmes de culture en AC susceptibles d'intensifier l'usage des processus écologiques. Nous avons choisi de nous focaliser sur le rôle des plantes de couverture implantées en interculture ou en cultures associées. L'hypothèse principale est que ce couvert végétal peut être utilisé pour favoriser l'usage de processus écologique favorables à deux niveaux : (1) les relations trophiques qui s'établissent entre les populations végétales (culture, couvert, adventices) sont susceptibles de générer de la facilitation (étouffement des adventices, valorisation globale des ressources, remobilisation ou fixation symbiotique de l'azote, etc.) et (2) le devenir de ce couvert végétal modifie le mulch (quantité plus importante, qualité) jouant sur les processus étudiés dans les tâches 1 et 2 avec des conséquences en termes de fertilité du milieu et de services écosystémiques. En contrepartie, la cohabitation de différentes espèces dans le cas de plantes de couverture associées peut, en fonction des espèces et de leur gestion dans le temps et l'espace, amener à des phénomènes de compétition pour certaines ressources pouvant porter préjudice aux performances de la culture principale cultivée.

Il s'agit ici de développer une approche combinant expérimentations agronomiques et modélisation pour produire des connaissances plus intégrées sur le fonctionnement et la conduite du champ cultivé valorisant les connaissances acquises sur les processus biophysiques (tâches 1 et 2) et sur les pratiques des agriculteurs (tâches 5 et 6).

Activité 3.1 : étude expérimentale des processus de facilitation et de compétition

L'approche expérimentale sera principalement conduite en station de recherche pour pouvoir contrôler et instrumentaliser suffisamment le dispositif. Différentes modalités de couverture végétale seront comparées à des témoins sans couverts et/ou avec travail du sol. L'accent sera en particulier mis sur les associations céréales – légumineuses qui sont potentiellement les plus intéressantes (Cf § 2). Des suivis de l'évolution des états du milieu et du peuplement seront réalisés : bilan radiatif (capteurs PAR), bilan hydrique (sondes TDR), statut azoté (dosages), mesures du développement et de la croissance de la culture des plantes de couverture et des adventices. Ces études seront réalisées sur un terrain nord et un terrain sud pour explorer une diversité de conditions pédo-climatiques et de conditions de production (agriculture conventionnelle vs agriculture biologique, conditions tempérées vs conditions tropicales). Cela sera complété par un suivi plus léger de parcelles d'agriculteurs (choisies dans l'activité 0.4) ayant testé des solutions techniques similaires visant à améliorer les performances agronomiques et écologiques de leurs systèmes.

Activité 3.2 : modélisation du fonctionnement des cultures

Nous emploierons les modèles STICS et PASTIS, déjà testés sur ce type de systèmes de culture, et mis en œuvre dans la tâche 2. Ils seront évalués à partir des données expérimentales résultant de l'activité 3.1 et utilisés pour affiner l'analyse des processus de compétition et de facilitation. Ils permettront en particulier d'accéder à des variables difficilement mesurables (comme les flux d'eau, de carbone et d'azote ou les niveaux de stress), de dissocier les processus à l'œuvre dans l'équilibre compétition / facilitation

Activité 3.3 : utilisation du modèle STICS pour produire des indicateurs de performances agronomiques et écologiques à l'échelle du système de culture. Nous réaliserons une analyse de sensibilité des sorties du modèle (indicateurs) aux conditions pédo-climatiques et aux modalités de conduite de la culture (fertilisation azotée, dates de semis etc.). Ces modalités seront en particulier définies à partir de l'analyse de la diversité des pratiques des agriculteurs menée dans les tâches 5 et 6, les conditions de production en bio avec forte incidence potentielle d'adventices pourra aor être prospecté. Ces indicateurs alimenteront l'analyse multi-critères menée dans la tâche 4.

Cette tâche présente peu de risques pour la partie expérimentale car les dispositifs sont déjà en place sur les terrains du projet et deux thèses de doctorat (une en France et une au Brésil) sont d'ores et déjà commencées sur cette thématique. La modélisation présente toujours le risque d'une mauvaise capacité du modèle à simuler les résultats observés. Ce risque est limité car ces modèles ont déjà été utilisés avec succès sur ce type de systèmes par les partenaires du projet.

Tâche n°4 : Evaluation ex-ante, multicritère et multi-acteurs, des performances des systèmes de culture innovants en AC. (Coordinatrice : Frédérique Angevin)

Cette tâche a pour objectif de développer une démarche intégrée d'évaluation multicritère et multi-acteurs des performances respectives des systèmes en AC par rapport aux systèmes traditionnels (ces systèmes pouvant déjà être multiples), en renseignant *a priori* dans quelles circonstances les systèmes en AC sont susceptibles d'améliorer les performances agronomiques, économiques et environnementales des systèmes de culture. De telles approches ont déjà été utilisées dans le domaine de l'agronomie. Ainsi, certains partenaires du projet ont utilisé la méthodologie Dex (Bohanec, 2003), implémentée dans le logiciel Dexi (Bohanec, 2008) pour l'évaluation *ex ante* de l'impact d'innovation variétales (Bohanec et al, sous presse) ou de la durabilité de systèmes de culture « en rupture » (Sadok *et al.*, 2007). Cette approche basée sur des critères qualitatifs s'avère en effet pertinente pour des évaluations menées *a priori* (Sadok *et al.*, 2008). Par ailleurs d'autres partenaires du projet ont plutôt abordé cette question par le biais de la modélisation bio-économique et de l'optimisation multi-objectif en programmation linéaire (Bonnal *et al.* 2001; Dogliotti *et al.*, 2003). Dans les deux cas, ces démarches d'évaluation ex-ante ont pour objet d'alimenter la réflexion collective des différents acteurs et d'orienter le processus de co-conception de systèmes innovants et durables en AC. La transparence de la construction et de la paramétrisation en entrée des outils, le formalisme des sorties, sont en effet des atouts pour favoriser les échanges entre acteurs de l'AC.

Activité 4.1 : Analyse des cahiers des charges de conception de nouveaux systèmes de culture en AC

Une phase initiale, principalement bibliographique, fera le point sur les critères ayant déjà été utilisés dans d'autres approches d'évaluation *ex ante* d'innovations. Les résultats de cette première approche pourront servir de support de discussion lors de la seconde phase dont l'objectif est de déterminer, à partir des cahiers des charges de conception définis par les acteurs (tâches 5 et 6), les critères qu'ils jugent pertinents pour l'évaluation des nouveaux systèmes de culture en AC. A l'échelle de l'exploitation, ces critères pourront porter sur la pertinence par rapport aux objectifs/stratégies du producteur et l'efficacité, en particulier économique, d'utilisation de ses ressources ou facteurs de production. A l'échelle du champ, ils pourront concerner la résolution de problèmes techniques. Ces deux premières étapes permettront la mise au point d'un arbre multicritères pouvant être implémenté dans le logiciel Dexi ou a une série de contraintes et objectifs orientant l'optimisation en programmation linéaire.

Activité 4.2. Génération des indicateurs de pertinence ou performances des systèmes de culture.

Ces indicateurs touchent essentiellement la qualité de valorisation des ressources du système et la quantification de certains services écologiques liés aux externalités du système de culture. A l'échelle de la parcelle, ces indicateurs seront issus surtout des outils et travaux de la tâche 1 (indicateurs de biodiversité fonctionnelle), de la tâche 2 (indicateurs de mise à disposition des éléments minéraux) et de la tâche 3 (indicateurs d'efficacité de valorisation des ressources et des processus de facilitation). Ils seront mobilisés en tant que tels dans l'approche Dexi ou en tant que coefficients techniques des systèmes de culture dans l'approche en programmation linéaire.

Activité 4.3. Evaluation multicritères et multi-acteurs des performances des systèmes en AC

L'outil principal utilisé sera DEXI pour réaliser l'évaluation *ex ante* des systèmes en AC en fonction des différents indicateurs et des différents points de vue identifiés dans les activités 4.1 et 4.2. Sur un ou deux des terrains (Brésil et Madagascar), la deuxième méthode basée sur l'optimisation multi-objectifs sera également utilisée pour alimenter la réflexion méthodologique conduite dans la tâche 7. Les modalités techniques testées seront issues des activités de recherche mises en œuvre dans la tâche 3 et de l'analyse de la diversité des pratiques des agriculteurs conduite dans les tâches 5 et 6. Une étude de sensibilité de l'approche sera réalisée en étudiant comment les critères retenus, leur nature, la façon dont ils sont hiérarchisés entre eux et la méthode de comparaison peuvent modifier la hiérarchisation finale obtenue.

Activité 4.4. Confrontation des résultats d'évaluation avec les acteurs de la production.

En liaison avec la tâche 8, il s'agira de créer des scènes de confrontation entre chercheurs et autres acteurs (conseillers, producteurs) ou de mobiliser et exploiter les scènes existantes dans les dispositifs d'accompagnement pour confronter les résultats de comparaison entre les systèmes de culture, en fonction des points de vue d'évaluation définis initialement. Ces confrontations pourront servir à redéfinir les critères ou à faire évoluer les points de vue en fonction des résultats obtenus. Ce processus collectif et les réactions des acteurs seront analysés.

Le risque principal lié à la réalisation de cette tâche est la grande dépendance de produits issus d'autres tâches (modèles, indicateurs, cahiers des charges de conception, types de systèmes pratiqués et à évaluer...), un jalon important sera placé à mi projet pour vérifier de l'état de production dans les autres tâches. Les méthodes d'évaluation ex ante seront de toute façon d'abord développées à partir du point de vue des chercheurs et si le déphasage entre tâches était trop important, seul ce point de vue et certains indicateurs très simplifiés seraient utilisés, ce qui permettrait de progresser de toute façon sur les aspects méthodologiques liées à cette démarche. Un autre jalon important sera placé après un an de projet pour définir quels services environnementaux seront retenus pour chaque terrain, ainsi que les poids et indicateurs pour les prendre en compte.

Tâche n°5 : Aide à la conception de systèmes de production intégrant des techniques d'agriculture de conservation (Coordinateur : Pierre-Yves Le Gal)

Cette tâche vise à définir et expérimenter en vraie grandeur, à savoir avec des dispositifs de conseil, une démarche d'aide à la conception de systèmes de production intégrant des techniques d'agriculture de conservation à l'échelle de l'exploitation agricole. Les sous-objectifs consistent donc à (i) comprendre la diversité de ces systèmes de production, tant dans leurs modalités de fonctionnement que dans leurs performances techniques, économiques et environnementales, (ii) co-concevoir avec les futurs utilisateurs (agriculteurs, conseillers agricoles) des modèles génériques à même de simuler cette diversité de fonctionnement et de calculer et comparer les performances de systèmes alternatifs, (iii) évaluer l'opérationnalité de cet outils dans les dispositifs de conseil existants, Cette tâche s'appuiera sur le concept de gestion de production tel que défini en milieu industriel (Giard, 1988), à savoir la façon dont les agriculteurs raisonnent, décident et mettent en œuvre les pratiques gestionnaires visant à allouer les ressources de l'exploitation entre différents ateliers de production. Ces processus seront ensuite modélisés de façon à intégrer les trois sous-systèmes biophysique, technique et décisionnel du système de production (Le Gal *et al.*, soumis), tout en cherchant à fournir aux agriculteurs et techniciens des outils d'aide à la réflexion prospective sur les transformations envisageables de ces systèmes (McCown, 2002).

Activité 5.1 : Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles

Il s'agit de caractériser la diversité et la dynamique des exploitations agricoles en rapport avec l'émergence de formes d'agriculture favorisant l'intensification écologique en général, et la mise en œuvre de l'AC en particulier (objectifs des agriculteurs, stratégies mises en œuvre). Nous analyserons par voie d'enquêtes et d'observations chez des agriculteurs, les modalités de gestion des systèmes de production intégrant l'AC, les pratiques correspondantes et leurs performances biophysiques, techniques et économiques. Ces travaux associeront des entretiens avec des agriculteurs (basés notamment sur le concept de modèle d'action tel que décrit par Sebillotte et Soler, 1990) et des suivis des pratiques culturales et d'élevage sur trois années. Les agriculteurs enquêtés seront choisis (activité 0.4) de façon à couvrir une diversité de contextes d'action, tout en s'assurant de leur intérêt pour la démarche entreprise, qui sera résolument orientée vers la résolution des problèmes qu'ils se posent en matière de mise en œuvre de techniques AC dans leurs exploitations.

Activité 5.2 : modélisation du fonctionnement des exploitations agricoles

Nous formalisation avec les agriculteurs et leurs conseillers des cadres conceptuels, génériques par rapport au type de système de production étudié, permettant de représenter le fonctionnement du système de production et ses performances technico-économiques. Ces cadres seront numérisés pour construire des outils de simulation permettant de représenter les performances d'une gamme de systèmes de production intégrant des techniques AC. La phase de modélisation conceptuelle et de numérisation sera conduite en partenariat avec les agriculteurs enquêtés, les réseaux dans lesquels ils s'insèrent et les conseillers agricoles avec lesquels ils travaillent. Cette orientation fondée sur les principes du *participatory design* (Sanoff, 2007) nécessitera la mise en place d'une plateforme par terrain, réunissant les différents acteurs susceptibles de participer à la conception des outils et de la démarche globale d'accompagnement des agriculteurs. La construction de plateformes s'appuiera sur les connaissances élaborées dans la tâche 6 concernant le type d'interlocuteurs à privilégier et leurs modes d'interaction au sein des réseaux sociotechniques. Les choix techniques en matière de modélisation restent à ce stade ouverts. L'objectif sera néanmoins de pouvoir répondre rapidement aux questions posées par les agriculteurs. Pour ce faire la production de prototypes sous des formalismes simples du type tableur sera engagée en parallèle avec la conception d'outils plus complexes associant modèles biophysiques, techniques et décisionnels (Le Gal *et al.*, soumis). Ces travaux de modélisation participeront aux réflexions de la tâche 7 « modélisation ».

Activité 5.3 : utilisation des outils de simulation

Les outils numérisés avec les agriculteurs et leurs conseillers seront utilisés dans le cadre de résolution de problèmes concrètement posés par les acteurs (ex : évolution de l'organisation du travail, évolution des systèmes fourragers et stratégies d'élevage). La prise en main des outils par les conseillers permettra de conduire une réflexion sur leur ergonomie dans un objectif d'utilisation au sein d'un dispositif de conseil.

Un premier risque tient à la mise en œuvre de la démarche de conception participative, qui nécessite, du côté des chercheurs, de produire des modèles et outils compréhensibles et utilisables par les acteurs, du côté des acteurs, l'existence de personnes ressources intéressées par la démarche et les réflexions qui l'accompagnent. Le contexte des quatre terrains (Cf § 2), où des relations existent déjà entre les chercheurs et les acteurs de la production, est de nature à réduire ce risque. Un deuxième risque réside dans la capacité à articuler les différentes dimensions du processus de modélisation à l'échelle du système de production : entre composantes fonctionnelles d'une part, entre sous-systèmes biophysique, technique et décisionnel d'autre part. Ce type d'articulation est encore rare, particulièrement dans une orientation opérationnelle. Mais il est possible de passer par des formes simplifiées d'articulations entre modèles (liens manuels, utilisation de références biophysiques et techniques) pour avancer par rapport à l'objectif d'opérationnalisation.

Tâche n°6. Processus d'innovation en AC : production de connaissances, invention de pratiques et formes de coopération entre acteurs (Coordinatrice : Hélène Brives)

L'objectif de cette tâche est de comprendre le fonctionnement des dispositifs organisés autour du développement de l'AC et de retracer les processus d'innovation qui s'y déroulent. Nous comprendrons ces dispositifs comme des « réseaux sociotechniques » (Latour, 1989) selon l'acception développée par la sociologie des sciences et techniques et nous nous référerons à la « théorie de l'acteur réseau » (Law, 1992), ce qui nous permettra :

- (a) De nous intéresser de manière symétrique et simultanée aux facteurs sociaux et bio-techniques qui organisent l'innovation, ce qui nous amènera à travailler de manière interdisciplinaire entre agronomes et sociologues.
- (b) De considérer de la même manière les processus de production et de transformation de différentes formes de connaissances ou savoirs⁹, scientifiques ou non scientifiques. Leur qualification de scientifique constituant parfois l'enjeu même des débats.
- (c) De repérer l'ensemble des acteurs mobilisés autour de l'AC et de saisir autour de quels objets techniques ou naturels s'organisent leurs interactions.

L'AC mobilise au-delà des réseaux classiques du développement agricole. Les modalités de coopération entre agriculteurs, organismes de développement et recherche publique en agronomie ne sont pas celles communément établies du fait de la présence d'une diversité d'acteurs intermédiaires (représentants de firmes productrices d'intrants ou de matériels, associations de producteurs agricoles, experts internationaux...) qui ne sont pas (ou pas seulement) ceux des réseaux classiques du développement agricole (Goulet *et al.*, 2008).

Les situations contrastées entre nos terrains au nord et au sud nous permettront de comprendre les activités de la variété des acteurs intermédiaires au même titre que celles des chercheurs et des agriculteurs. Nous pensons essentiel de nous intéresser à ces acteurs intermédiaires, ou aux objets qui peuvent jouer un rôle similaire (Vinck, 1999), afin de sortir d'une vision dichotomique de l'innovation, les agriculteurs « auto-organisés » versus le pilotage par la recherche (bottom up contre top down). Nous ferons appel ici aux outils de la sociologie de la traduction (Callon, 1986).

Activité 6.1 : analyse des processus de production et de transformation des connaissances combinée à une analyse des modalités de coopération entre acteurs

Une première étape consistera en une description de l'architecture et du fonctionnement des réseaux sociotechniques (en année 1) : une cartographie des principaux acteurs, de leurs relations et des objets techniques qui les intéressent sera dressée après une série d'entretiens auprès de personnes clef de ces réseaux. Le travail anthropologique, travail d'enquête et d'observation participante, débutera en année 2. Nous tenterons de repérer (i) les différents lieux de production, d'échange et de confrontation de connaissances (groupes d'agriculteurs, accompagnement technique et démonstrations de matériel, événements festifs, lectures,

⁹ Nous utilisons indifféremment les mots « connaissances » ou « savoirs » dans la mesure où notre approche constructiviste des formes de connaissance nous empêche de les distinguer a priori mais nous amène au contraire à retracer le processus de leur production et à être attentifs à la manière dont les différents acteurs les qualifient et les évaluent.

formations, expérimentations individuelles...), (ii) autour de quels objets techniques s'organisent les interactions, (iii) quelles sont les controverses qui émergent et les enjeux qui mobilisent. Notre approche sera dynamique pour comprendre comment les différentes formes de connaissances s'hybrident, comment les acteurs font des apprentissages croisés et opèrent des déplacements dans leurs positions. En nous intéressant par exemple aux connaissances liées à la matière organique ou à l'activité biologique et en analysant la façon dont différents acteurs évaluent ces connaissances, nous serons à même de contribuer à la définition d'indicateurs pertinents (tâches 1, 2).

Activité 6.2 : analyse de la dynamique des changements de pratiques des agriculteurs au niveau de leurs systèmes de cultures et de leurs exploitations

Les agriculteurs sont évidemment parties prenantes des dispositifs que nous allons étudier, ils en sont même des acteurs clef. Il nous semble important de produire une analyse spécifique des changements de pratiques des agriculteurs sur leurs exploitations, en lien avec des changements cognitifs et des changements sociaux. Nous conduirons des enquêtes socio-agronomiques auprès des agriculteurs afin de saisir leurs pratiques agronomiques concrètes, de comprendre leurs dynamiques de changements de pratiques et de repérer leurs critères de jugement (les indicateurs dont ils se dotent pour évaluer leurs actions). Ces indicateurs pourront alimenter les travaux de la tâche 4. Notre analyse socio-agronomique des pratiques des agriculteurs va permettre de comparer les présupposés de notre approche et nos résultats avec ceux de la tâche 5 et ainsi d'interroger l'entrée exploitation pour la compréhension de l'innovation.

Tâche transversale n°7: Modélisation (Coordinateur : Eric Scopel)

Cette tâche s'intéresse aux multiples outils synthétiques de représentation simplifiée et de synthèse de connaissances scientifiques sur le fonctionnement des systèmes AC. Il s'agit de modèles dynamiques, mobilisés dans le projet sur des systèmes de différente nature (incluant le profil de sol, les systèmes de culture, le système de production), ainsi que des outils d'aide à l'évaluation/conception mobilisant des informations, de différentes natures et à différentes échelles, liées aux conséquences de choix techniques et/ou organisationnels. L'objectif est de conduire une réflexion méthodologique, transversale et pluridisciplinaire, sur la complémentarité, la place et le rôle de ces différents outils dans le processus de co-conception d'innovations en AC.

Activité 7.1 : Analyse systématique de l'adéquation de l'outil aux questions abordées.

Un inventaire des différents outils sera d'abord fait et l'analyse sera effectuée de façon collective, enrichissant le processus par le regard croisé de différentes disciplines sur chaque outil, au travers d'une grille commune renseignant des points clefs : connaissances mobilisées, modèle conceptuel sous jacent, ergonomie, utilisation. Un point particulier abordé ici sera la comparaison des méthodes hiérarchisation multicritères et l'optimisation multi-objectifs développées dans la tâche 4.

Activité 7.2 : Réflexion sur l'articulation générale de différents modèles entre eux dans le processus d'analyse des performances de systèmes AC.

Il ne s'agit en aucun cas d'essayer de construire meta-modèle incorporant l'ensemble des modèles dynamiques de façon automatique, les uns alimentant les autres, mais bien d'améliorer l'efficacité globale du processus de génération de connaissances et d'évaluation des systèmes techniques. On abordera particulièrement 1) La complémentarité des modèles conçus et développés à différentes échelles pour générer des connaissances nouvelles sur les performances des systèmes innovants, 2) Les conséquences sur les formes de l'information mobilisée ou générée par chaque type de modèle dynamique 3) les propagations des erreurs à travers les modèles, lorsque les sorties d'un modèle sont utilisées en entrée d'un autre 4) l'articulation concrète des outils entre eux, notamment entre outils de différente nature (fonctionnement dynamique, indicateurs de performances et outils d'aide à l'évaluation/conception).

Activité 7.3 : Analyse de la mobilisation de ces outils dans un processus de co-construction avec différents acteurs

On abordera les questions suivantes : quels outils utiliser ? Avec quels acteurs ? Pourquoi ? Mobilisation du modèle ou des sorties ? Conséquences sur le modèle (ergonomie, simplification du modèle conceptuel) et l'analyse de ses résultats ? Place de ces outils dans l'alimentation du dialogue, de la négociation et finalement de la co-construction d'innovation ? Compatibilité avec leur double utilisation (production de connaissances sur le fonctionnement des systèmes et leurs performances *versus* mobilisation comme objets intermédiaires support du dialogue entre acteurs) ? Utilisation de mêmes modèles ou de modèles adaptés différents ?

Ces activités de capitalisation/animation seront réalisées par un groupe de chercheurs couvrant l'ensemble des tâches non transversales. Ils seront chargés de faire un inventaire de ces outils de modélisation et de leurs utilisations sur les différents terrains. Une grille de lecture sera ensuite élaborée et proposée à chaque terrain afin d'analyser les différentes activités traitées. Les expériences pourront ainsi être comparées. Au moins une fois par an, une réunion de réflexion touchant les différentes équipes travaillant ou mobilisant ces outils sera réalisée afin d'analyser d'une part les grilles obtenues, et d'autre part quelques cas particuliers illustrant une ou quelques unes des activités ici proposées.

Le risque principal de cette tâche serait de ne pas arriver à mobiliser les chercheurs qui ne la considèreraient que comme une tâche d'animation propre aux animateurs généraux du projet. Pour éviter cela, les individus devant y participer seront clairement identifiés et des produits spécifiques, propres à la réflexion transversale et pluridisciplinaire, seront définis : inventaire comparatif, synthèse sur les interactions entre outils dans les activités des différents terrains, une démarche d'évaluation/conception incorporant différents types de modèles, un article d'analyse méthodologique sur l'articulation de modèles dans le cadre d'une telle démarche.

Tâche transversale n° 8 : Dispositifs d'intervention et de co-construction des connaissances et des pratiques pour les processus d'innovation en AC. (Coordinateur : Bernard Triomphe)

En articulation étroite avec le travail de caractérisation des processus d'innovation en AC (tâche 6), l'objectif de cette tâche sera dual :

- Contribuer à la définition, à l'expérimentation et à la conception des dispositifs permettant d'améliorer le fonctionnement des processus d'innovation liés à l'AC.
- Contribuer à l'analyse réflexive sur les modalités d'engagement et les démarches de la recherche, aux côtés des acteurs mobilisés dans les réseaux sociotechniques impliqués dans les processus d'innovation liés à l'AC.

Il s'agit de produire des connaissances actionnables et mobilisables dans le cadre de démarches novatrices, dont la finalité est de faciliter les processus de l'innovation en AC. Le critère principal de définition de ces méthodes sera l'efficacité des apprentissages croisés entre les acteurs de l'innovation, et la définition des moyens organisationnels et/ou sociotechniques qui les accompagnent ou les facilitent. Ces démarches s'inspireront des travaux issus de la recherche-action (Liu, 1997), des méthodes participatives (Scoones *et al.*, 1994 ; Gonzalves *et al.*, 2005) et des démarches d'intervention (Kontinen, 2004). On parlera donc de « dispositifs d'intervention ».

Activité 8.1: Définition des dispositifs d'intervention

Pour cette activité, on utilisera une double démarche. Un travail d'analyse ex-post sera conduit pour les terrains qui mobilisent déjà des dispositifs d'intervention. Ces analyses seront conduites en articulation avec la tâche 6, mais traduiront les connaissances produites en dispositif d'action de transformation et d'intervention. Un travail de définition ex-ante sera mené pour les terrains qui ne mobilisent pas encore de format d'intervention. Dans les 2 cas, les propositions de dispositifs seront concertées entre les acteurs concernés, avec une définition précise des rôles et des fonctions de chacun

Activité 8.2: Mise en œuvre des dispositifs d'intervention

Ces dispositifs d'intervention seront mis en œuvre sur les terrains à partir de la seconde année (lorsque c'est possible) et jusqu'à la fin de la troisième année, en favorisant les analyses réflexives par les acteurs impliqués dans les réseaux et le suivi-évaluation en temps réel. On se centrera, par exemple, sur la redéfinition du rôle de la recherche dans l'accompagnement de l'émergence de l'AC, ou sur l'évolution des compétences et des capacités d'action dans la création (ce qui peut amener à proposer des activités de formation aux acteurs concernés, en articulation avec la tâche 9), ou encore l'animation d'espaces de réflexivité, d'échanges et d'apprentissages collectifs.

Activités 8.3: Capitalisation et généralisation

L'objectif est de tirer le bilan des expériences menées et d'examiner la genericité des démarches mises en œuvre. On réalisera une mise en commun des expériences, afin d'identifier ce qui est spécifique, et ce qui peut être généralisé. D'autre part, on examinera les conditions d'extrapolation à grande échelle et de durabilité de ces formats d'intervention (p.e. en termes d'évolution de compétence ou d'évolution organisationnelle).

Deux types de risques sont identifiés :

- Dans l'activité 8.1., le risque porte sur l'articulation avec la tâche 6 et sur le temps nécessaire à la production de livrables. La réponse réside dans l'organisation et l'articulation au plus près entre les responsables des deux tâches.
- Dans les activités 8.2, le risque porte sur l'équilibre entre conduite de l'action, et analyse réflexive après coup pour le suivi-évaluation. La réponse réside sur le travail d'animation, et la capacité à construire des indicateurs de suivi.

Tâche transversale n°9 : Formation – Transfert (Coordinateur : Stéphane de Tourdonnet)

Les interactions entre recherche, formation et transfert sont au cœur de ce projet en raison de la place et du rôle de la création / diffusion de connaissances dans les réseaux sociotechniques et des processus d'apprentissages croisés dans les dispositifs d'accompagnement. L'enjeu n'est pas seulement de produire des sorties 'enseignables', répondant à des critères de simplification, de clarification, d'intégration, il est également de construire et d'expérimenter des dispositifs pédagogiques capables d'enseigner l'interdisciplinarité sciences techniques – sciences sociales et de s'appuyer, voire de s'intégrer, dans des dispositifs d'innovation. Cela nécessite des approches pédagogiques nouvelles¹⁰ : mise en situation pour créer un processus d'interdisciplinarité, co-construction d'outils d'investigation, analyse réflexive sur le processus d'innovation et le processus d'apprentissage etc. Le projet fournit un cadre très intéressant pour construire et tester ces approches pédagogiques et des activités de transfert en raison de son caractère interdisciplinaire et de l'implication de nombreux partenaires dans la formation initiale (modules de 2^{ème} et 3^{ème} année à AgroParistech sur processus d'innovation (voir § 8.3), master européen d'Agroécologie de l'ISARA), la formation continue (ateliers en lien avec l'AC à destination des acteurs locaux au Brésil), la presse technique (Revue « Techniques Culturelles Simplifiées ») et les sites web dédiés à l'agriculture de conservation (www.agriculture-de-conservation.com). L'objectif de cette tâche est d'utiliser ces cadres de formation et de transfert, dont les responsables sont tous membres du projet, pour mettre en œuvre différentes modalités d'intervention au cours du projet, de les évaluer et de capitaliser ces expériences sous la forme d'un site web pour mettre à disposition les ressources pédagogiques créées.

Activité 9.1 : Rédaction d'articles de transfert valorisant les résultats et les réflexions transversales du projet. Le choix de ces articles et de leurs auteurs sera réalisé lors du séminaire annuel en fonction des résultats obtenus et de l'intérêt exprimé par les partenaires de terrain et les scientifiques pour la diffusion de ces résultats. Ils pourront être publiés dans la revue TCS ou mis en ligne sur un blog spécifique PEPITES que nous ont proposé de construire les administrateurs du site.

Activité 9.2 : Construction ou amélioration de modules d'enseignement centrés sur l'approche interdisciplinaire de l'AC et valorisant l'approche comparative entre terrains menée dans le cadre du projet. Cette activité sera conduite sur deux années consécutives par les responsables de modules qui pourront mobiliser les partenaires du projet pour la création de cours, TD ou pour les opérations de terrain, d'encadrement de projet, d'atelier participatif... Une réflexion sera menée pour développer des approches pédagogiques favorisant la construction et l'appropriation de l'interdisciplinarité par les étudiants ainsi que l'analyse réflexive du processus d'apprentissage.

Activité 9.3 : Evaluation de ces modalités d'intervention à partir de questionnaires d'évaluation distribués aux étudiants (format comparable entre les modules), de commentaires de lecteurs et d'internautes. Une analyse réflexive de ces expériences sera menée de manière à alimenter une réflexion transversale autour de certaines questions clé : quelles approches pédagogiques pour enseigner à l'interface sciences techniques / sciences sociales ? Quel rôle peuvent jouer les dispositifs de terrain pour enseigner l'articulation entre des processus biotechniques et des processus d'innovation ? En quoi le projet permet-il une production pédagogique originale ? Est-ce que l'enseignement sur des modes d'agriculture alternatifs (AC, AB) amène à mobiliser des connaissances, des méthodes et des dispositifs de formation différents ? Quelle est la place et la spécificité des actions de diffusion / formation au sein du processus d'innovation AC (en lien avec les tâches 6 et 8) ?

¹⁰ Voir les travaux du groupe 'Formation' du projet ADD Discotech : comment enseigner à l'interface sciences techniques – sciences sociales ? (animé par S. de Tourdonnet)

Activité 9.4 : Construction d'un site web pour capitaliser et mettre à disposition les ressources pédagogiques créées et le résultat des réflexions sur les dispositifs de formation. Ce site sera créé dans le cadre de la cellule TICE¹¹ d'AgroParisTech et hébergé sur le serveur 'cours en ligne' de ParisTech.

Les risques sont faibles car cette tâche fait partie des charges des enseignants et journalistes impliqués dans le projet et que les cadres d'intervention sont tous sous la responsabilité de partenaires du projet.

6 Résultats escomptés et Retombées attendues

6.1 Résultats escomptés

Au moyen des 9 tâches que le projet PEPITES se propose de mettre en œuvre, des avancées significatives des connaissances scientifiques, sont attendues sur les aspects suivants :

- les bases biophysiques (qualitatives et quantitatives) nécessaires à la compréhension et à l'affirmation des services écosystémiques rendus par les systèmes en agriculture de conservation.
- des concepts et outils (modèles) génériques permettant d'une part de répondre à la gamme de situations variables du point de vue pédo-climatique et du point de vue agronomique, et d'autre part d'intégrer ces résultats et de les extrapoler à des échelles de temps supérieures à celles du projet.
- des indicateurs biologiques et organiques d'état et de fonctionnement du sol pertinents pour l'évaluation et la gestion de ces agrosystèmes
- La valorisation des processus écologiques dans la construction de systèmes de culture innovants
- Les modes d'accompagnement des processus participatifs de conception innovante, permettant de proposer des interventions pertinentes auprès des acteurs au niveau de la parcelle, des systèmes de production et des dispositifs multi-acteurs dans lesquels ils s'insèrent ;
- Des outils de synthèse et de formalisation des connaissances (modèles, indicateurs) sur ces fonctionnements, et leurs modes de mobilisation au service d'un accompagnement des dynamiques d'innovation en AC
- Les modes d'organisation et de concertation entre les différents acteurs dans ce processus d'innovation
- Les formes d'intervention de la recherche dans les processus d'innovation

Le projet PEPITES permettra aussi l'adaptation et la validation d'une série de modèles (dont par exemple STICS, PASTIS, DEXi) aux facteurs et conditions spécifiques de l'AC. Leur mise en œuvre combinée permettra par ailleurs de procéder à l'évaluation des impacts de l'AC à différentes échelles. Enfin, certains de ces modèles feront l'objet d'adaptations de leur formalisme et/ou de leur ergonomie afin de pouvoir être utilisés avec les acteurs.

Dans chacun de ces domaines cités précédemment, des publications scientifiques collectives seront développées et soumises à des revues internationales à FI appropriées (tels que Agricultural Systems, Agriculture, Ecosystems and Environment, Soil & Tillage Research, Plant and Soil, Ecological Modelling, Agronomy for Sustainable Development, Experimental Agriculture). Au total, le projet PEPITES espère contribuer directement à la publication d'un minimum de 12 à 15 publications à orientation disciplinaire, et de 6 à 8 publications à caractère interdisciplinaire ou méthodologiques, sans compter les publications diverses à l'initiative des équipes de terrain, les autres publications dans des revues à CL et les communications avec actes dans des colloques nationaux et internationaux.

Etant donné la nature même du projet et notre choix de posture, les résultats ne s'arrêteront pas aux seules publications scientifiques. Ainsi, on peut escompter que le projet contribuera à la diffusion dans des revues professionnelles pertinentes de ses principaux résultats : cas de la revue TCS en particulier. Le projet alimentera aussi des sites Web de référence sur l'agriculture de conservation, tels que le site Agriculture-de-conservation.com, le site AC de la FAO, et les sites de réseaux dédiés soit à l'AC (tel que ACT : African Conservation Tillage Network), soit aux autres thématiques du projet.

Le projet contribuera également à la formation de plusieurs groupes d'étudiants français et européens de licence d'ingénieurs et de Masters, de 50 stages d'étudiants de masters et de 6 doctorants (sans compter les thèses supplémentaires qui pourront être financées hors projet). Il contribuera aussi au renforcement des compétences

¹¹ Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement.
S. de Tournonnet est l'animateur du comité de pilotage des TICE à AgroParisTech

techniques et des capacités d'innovation des acteurs, et en particulier des agriculteurs des différents terrains et des chercheurs. De manière plus tangible, le projet contribuera à améliorer la structuration et le fonctionnement des dispositifs expérimentaux, d'échange et de partage de connaissance entre acteurs sur les 4 terrains retenus. L'ensemble de ces résultats feront l'objet d'une évaluation concrète partagée dans le cadre des tâches 8 (Dispositifs d'intervention) et 9 (Formation et transfert), lesquelles s'attacheront à identifier et renseigner des indicateurs pertinents pour ce faire.

Le projet permettra enfin la mise en ligne de ressources pédagogiques numériques sur l'AC et les modalités d'enseignement à l'interface sciences techniques / sciences sociales.

6.2 Retombées attendues

Les retombées escomptées du projet PEPITES sont de plusieurs natures. Le premier impact, rendu probable par la nature interdisciplinaire du projet et par le co-encadrement systématique entre les partenaires de stages, de thèses et de post-docs, consistera en un renforcement significatif des synergies et des collaborations entre les partenaires scientifiques engagés dans le projet. Le projet contribuera ainsi concrètement via le travail et la réflexion en commun et via les apprentissages croisés, au rapprochement INRA-CIRAD-IRD et aussi au renforcement des liens entre recherche et enseignement d'un côté, et entre recherche et partenaires de développement sur les différents terrains.

Au delà des équipes directement engagées, le projet contribuera au renforcement des communautés scientifiques et professionnelles françaises, brésiliennes et malgaches s'intéressant à, et ayant des compétences sur, la pratique de l'AC, l'articulation de la production de connaissances sur le fonctionnement de systèmes techniques complexes, de la conception-évaluation de systèmes innovants, et de l'accompagnement des processus d'innovation correspondants. Le projet PEPITES encouragera ses membres à faire la pédagogie par l'exemple et la promotion de la valeur de ce type d'approches auprès d'autres équipes et auprès des institutions et structures de tutelle, afin d'amorcer un effet dans la durée.

Le projet PEPITES fomentera aussi, directement et indirectement, à des échelles variables, un changement de pratiques auprès des différents acteurs et partenaires des 4 terrains : pratiques agricoles compatibles avec les principes de l'AC et de l'agriculture durable (avec leurs effets attendus sur l'amélioration des revenus des agriculteurs concernés, l'amélioration de l'environnement et la lutte contre l'érosion, le stockage du carbone), pratiques de recherche et d'enseignement plus interdisciplinaires et plus en phase avec les nécessités de l'action et les demandes des usagers, pratiques d'appui au développement durable plus participatives et mieux coordonnées de la part des institutions et intervenants du secteur agricole.

Au-delà des changements de pratiques, le projet contribuera à améliorer la perception qu'ont différents secteurs de la société sur l'AC, son potentiel et ses limites, en mettant à disposition de tous des éléments quantifiés de compréhension et d'évaluation des performances et des impacts des systèmes AC dans les différentes dimensions (environnementales, économiques, sociales). On peut espérer que ces informations contribueront à orienter les bailleurs de fond et les politiques publiques en lien avec l'appui à l'AC.

7 Organisation du projet

Tâche 0 : Gouvernance du projet (Coordinateur : S. de Tourdonnet)

La **coordination générale** du projet (activité 0.1) sera assurée de manière collégiale par S. de Tourdonnet, B. Triomphe et E. Scopel (tableau 1) de manière à bénéficier de leur complémentarité dans la connaissance des partenaires, des terrains et des thématiques du projet mais aussi de leur expérience de travail en commun acquises sur plusieurs projets antérieurs : projet européen KASSA, ATP CIRAD Medusa, projet ADD Discotech. Le rôle de la coordination générale sera de piloter le projet, de veiller à la bonne coordination entre les tâches, à la mise en œuvre d'une interdisciplinarité effective, d'une l'analyse transversale à travers les terrains et au respect des échéances. Il inclura aussi la prise de décisions stratégiques en temps réel nécessaire à la bonne marche du projet en concertation avec le comité de pilotage, et la préparation et animation des quatre séminaires annuels (voir ci-dessous). Pour ce faire, différentes modalités de travail seront combinées : réunions chaque fois que l'occasion se présentera (lors de séminaires, de missions, etc.), conférences téléphoniques régulières et visioconférences.

Tableau 1 : Responsabilités exercées dans le projet

	Nom	Organisme	Coordination générale	Comité pilotage	Coordinateur de tâche n°	Correspondant terrain
1	S. de Tourdonnet	INRA Agronomie	X	X	9	France GC
2	B. Triomphe	CIRAD Innovation	X	X	8	
3	E. Scopel	CIRAD System	X	X	3, 7	Brésil
4	E. Blanchart	IRD SeqBio		X	1	
5	S. Recous	INRA FARE		X	2	
6	F. Angevin	INRA EcoInnov		X	4	
7	P.Y. Le Gal	CIRAD Innovation		X	5	
8	H. Brives	AgroParisTech		X	6	
9	C. David	ISARA		X		France AB
10	J. Dussere	CIRAD SCRID		X		Madagascar
11	F. Thomas	Association BASE		X		
12	D. Longevialle	Coopérative Nouricia		X		

Le rôle des **coordinateurs de tâches** (Tableau 1) sera d'organiser le travail des partenaires impliqués dans la tâche, de veiller au bon déroulement des activités, de prendre les décisions nécessaires en concertation avec la coordination générale, de fournir les livrables et jalons de la tâche aux échéances prévues. Les coordinateurs de tâche auront également un rôle particulier de comparaison des approches, des méthodes et des résultats obtenus entre les différents terrains servant de support aux activités de leur tâche.

Sur chaque terrain, un **correspondant** assurera un rôle de coordination opérationnelle entre les différents partenaires (scientifiques et professionnels) impliqués sur son terrain. Sa connaissance transversale du terrain et des activités liées au projet lui permettra d'éclairer les discussions du comité de pilotage et les décisions opérationnelles. Il contribuera aux analyses transversales et interdisciplinaires du projet à partir de son expérience de la mise en œuvre et de l'articulation des différentes tâches sur son terrain et des résultats obtenus.

Un **comité de pilotage** (activité 0.2) rassemblera 12 personnes : les 3 coordinateurs du projet, les responsables de tâches, les correspondants terrains et 2 représentants des partenaires professionnels agricoles sur les terrains France. Le premier est F. Thomas, agriculteur qui pratique l'AC depuis 10 ans, président de la principale association d'agriculteurs en non labour (BASE), et rédacteur en chef de la revue TCS. Le deuxième est D. Longevialle, en tant que responsable du club nouriciAgrosol, premier dispositif mis en place par une coopérative en France pour accompagner les agriculteurs en non labour. Ce comité se réunira une fois par an, à l'occasion des séminaires, pour discuter de l'avancée du projet, de la planification du travail, des problèmes éventuels rencontrés et la meilleure façon de les affronter. Cette réunion sera complétée par au moins une vidéoconférence par an.

4 **séminaires** (activité 0.3) d'une durée de 3 à 5 jours, ouverts à l'ensemble des participants, seront organisés au cours du projet. L'un d'entre eux se déroulera sur le terrain Brésil ; les trois autres sur les terrains France grandes cultures et France AB de manière à interagir avec les acteurs de terrain et à construire une expérience collective ancrée dans la confrontation à différentes situations. Ces séminaires seront un lieu d'échange et de travail entre les participants, organisés autour de plusieurs activités : présentation des résultats obtenus dans les différentes tâches, comparaison des approches et des résultats entre terrains, travail en ateliers sur les 3 tâches transversales (tâches 7 à 9), visite du terrain, organisation de l'année à venir. Le séminaire initial est particulièrement stratégique : il permettra de créer le cadre de référence qui guidera le projet tout au long de sa durée, en précisant les démarches et méthodes, en partageant les expériences, démarches et résultats existants à t0 sur les différents terrains et en définissant la façon dont on assurera une interdisciplinarité et une transversalité fonctionnelles.

Une activité spécifique (activité 0.4) sera menée durant les 6 premiers mois du projet : le choix des parcelles agricoles sur lesquelles seront effectués les études prévues dans les tâches 1 et 2, et celui des exploitations agricoles qui seront suivies dans le cadre des tâches 5 et 6. L'enjeu sera de sélectionner, en concertation étroite entre les partenaires scientifiques du projet et les partenaires professionnels sur les différents terrains, quelques situations particulièrement pertinentes en fonction des hypothèses scientifiques que l'on cherche à tester, de la diversité des situations existantes, et des attentes des différents partenaires, scientifiques et professionnels, du projet.

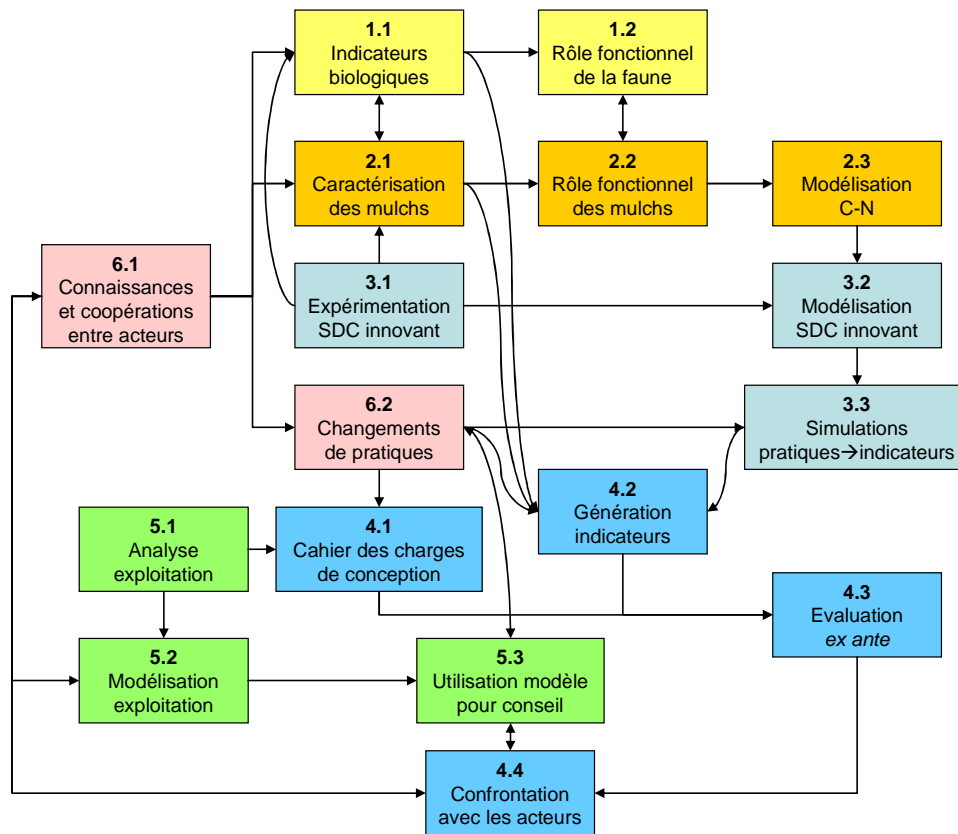


Figure 3 : Organigramme technique des activités des tâches 1 à 6

Les liens entre les activités, qui ont été explicités au § 5, sont représentés dans la figure 3. Cette représentation graphique met en évidence plusieurs aspects de l'organisation du projet :

- Il existe de nombreuses relations fonctionnelles entre les activités qui seront un des vecteurs de l'interdisciplinarité et des activités transversales au projet. Il faudra bien sûr veiller à organiser ces interactions pour que l'interdépendance ne soit pas une source de retard dans le projet (Cf chronogramme).
- Notre posture scientifique n'est pas celle d'une démarche descendante, qui irait de la connaissance des processus vers l'action par intégrations successives (voir § 4)
- Certaines activités apparaissent très dépendantes des autres, comme la 4.2 par exemple. Il faut donc veiller à placer les jalons nécessaires pour faire le point et prendre les décisions ad hoc pour un bon déroulement de ces activités.

La représentation des contributions des partenaires aux différentes activités du projet (voir chronogramme page suivante) montre que tous les partenaires scientifiques exercent des responsabilités dans le projet (tâche 0). De plus, les partenaires travaillant tant au sud (en bleu foncé) que en France (en bleu moyen) sont impliqués simultanément dans chacune des tâches 1 à 6, ce qui facilitera la comparaison entre terrains au sein de chaque tâche. Au moins un représentant de chaque partenaire sera impliqué sur les tâches 7 à 9 pour alimenter ces analyses transversales.

En termes de déroulement des différentes activités dans le temps, les dépendances entre activités sont représentées par des flèches (diagramme de Gantt) au sens où une activité a besoin des résultats d'une autre pour démarrer. Nous n'avons pas représenté ici les flux d'informations entre activités (voir pour cela l'organigramme technique). Excepté pour l'activité 0.4, il n'existe pas de dépendance critique entre tâches ce qui facilitera la maîtrise du chemin critique par le coordinateur de chaque tâche.

Suite à des regroupements de jalons spécifiques à chaque tâche, et dans un souci de plus grande opérationnalité, nous avons identifié 3 grands jalons pour structurer le travail collectifs :

- J1 (t6) : il s'agira de prendre des décisions relatives aux choix des parcelles pour les prélèvements des échantillons des tâches 1 et 2, au choix des exploitations enquêtées dans les tâches 5 et 6, au choix des dispositifs d'intervention des tâches 8 et 9.
- J2 : il s'agira de faire un point sur les activités de modélisation des tâches 2, 3, 4 et 5 pour évaluer la disponibilité des données d'entrée, la capacité des modèles à représenter la réalité et l'articulation entre ces modèles
- J3 : il s'agira de faire un point avec les partenaires sur les modalités d'intervention mises en place afin de pouvoir les ajuster le cas échéant.

Les livrables ont également été regroupés sur 3 dates clé : L1, L2, L3 (voir le tableau des livrables et jalons pour une description plus détaillée).

		Partenaires									Chronogramme / chemin critique																												
											Année 1				Année 2				Année 3				Année 4																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48					
Tâche 0	Gouvernance	Responsable																																					
Activité 0.1	Coordination projet																																						
Activité 0.2	Comité de pilotage																																						
Activité 0.3	Séminaires																																						
Activité 0.4	Choix parcelles/exploitations																																						
Tâche 1	Biologique																																						
Activité 1.1	Indicateurs biologiques																																						
Activité 1.2	Rôle fonctionnel																																						
Tâche 2	Matière organique																																						
Activité 2.1	Caractérisation																																						
Activité 2.2	Processus																																						
Activité 2.3	Modélisation																																						
Tâche 3	Système de culture																																						
Activité 3.1	Expérimentation																																						
Activité 3.2	Modélisation																																						
Activité 3.3	Indicateurs																																						
Tâche 4	Multi-critères																																						
Activité 4.1	Cahier des charges																																						
Activité 4.2	Indicateurs																																						
Activité 4.3	Evaluation																																						
Activité 4.4	Confrontation																																						
Tâche 5	Exploitations																																						
Activité 5.1	Analyse																																						
Activité 5.2	Modélisation																																						
Activité 5.3	Aide à la conception																																						
Tâche 6	Socio-technique																																						
Activité 6.1	Connaissances																																						
Activité 6.2	Pratiques																																						
Tâche 7	Modélisation																																						
Activité 7.1	Analyse outils																																						
Activité 7.2	Articulation																																						
Activité 7.3	Mobilisation																																						
Tâche 8	Co-construction																																						
Activité 8.1	Propositions																																						
Activité 8.2	Mise en œuvre																																						
Activité 8.3	Evaluation																																						
Tâche 9	Formation																																						
Activité 9.1	Articles transfert																																						
Activité 9.2	Modules formation																																						
Activité 9.3	Evaluation																																						
Activité 9.4	Site web																																						
Livrables / Jalons											J1						J2						L1	J3							L2						L3		
Rapports d'avancement / états des dépenses											☺			☺			☺						☺				☺				☺					☺			☺
Accord de consortium/rapport final																																				☆			

- ☺ : Rapport d'avancement semestriel
- ☺ : Rapport d'avancement semestriel + état des dépenses
- ⊛ : Accord de consortium
- ☆ : Rapport de synthèse + récapitulatif des dépenses

TABLEAU des LIVRABLES et des JALONS (le cas échéant)

Tâche	Intitulé et nature des livrables et des jalons	Date de fourniture <i>nombre de mois à compter de T0</i>	Partenaire responsable du livrable/jalon
0.			
J1	Choix des parcelles à échantillonner pour les tâches 1 et 2	6	1
J1	Choix des exploitations à enquêter pour les tâches 5 et 6	6	1
1.			
L1	Indicateurs biologiques de fonctionnement du sol (macrofaune, nématofaune)	24	4
J2	Choix des invertébrés d'intérêt pour les études en mésocosmes	26	4
L3	Rôle des invertébrés d'intérêt dans le fonctionnement du sol	48	4
2.			
J2	Point sur la capacité des modèles à simuler le fonctionnement des mulchs		
L1	Module de décomposition de mulch de résidus, paramétré pour la gamme de résidus sélectionnés dans le projet	24	5
L1	Module simulant les interactions entre la qualité des mulchs leur état de dégradation et la dynamique des pesticides	24	5
L2	Couplage de modules de transport du C soluble et des pesticides au modèle PASTIS	36	5
L3	Simulation de scénarios de conditions climatiques et de type de culture, permettant de hiérarchiser les facteurs influençant positivement les services éco systémiques recherchés.	48	5
L3	Valeurs mesurées et simulées d'évolution des stocks de carbone et d'Azote dans des situations d'AC	48	5
3.			
J2	Point sur la capacité des modèles à simuler les situations expérimentales	18	3
L1	Synthèse des résultats expérimentaux obtenus	24	3
L2	Modèles de SC calibrés pour systèmes de culture en relais maïs-couverture (S) ou blé-couverture (N)	36	3
L3	Indicateurs de performances agro-environnementales à l'échelle de la parcelle en fonction des conditions	48	3
4.			
J2	Point sur l'état d'avancement de la fourniture d'indicateurs et de critères	18	9
L1	Prototype d'arbre d'analyse multicritères	24	9
L2	Outil opérationnel d'analyse multicritères	36	9
L3	Synthèse de la démarche d'analyse multicritères et des résultats obtenus	48	9
5.			
J2	Choix des méthodes de modélisation (en relation avec tâche 7)	18	2
L1	Formalisation des règles de décision des agriculteurs	24	2
L1	Production d'une première maquette	24	2
J3	Négociation avec les partenaires sur la démarche d'accompagnement (en relation avec tâche 8)	26	2
L3	Formalisation de la démarche d'aide à la conception	48	2
L3	Production d'un outil transférable sous réserve d'une demande attestée de la part des structures de conseil	48	2
6.			
L1	Analyse des processus de production et transformation des connaissances	24	6
L3	Analyse de la dynamique de changement des pratiques des agriculteurs	48	6
7.			
L1	Grille de comparaison d'utilisation de modèles en fonction des terrains et notamment articulation si existe	24	3
L2	Synthèse de réflexion sur considération méthodologique pour articulation de modèles ou outils	36	3
L3	Synthèse de réflexion sur considération méthodologique pour modélisation d'accompagnement	48	3
8.			
J1	Définition concertée des dispositifs d'intervention sur les différents terrains	6	2
L1	Protocoles d'accords sur les dispositifs d'intervention, les rôles et les moyens de chaque partie	24	2 et partenaires des terrains (1, 3, 7, 8)
J3	Revue à mi-parcours avec les partenaires des interventions en cours sur les terrains, et ajustements éventuels	26	2
L3	Monographies synthétiques sur les interventions réalisées et analyse des démarches de co-construction	48	2
9.			
J1	Définition des modalités d'intervention dans les différents modules d'enseignement et des formes de publication sur le site web et la revue TCS	6	1
L2	Présentation des modules d'enseignement réalisés et des supports pédagogiques utilisés	36	1
L3	Compilation des articles publiés sur le web et dans la revue	48	1
L3	Evaluation des modalités d'intervention	48	1
L3	Site web regroupant les ressources pédagogiques utilisées	48	1

8 Organisation du partenariat

8.1 Pertinence des partenaires

Partenaire n°1 : **L'UMR d'Agronomie de Grignon** développe des recherches selon deux axes qui sont au cœur de ce projet : la production d'outils et de méthodes pour éclairer la décision dans l'évolution des systèmes de culture et la production de connaissances pour comprendre et utiliser les régulations biologiques au sein de l'agrosystème. Sa mission au sein de Département EA de l'INRA est de développer des concepts, des méthodes et des modèles sur l'évaluation et la conception de systèmes de cultures (Doré *et al.* 2006), qui seront mobilisés dans le cadre de ce projet. Elle mène des recherches sur l'AC depuis 10 ans ce qui lui a permis de développer une expérience scientifique et des collaborations avec les sciences biophysiques et les sciences sociales sur l'étude de l'évolution de l'agrosystème et du processus d'innovation. Ces travaux ont également amené au développement de collaboration avec les partenaires professionnels, ce qui explique son rôle de correspondant du terrain France grandes cultures. Elle a été impliquée dans la coordination de plusieurs projets incluant une composante AC : Dmostra, KASSA, ADEME TSL, Discotech, Corus 2. Par ailleurs, cette unité mixte INRA – AgroParisTech est fortement impliquée dans l'enseignement et la formation continue. C'est pourquoi elle est impliquée dans la coordination générale du projet et dans l'animation de la tâche 'Formation – Transfert'.

Partenaire n°2 : De par ses thématiques de recherche (étude et accompagnement de processus d'innovation considérés comme des processus d'action individuelle et collective aux niveaux technique et organisationnel, dynamique des systèmes de production, conception de systèmes innovants, démarches de recherche action) et de par sa démarche interdisciplinaire, **l'UMR Innovation** et particulièrement son équipe SPACTO, a un rôle stratégique à jouer dans le projet PEPITES. Au-delà d'une contribution aux thématiques génériques au cœur de PEPITES, plusieurs chercheurs et doctorants de l'équipe travaillent depuis des années sur l'agriculture de conservation: aspects techniques, articulation avec les systèmes de production et les processus d'innovation, compréhension des réseaux sociotechniques, avec des terrains d'études en Afrique de l'Ouest, à Madagascar, au Mexique, au Brésil et en France. Dans ces conditions, l'UMR est idéalement placée et motivée pour participer au projet PEPITES, et en particulier aux activités des tâches 4 à 9, à la coordination des réflexions sur systèmes de production (tâche 5) et dispositifs d'intervention (tâche 8), et finalement à la coordination générale du projet PEPITES, au service de laquelle l'expérience de coordination de projets inter-institutionnels et interdisciplinaires acquise par les membres de l'UMR sera précieuse. Par ailleurs, l'UMR affiche 2 chercheurs de l'UR Arena du CIRAD, possédant une grande expérience du terrain Brésil et des thématiques liées aux tâches 6 et 8.

Partenaire n°3 : **L'UMR System** par le biais de son équipe Sambas, bénéficie d'une expérience de plus de 15 ans sur les systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) dans les pays tropicaux, ce qui explique son engagement fort dans le montage et la coordination générale de ce projet. Elle apporte ses multiples compétences scientifiques sur l'étude du fonctionnement et la modélisation de ces systèmes de culture, justifiant ainsi son rôle dans la coordination de la tâche 3. Par ailleurs, elle travaille sur des procédures d'évaluation multicritère, principalement par le biais de l'optimisation multi-objectif en programmation linéaire, c'est pourquoi elle participera activement à la tâche 4. Son implication de longue date sur l'utilisation de modèles dynamiques de systèmes de culture et plus récente sur la mise au point d'outils d'évaluation-conception de systèmes de culture complexes l'amène à prendre en charge la tâche 7 sur utilisation de la modélisation. Enfin, son engagement important sur ces thématiques au Brésil lui ont permis de tisser sur place un partenariat scientifique et professionnel fiable et de qualité. Cela lui permet de jouer le rôle de coordinateur des activités sur ce terrain, en concertation avec les partenaires brésiliens, notamment l'EMBRAPA et divers collègues du Cirad en poste au Brésil, qui seront très actifs sur le projet via leur affichage sous l'UMR System. Ces partenaires possèdent des compétences particulièrement précieuses en modélisation des systèmes et en économie.

Partenaire n°4 : **L'UR SeqBio** a une très longue expérience sur l'étude de la matière organique et des communautés biologiques liées à cette dernière dans les sols tropicaux. Elle a effectué de nombreux travaux et publications scientifiques sur la dynamique du carbone et de l'azote en interaction avec la vie biologique du sol et les modes de gestion des biomasses. Depuis quelques années, cette équipe travailler également sur les SCV, plus spécifiquement à Madagascar et au Brésil où elle est donc déjà implantée. La présence d'écologues des invertébrés du sol en son sein en font donc naturellement l'équipe la plus à même de coordonner la tâche 1.

Partenaire n°5 : Les travaux de **l'UMR FARE** sur la biodégradation des litières et ses collaborations scientifiques avec le CIRAD et l'IRD sur les SCV en font un partenaire de choix pour coordonner la tâche 2.

L'expérience acquise dans le développement de modèles génériques pour comprendre ces processus et évaluer leurs impacts sera un atout pour développer les approches comparatives entre terrains et nourrir la réflexion sur la modélisation (tâche 7).

Partenaire n°6 : Les approches développées en sociologie et en ergonomie au sein d'**AgroParisTech** sont focalisées sur l'analyse des processus d'innovation, d'apprentissage et sur les activités de conseil en agriculture. L'AC représente un nouvel objet d'étude très intéressant pour ce partenaire en raison des dynamiques sociales et techniques qui sont véhiculées par cette innovation. Cela explique son rôle dans la coordination de la tâche 6 sur l'analyse des réseaux sociotechniques et des processus d'apprentissage, déjà abordés dans des modules d'enseignement interdisciplinaire menées en collaboration avec le partenaire 1.

Partenaire n°7 : **L'Unité de Recherche en Partenariat Scrid** est une unité relativement récente basée à Madagascar. Elle regroupe des chercheurs du CIRAD et des partenaires scientifiques malgaches du Fofifa (recherche agronomique nationale malgache) et de l'Université d'Antananarivo. Elle est focalisée sur la stabilisation de la production du riz pluvial dans le contexte malgache, tout particulièrement par l'utilisation de SCV. Depuis maintenant 5 ans, elle développe des recherches sur ces objets afin de comprendre leur fonctionnement, leurs performances et les conditions sociotechniques de leur adoption. C'est donc une équipe structurellement pluri-disciplinaires et pluri-institutionnelle qui lui permet de participer à la plus grande partie des activités du projet. et de coordonner avec toute le légitimité requise les activités du projet sur le terrain malgache.

Partenaire n°8 : **l'ISARA** de Lyon a été le premier organisme de recherche français à étudier la réduction du travail du sol en agriculture biologique. C'est une équipe structurellement pluri-disciplinaire ce qui lui a permis de développer des recherches sur les processus biophysiques en œuvre, la conception – évaluation de systèmes de culture et l'analyse sociologique des transformations de l'agriculture. Ces recherches s'appuient sur un dispositif associant étroitement les acteurs scientifiques et professionnels. Elle est donc très bien placée pour coordonner les activités du terrain France agriculture biologique. Par ailleurs, le thème d'excellence sur l'agroécologie porté par l'ISARA explique son intérêt pour contribuer aux activités de formation – transfert de la tâche 9.

Partenaire n°9 : **L'unité Eco-Innov** a pour mission principale de développer, à partir de projets interdisciplinaires, des méthodes d'évaluation des impacts écologiques des innovations en agriculture. Son expérience dans l'évaluation *ex ante* de l'impact écologique et économique de l'introduction d'innovations à partir de méthodes d'analyse multicritère explique son rôle d'animation de la tâche 4.

Partenaire n°10 : Les activités de recherche de l'**UMR EGC** portent sur le fonctionnement des plantes de grande culture en interaction avec les facteurs de l'environnement biotiques et abiotiques (climat, sol, polluants, pathogènes, adventices). L'équipe « SOL » à laquelle appartiennent les chercheurs EGC impliqués dans ce projet travaille sur l'étude du fonctionnement des sols (tâche 2) pour comprendre et prévoir les conséquences environnementales liées aux contraintes. Les recherches concernent à la fois des approches expérimentales et de modélisation (tâche 7) dont l'objectif finalisé est la maîtrise et l'évaluation des risques liés à l'usage des pesticides.

Une attention particulière a été portée à la construction d'un partenariat avec les principaux acteurs du développement des techniques sans labour et de l'AC sur les quatre terrains, afin de conduire les activités du projet et de créer des espaces de confrontation, d'échange et d'apprentissages croisés :

1. Terrain n°1 : France Grandes cultures :
 - Association BASE (Président : F. Thomas), principale association d'agriculteurs en non labour et AC en France
 - Coopérative nouricia (D. Longevialle) qui a créé le club nouriciAgrosol pour accompagner des agriculteurs en non labour
 - Chambres d'agricultures de Bretagne (D. Hedadj) et de l'Eure (B. Omon) qui mènent des actions spécifiques pour accompagner les agriculteurs en non labour
 - Entreprise SEMEATO (A. Gäsler) de vente de semoirs adaptés au semis direct et qui a créé des clubs pour accompagner ses clients dans l'évolution de leurs pratiques
2. Terrain n°2 : France Agriculture biologique
 - Chambres d'agriculture de Rhône-Alpes impliqués dans le conseil auprès des agriculteurs AB

- Association d'agriculteurs pour le développement de l'agriculture biologique : ADABIO
3. Terrain n°3 : Brésil
 - EMBRAPA
 - Ecole d'agriculture
 - Syndicat des Travailleurs Ruraux
 - Coopérative COOPATECH
 4. Terrain n°4 : Madagascar
 - Le partenariat est déjà formalisé au sein même de l'URP SCRID
 - Opérateurs de la diffusion des SCV à Madagascar

8.2 Complémentarité des partenaires

La complémentarité des partenaires est tout d'abord institutionnelle à travers l'implication de plusieurs organismes de recherche : INRA, CIRAD, IRD. Cette collaboration nous semble très importante dans le contexte actuel de rapprochement du CIRAD et de l'INRA et devant la nécessité de combiner les efforts pour répondre aux enjeux auxquels est confrontée l'agriculture. Elle permettra de confronter les approches et les expériences, de construire un travail en partenariat, de discuter de l'adéquation des concepts mobilisés aux questions scientifiques posées sur les différents terrains, de mettre en perspectives les résultats obtenus sur le plan scientifique et institutionnel.

La complémentarité est ensuite géographique à travers l'analyse comparée de différents terrains au nord et au sud. L'AC présente l'originalité d'être ancrée historiquement dans un transfert sud – nord de technologies et de connaissances. Il est important que la recherche puisse s'inscrire dans cette dimension comparative pour que les équipes du nord puissent bénéficier des recherches et de l'expérience plus anciennes des équipes du sud sur cette thématique et que les équipes du sud puissent bénéficier des approches développées en France dans un contexte de fort développement des techniques sans labour.

La complémentarité est enfin thématique et disciplinaire. Les recherches sur les processus biophysiques (tâches 1 et 2), ont déjà donné lieu à des collaborations entre les partenaires n°4 (SeqBio) et 5 (FARE) dans le cadre de projets de recherche (par exemple projet FFEM sur la séquestration du carbone sous SCV en milieux tropicaux, qui impliquait également System) d'encadrement de thèses (A. Metay, 2006, A. Maltas, 2007) ou de publications co-signées (Sall *et al.*, 2007). Forts de cette expérience de collaborations au nord et au sud, ces équipes peuvent aborder la question des processus biophysiques de manière générique (en particulier autour de l'analyse couplée C-N) et complémentaire : les compétences de FARE sont focalisées sur la dégradation des mulchs et l'activité microbienne alors que celles de SeqBio sont sur la séquestration du carbone et l'activité biologique. Les équipes travaillant sur les systèmes de culture ont développé des approches comparables de conception / évaluation sur les quatre terrains d'étude : System au Brésil, SCRID à Madagascar, ISARA (agriculture biologique) et Agronomie en France grandes cultures. L'accent a été mis en particulier sur le prototypage de systèmes de culture innovants utilisant des plantes de couverture et sur des approches combinant expérimentation, modélisation avec STICS (pour System et Agronomie), et suivis en parcelles d'agriculteurs. Quelques travaux de recherche en collaboration ont déjà eu lieu (notamment le projet Discotech auquel appartiennent System, ISARA et Agronomie) mais ce nouveau projet donnera l'occasion de combiner ces travaux de recherche autour de l'AC pour gagner en efficacité et en généralité. Une autre caractéristique commune est que ces quatre équipes ont déjà travaillé en collaboration avec des chercheurs en sciences biophysiques et en sciences sociales, ce qui permettra de mieux faire vivre l'interdisciplinarité dans PEPITES. Les approches d'évaluation multicritères ont déjà été travaillées par les partenaires System, EcoInnov et Agronomie avec un outil commun (DEXi), complété par une approche de programmation linéaire à System. Ce projet permettra de développer des collaborations sur ces méthodes en les appliquant à des objets communs, ce qui n'a pas été fait pour l'instant. Pour l'étude des systèmes de production, des collaborations existent depuis plusieurs années entre Innovation et AgroParisTech autour de concepts et de méthodes communes. Le projet permettra de développer ces collaborations sur l'insertion de l'innovation AC dans les exploitations, qui n'a pas été encore étudiée par ces équipes. Les sciences sociales, représentées chez les partenaires Innovation, AgroParisTech, ISARA et EcoInnov ont déjà développé des collaborations avec les partenaires du projet, notamment dans le cadre du projet Discotech auquel appartiennent ces quatre unités. La présence de chercheurs en sciences sociales sur au moins trois terrains (France et Brésil) est un atout pour construire l'interdisciplinarité avec les sciences techniques. La diversité des terrains permettra de travailler sur la pertinence et la complémentarité des concepts et des approches mis en œuvre.

8.3 Qualification du coordinateur du projet

S. de Tourdonnet (40 ans), ingénieur agronome de l'INA P-G, est recruté comme Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel à l'INA P-G en 1993. Il mène des recherches à l'UMR d'Agronomie sur la maîtrise de la qualité du produit et de la pollution en production de laitues à partir d'une approche combinant modélisation, expérimentations et diagnostic agronomique. Il effectue son service national au sein du CIRAD-FLHOR (1994-95) à la Réunion. Sa mission était d'animer un dispositif de co-conception d'expérimentations chez les maraîchers et horticulteurs de l'île réunis dans une association. Il soutient sa thèse en 1998, est recruté comme Maître de Conférence en 1999, puis part en 2000 pour un séjour de recherche de 6 mois dans un laboratoire de modélisation en Israël, dans le cadre du projet européen NICOLET (nitrate concentration in lettuce). Sa mission était d'améliorer le modèle support du projet pour lui permettre de simuler l'impact d'un stress azoté sur le teneur en eau de la plante. En 2001, il rejoint le programme SCV de l'UMR d'Agronomie dont il prend l'animation en 2003. Il développe les activités de ce programme dans deux directions complémentaires : (1) l'étude des régulations biologiques en SCV pour intensifier leur usage et concevoir des systèmes plus économes en intrants (2) l'analyse, en collaboration avec des chercheurs en sciences sociales, du processus d'innovation en non labour pour accompagner l'évolution des pratiques des agriculteurs. Ces activités l'ont conduit à développer des collaborations avec les acteurs du développement impliqués dans le non labour : associations d'agriculteurs (intervention lors des trois dernières AG de BASE, partenariat avec la FNACS dans le cadre du projet KASSA), coopérative (missions d'expertise auprès de Nouricia), Chambres d'agriculture et instituts techniques (projet ADEME).

S. de Tourdonnet assure également une charge d'enseignement. Il co-anime en particulier des modules de 1 à 2 mois portant sur le fonctionnement et l'utilisation des cultures associées, le processus d'innovation technique et sociale en non labour (avec H. Brives, coordinatrice de la tâche 6), l'initiation à l'ingénierie de projet, l'analyse des innovations de rupture (dans la spécialisation PIST¹²). Il anime également le comité de pilotage des TICE¹³ d'AgroParisTech dont la mission est de développer des ressources pédagogiques numériques et de les mettre en ligne pour l'enseignement et la formation à distance.

S. de Tourdonnet a exercé un rôle de coordination dans plusieurs projets de recherche récents :

- Projet européen KASSA (2004-06) : Knowledge assessment and sharing on conservation agriculture. Programme européen de 18 mois coordonné par le CIRAD (<http://kassa.cirad.fr>) dont l'objectif était de faire un état de l'art sur l'agriculture de conservation à partir d'une analyse comparée des résultats obtenus dans 4 zones géographiques : Europe, Méditerranées, Amérique du sud, Asie. S. de Tourdonnet était le coordinateur de la plateforme Europe rassemblant 26 partenaires de 11 institutions et 8 pays. Il faisait partie du comité de pilotage du projet, a coordonné 3 work packages (de Tourdonnet *et al.*, 2006a, b, c) et a présenté les résultats du projet au 9^{ème} congrès de European Society of Agronomy (Lhamar *et al.*, 2006).
- Projet ADD DISCOTECH (2005-08) : Dispositifs innovants pour la conception et l'évaluation des systèmes techniques. L'objet de ce projet est de contribuer à un renouvellement des dispositifs pour la conception de systèmes techniques à partir d'une approche combinant sciences techniques et sciences sociales. S. de Tourdonnet participe à une des 10 études de cas et anime le groupe 'formation' du projet (comment enseigner à l'interface sciences techniques / sciences sociales ?).
- Projet ADEME TSL (2006-07) : Impacts environnementaux des techniques culturales sans labour en France. Il s'agit d'une expertise collective rassemblant différents partenaires de la recherche, des Instituts techniques et des Chambres d'agriculture. S. de Tourdonnet animait le groupe chargé d'évaluer l'impact des TCSL sur la qualité des sols et la biodiversité (de Tourdonnet *et al.*, 2007), était le représentant INRA dans le projet et corédacteur avec le chef de projet de la synthèse finale (Labreuche *et al.*, 2007).

Triomphe, B., Goulet, F., Dreyfus, F., and de Tourdonnet, S. (2006). Du labour au non-labour: pratiques, innovations et enjeux du Sud au Nord. In "Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas" (Centre International de Culture Paysanne et Rurale, ed.), pp124-130, Châteaubriant (France).

Carof M., de Tourdonnet S., Coquet Y., Hallaire V., Roger-Estrade J. (2007) Hydraulic conductivity and porosity under conventional and no-tillage and the effect of three species of cover crop in northern France. *Soil Use and Management* 23(3) p. 230-237

Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. (2007) Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system - I. Yield analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 27

¹² Produire et Innover dans les Systèmes Techniques

¹³ Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. (2007) Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system - II. Competition for light and nitrogen. *Agronomy for Sustainable Development* 27

Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., de Tourdonnet S., Valantin-Morison M. Why and how to mix species in cropping systems? An overview of concepts and tools. *A paraître dans Agronomy for Sustainable Development*

8.4 Qualification des partenaires

Partenaire	Nom*	Prénom*	Emploi actuel*	Discipline**	Personne. mois	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Coordinateur/ responsable N°1 INRA Agronomie Grignon	De TOURDONNET	Stéphane	Maître de conférence	Agronomie	24	Coordinateur du projet Responsable de la tâche 9 Participant aux tâches 3 et 6
N°1 INRA Agronomie Grignon	SHILI	Inès	Doctorante	Agronomie	18	Expérimentation + modélisation du fonctionnement des SCV (tâche 3)
N°1 INRA Agronomie Grignon	SAULAS	Patrick	IR	Agronomie	10	Expérimentation SCV (tâche 3)
N°1 INRA Agronomie Grignon	DORE	Thierry	DR	Agronomie	5	Direction thèse I. Shili Analyse multicritère (tâche 4)
N°1 INRA Agronomie Grignon	PICARD	Didier	DR1	Agronomie	5	Analyse des dispositifs expérimentaux sur terrains France
N°1 INRA Agronomie Grignon	GUICHARD	Laurence	IR	Agronomie	1	Analyse multicritère (tâche 4)
Coordinateur/ responsable N°2 CIRAD UMR Innovation Montpellier	TRIOMPHE	Bernard	Cadre scientifique	Agronomie	28	Co-animateur du projet Responsable de la tâche 8. Participant aux tâches 6, 5, 4 et 9 en particulier pour ce qui concerne les terrains Sud
N°2 CIRAD UMR Innovation Montpellier	LE GAL	Pierre-Yves	Cadre scientifique	Agronomie	18	Responsable de la tâche 5 Recherches sur l'aide à la conception de systèmes de production innovants
N°2 CIRAD UMR Innovation Montpellier	DUGUÉ	Patrick	Cadre scientifique	Agronomie	12	Participant à la tâche 5 (coordination terrain Madagascar) Analyse des pratiques de gestion des exploitations agricoles
N°2 CIRAD UMR Innovation Madagascar	PENOT	Eric	Cadre scientifique	Socio - économie	14	Participant aux tâches 5, 6 et 7 sur le terrain Madagascar : Analyse et modélisation des pratiques de gestion des exploitations agricoles, réseaux acteurs
N°2 INRA UMR Innovation Montpellier	LOPEZ-RIDAURA	Santiago	IR	Agronome	8	Participant aux tâches 4 (analyse multi-critères) et 7 (utilisation modèles avec usagers)
N°2 CIRAD UR Arena Brésil / France	SABOURIN	Eric	Cadre scientifique	Sociologie	8	Analyse des réseaux socio-techniques et dispositifs d'intervention (tâches 6 et 8) Brésil, Madagascar
N°2 CIRAD UMR Innovation Montpellier	GOULET	Frédéric	Doctorant / cadre scientifique	Sociologie	6	Participant à la tâche 6 sur terrains France : réseaux sociotechniques
N°2 CIRAD UMR Innovation Montpellier	BERNARD	Jennifer	Doctorante	Agronomie	20	Participant à la tâche 5 sur la conception de systèmes de production combinant atelier d'élevage et cultures fourragères sur le terrain Brésil
N°2 SupAgro UMR ERRC Montpellier	MOULIN	Charles-Henri	IC Gref	Zootechnie	6	Participant à la tâche 5 (prestataire) Recherches sur la gestion des systèmes d'élevage
N°2 CIRAD UR ARENA Montpellier	HOCDE	Henri	Cadre scientifique	Agronomie	3	Participant à la tâche 8 sur terrains Sud : dispositifs d'intervention, analyse réflexive transversale

Coordinateur/ responsable N°3 CIRAD System	SCOPEL	Eric	Chercheur	Agronomie	24	Co-animateur du projet Responsable des tâches 3 et 7 Fonctionnement et Evaluation des SAC (tâches 2 et 4)
N°3 CIRAD System	BOCAR BALDE	Alpha	Doctorant	Agronomie	24	Analyse et modélisation des SCV en association (tâche 3) Brésil
N°3 CIRAD System	AFFHOLDER	François	Chercheur	Agronomie	8	Modélisation bio-physique des SAC (tâches 3, 4 et 7) Brésil, Madagascar
N°3 CIRAD System	CORBEELS	Marc	Chercheur	Agronomie	4	Modélisation C et N long terme (tâche 1)
N°3 CIRAD Systèmes d'élevage	POCCART CHAPUIS	René	Chercheur	Géographe	4	Analyse des Systèmes de production et utilisation des espaces (tâches 4 et 5) Brésil
N°3 CIRAD Systèmes d'élevage	ALARY	Véronique	Chercheur	Economiste	4	Analyse et modélisation des systèmes de production et d'élevage (tâches 4, 5 et 7) Brésil,
N°3 CIRAD G-Eau	JOURDAIN	Damien	Chercheur	Economiste	4	Analyse économique et modélisation des systèmes de production (tâches 4, 5 et 7) Brésil, Madagascar
N°3 CIRAD Green	BOMMEL	Pierre	Chercheur	Informatique	4	Analyse multi-acteurs, modélisation d'accompagnement (tâches 2, 7 et 8) Brésil
N°3 EMBRAPA CPAC	MACENA	Fernando	Chercheur	Agronomie	8	Fonctionnement et modélisation des SAC (tâches 3, 4 et 7) Brésil
N°3 EMBRAPA CPAC	VALADARES	Xavier	Doctorant	Agronomie	18	Point de vue d'acteur, évaluation des SAC (tâches 4, 7 et 8) Brésil
N°3 EMBRAPA CPATU	QUANZ	Darcisio	Chercheur	Agronomie	4	Fonctionnement des SAC (tâches 1, 3) Brésil
Coordinateur/ responsable N°4 IRD UR SeqBio	Blanchart	Eric	DR2	Ecologie du sol	12	Responsable de la tâche 1 Macrofaune du sol
N°4 IRD UR SeqBio	Brauman	Alain	DR2	Microbiologie	4	Communautés microbiennes Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Bernoux	Martial	DR2	Ecologie du sol	4	Stocks C Tâche 2
N°4 IRD UR SeqBio	Pablo	Anne- laure	AI	Microbiologie	4	Communautés microbiennes Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Villenave	Cécile	CR1	Ecologie du sol	4	Communautés de nématodes Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Plassard	Claude	CR1	Microbiologie	4	Communautés microbiennes (champignons) Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Albrecht	Alain	DR2	Ecologie du sol	6	Stocks de C Tâche 2
N°4 IRD UR SeqBio	Lardy	Lydie	CR2	Ecologie du sol	6	Nitrification/ Dénitrification Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Lensi	Robert	DR2	Microbiologie	4	Nitrification/ Dénitrification Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Brossard	Michel	DR2	Ecologie du sol	4	Macrofaune du sol et stocks C Tâches 1 et 2
N°4 IRD UR SeqBio	Bernard	Laetitia	CR2	Microbiologie du sol	4	Communautés microbiennes actives Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Chevallier	Tiphaine	CR2	Ecologie du sol	4	Agrégation et protection de la matière organique Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Chotte	Jean-Luc	DR2	Ecologie du sol	4	Agrégation et communautés microbiennes Tâche 1
N°4 IRD UR SeqBio	Brunet	Didier	IE2	Pédologue	4	Spectroscopie NIRS et MIRS Tâche 1

Coordinateur/ responsable N°5 UMR FARE	RECOUS	Sylvie	DR2	Science du sol/Agrono mie	12	Coordination tâche 2, responsable de la thèse engagée sur le projet, Recherches sur les facteurs de décomposition des résidus végétaux et cycles C et N, et modélisation. Assurant l'interface avec la tâche 1 et tâche 3.
N°5 UMR FARE	DEFOSSEZ	Pauline	CR1	Physique du sol et des matériaux	8	Tâche 2, responsable de la caractérisation et modélisation des propriétés physiques des résidus de culture, co-encadrement de la thèse.
N°5 UMR FARE	ALAVOINE	Gonzague	AI	Chimie	8	Responsable du pôle analytique de l'UMR (C soluble, analyses proximales van Soest, mesures physique) (tâche 2 et autres tâches si nécessaire)
N°5 UMR FARE	DELFOSE	Olivier	AI	Chimie isotopique	4	Analyses élémentaires et isotopiques 13C, 15N (tâche 2 et tâches 1 et 3 si nécessaires)
N°5 UMR FARE	MILLON	Sylvie	AJTP	Chimie	4	Analyses chimiques et incubations (appui aux expérimentations de la thèse et des expérimentations communes tâches 2 et 1)
N°5 UMR FARE	MILLON	Francis	TR	Agronomie	4	Appui terrains, mise au point dispositifs incubation. (tâche 2)
N°5 INRA EGC, Grignon	GARNIER	Patricia	CR1	Science du sol	12	Tâche 2 : Influence de la réactivité des matières organiques vis-à-vis des pesticides dans le mulch : expérience et modélisation
N°5 INRA, EGC, Grignon	BENOIT	Pierre	CR1	Science du sol	10	Tâche 2 : Influence de la réactivité des matières organiques vis-à-vis des pesticides dans le mulch : expérience et modélisation
N°5 INRA, EGC, Grignon	VIEUBLE	Laure	Maître de conférence	Science du sol	6	Tâche 2 : influence et rôle des microorganismes décomposant la matière organique sur la dégradation des pesticides
N°5 INRA, EGC, Grignon	BARRIUSO	Enrique	DR2	Science du sol	6	Tâche 2 : Influence de la réactivité des matières organiques vis-à-vis des pesticides dans le mulch : expérience et modélisation
N°5 UMR EMMAH Avignon	LAFOLIE	François	CR1	Science du sol	4	Tâche 2 : Adaptation code PASTIS : pour décomposition du mulch, migration de C-soluble et devenir de pesticides.
N°5 UMR BioemCo	CHENU	Claire	Professeur Agro-Paris Tech	Science du sol	4	Tâche 2 et coordination avec tâche 3: Caractérisation des matières organiques (localisation et stabilisation dans la structure du sol)
N°5 UMR BioemCo	GIRARDIN	Cyril	Ingénieur d'études	Science du sol	9	Tâche 2 : expérimentations sur la caractérisation des matières organiques (localisation du C en relation avec la nature du C soluble et la structure du sol) (en relation avec le programme de thèse)
N°5 UMR BioemCo	DIGNAC	Marie France	CR1 INRA	Chimie Organique	4	Caractérisation de la réactivité des matières organiques par RMN (mesures et interprétations)
N°5 UMR BioemCo	RUMPEL	Cornelia	CR1 CNRS	Chimie organique	2	Caractérisation de la réactivité des matières organiques par RMN
Coordinateur/ responsable N°6 Socio AgroParisTech	BRIVES	Hélène	MC	Sociologue	24	
N°6 SAD/AgroParisT ech	CERF	Marianne	DR	Ergonomie	5	Encadrement doctorante - Analyse des dynamiques de changement de pratiques chez les agriculteurs (tâche 6).
N°6 SAD/AgroParisT ech	CHANTRE	Emilia	Doctorante	Agronomie	10	Analyse des dynamiques de changement de pratiques chez les agriculteurs (tâche 6).
N°6 SAD/AgroParisT ech	BEGUIN	Pascal	DR 2	Ergonomie	13	Analyse, suivi et définition des dispositifs d'intervention (tâche 8), Caractérisation des processus d'innovation en AC (tâche 6).
N°6 SAD/AgroParisT ech	AUBRY	Christine	IR1	Agronomie	2	Participation aux travaux et co- encadrement des stages sur l'analyse de l'exploitation agricole (tâche 5)

Coordinateur/ responsable N°7 URP-SCRiD	DUSSERRE	Julie	Chercheur	Ecophysiologie	12	Recherches sur le fonctionnement des systèmes de riziculture pluviale. Modélisation. Evaluation multicritère (tâches 3, 4 et 7). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	DOUZET	Jean-Marie	Chercheur	Agronomie	16	Recherches sur le fonctionnement des systèmes de culture et les externalités en AC (tâches 2, 3 et 4). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	RAKOTOARISOA	Jacqueline	Chercheur	Agronomie	6	Recherches sur la dynamique de minéralisation des résidus et caractérisation de l'offre en azote (tâche 2). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	RABARY	Bodo	Chercheur	Biologie du sol	11	Recherches sur le fonctionnement biologique des sols (tâche 1 et 2). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	RANDRIAMANANTSOA	Richard	Chercheur	Entomologie	10	Recherches sur le comportement des bio-agresseurs (tâche 1). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	SESTER	Mathilde	Chercheur	Epidémiologie / modélisation	6	Outils d'évaluation multicritère. Modélisation (tâches 3, 4 et 7). Madagascar
N°7 URP-SCRiD	NAUDIN	Krishna	doctorant	Agronomie	24	Conception d'outil d'évaluation multicritère. Aide à la conception de systèmes de production (tâches 4 et 5).
Coordinateur/ responsable N°8 ISARA	DAVID	Christophe	Directeur Recherche	Agronomie	5	Correspondant terrain Bio Lyon Recherches sur le fonctionnement des SCV conduits en agriculture biologique et modélisation (tâches 3, 7 et 9)
N°8 ISARA	PEIGNE	Joséphine	Enseignant-chercheur	Agronomie	6	Recherches sur l'impact de l'AC sur la fertilité du sol et le développement des cultures biologiques (tâches 1, 2 et 3)
N°8 ISARA	CELETTE	Florian	Ingénieur de Recherche	Agronomie	5	Recherches sur le fonctionnement des SCV et modélisation (tâches 3 et 7)
N°8 ISARA	WEZEL	Alexander	Enseignant-chercheur	Agroécologie	2	Recherches sur le fonctionnement des SCV (tâche 3)
N°8 ISARA	CHAZOULE	Carole	Enseignant-chercheur	Sociologie	5	Recherches sur les réseaux socio-techniques (tâches 6 et 8)
N°8 ISARA	FLEURY	Philippe	Enseignant-chercheur	Sociologie	3	Recherches sur les démarches d'accompagnement (tâches 6 et 8)
N°8 ISARA	DUFOUR	Annie	Enseignant-chercheur	Sociologie	2	Recherches sur les réseaux socio-techniques (tâche 6)
Coordinateur/ responsable N°9 Eco-Innov	ANGEVIN	Frédérique	Ingénieur de recherche	Agronomie	12	Coordinateur de la tâche 4 Évaluation des SAC par analyse multi-critères
N°9 Eco-Innov	MESSEAN	Antoine	Ingénieur de recherche	Agronomie	0.5	Évaluation des SAC par analyse multi-critères (tâche 4)
N°9 Eco-Innov	LAMINE	Claire	Ingénieur de recherche	Sociologie	0.5	Évaluation des SAC par analyse multi-critères (tâche 4)

9 Stratégie de valorisation et de protection des résultats

Une des principales stratégies de valorisation, au delà des publications usuelles de nature scientifique, sera de s'assurer que les principaux résultats soient mis à disposition d'un vaste public (dont en particulier celui des professionnels de l'agriculture) sous une forme négociée entre les partenaires du projet via la revue spécialisée TCS et le site agriculture-de-conservation.com, et le site propre du projet. Une attention particulière a été donc portée à la construction d'un partenariat avec les principaux acteurs du développement des techniques sans labour et de l'AC sur les quatre terrains, afin de conduire les activités du projet et de créer des espaces de dissémination des résultats (Association BASE, Coopérative Nouricia, Chambres d'agricultures, ADABIO, Syndicat des travailleurs ruraux d'Unai, etc.). Les activités de formation (initiale et continue) seront une autre forme de valorisation très importante et en lien direct avec les 4 terrains d'intervention. Ces 2 stratégies complémentaires se situent au cœur de la tâche 9.

De fait du fort caractère interdisciplinaire du projet et de la diversité des partenaires impliqués, il est essentiel de prévoir très explicitement comment se répartiront les crédits et la reconnaissance du travail collectif accompli entre tous les participants (y compris les partenaires scientifiques et professionnels des terrains Nord et Sud non signataires des documents soumis à l'APP SYSTERRA) dans l'accord de consortium qui sera élaboré si le projet PEPITES est retenu, et signé par tous les partenaires avant le démarrage du projet. L'accord de consortium précisera les modalités de gouvernance du projet ainsi que le rôle et les prérogatives respectives de la coordination générale tripartite et du comité de pilotage, dans lequel l'ensemble des partenaires seront

représentés. Les dispositions de l'accord tenteront notamment de clarifier qui peut prétendre être auteur (ou co-auteur) de quelle type de publication ou communication, et aussi comment seront arbitrées les controverses scientifiques ou techniques éventuelles liées aux résultats obtenus sur les différents terrains.

Annexes : description des partenaires

Partenaire n°1 : UMR Agronomie Grignon INRA / AgroParisTech

<http://www.versailles-grignon.inra.fr/agronomie>

L'UMR d'agronomie a pour objectif de contribuer à produire des connaissances et des méthodes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture durables. Au sein du dispositif INRA (département EA), nous sommes plus particulièrement chargés des questions de conception et d'évaluation des systèmes de culture sous climat océanique et semi continental. L'unité a deux axes de travail principaux : (1) production d'outils et méthodes pour éclairer la décision (des agriculteurs, des pouvoirs publics, des prescripteurs) dans l'évolution des systèmes de culture (2) celui de la production de connaissances pour comprendre et utiliser les interactions biologiques au sein de l'agrosystème, proposer des bioindicateurs fiables de l'état des agrosystèmes et, intégrer dans des modèles de fonctionnement de l'agrosystème des variables d'état biologiques. L'Unité a travaillé au cours des dernières années dans trois directions principales : l'interaction génotype/système de culture et l'évaluation des innovations variétales ; l'effet des systèmes de culture sur les bioagresseurs et la protection intégrée des cultures ; les conséquences des diversifications des modes de travail du sol sur les composantes physiques, chimiques et biologiques du champ cultivé.

Le programme SCV (Semis direct sous couvert) de l'UMR, auquel appartiennent la plupart des chercheurs engagés dans le projet PEPITES, a débuté en 1998. Les SCV étudiés combinent non travail du sol et culture associée entre la culture commerciale et une plante de couverture qui n'est pas récoltée et peu rester en place plusieurs années. L'objectif est de produire des connaissances sur les régulations biologiques dans les SCV pour concevoir/évaluer des systèmes de culture innovants et accompagner le processus d'innovation en cours autour des techniques sans labour. Quatre axes de recherche sont développés : (1) la conception et l'évaluation de SCV à partir d'expérimentations 'systèmes' de longue durée (2) l'étude expérimentale des processus biologiques à l'œuvre dans la création de porosité ou l'équilibre entre compétition et facilitation, (3) la modélisation du fonctionnement des SCV avec le modèle STICS cultures associées (4) l'étude du processus d'innovation et de changement des pratiques en non labour, en collaboration avec des chercheurs en sciences sociales. Ces recherches ont conduit à développer des collaborations avec les principaux acteurs du développement des techniques sans labour en France : associations d'agriculteurs, organismes de développement, instituts techniques...

Publications récentes en lien avec les thématiques du projet PEPITES:

- Triomphe, B., Goulet, F., Dreyfus, F., and de Tourdonnet, S. (2007). Du labour au non-labour: pratiques, innovations et enjeux du Sud au Nord. In "Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas" R. Bourrigaud et F. Sigot (eds.) (Centre International de Culture Paysanne et Rurale, ed.), pp 124-130, Châteaubriant (France).
- Carof M., de Tourdonnet S., Coquet Y., Hallaire V., Roger-Estrade J. (2007) Hydraulic conductivity and porosity under conventional and no-tillage and the effect of three species of cover crop in northern France. *Soil Use and Management* 23(3) p. 230-237
- Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. (2007) Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system - I. Yield analysis. *Agronomy for Sustainable Development* 27
- Carof M., de Tourdonnet S., Saulas P., Le Floch D., Roger-Estrade J. (2007) Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system - II. Competition for light and nitrogen. *Agronomy for Sustainable Development* 27
- Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., de Tourdonnet S., Valantin-Morison M. (2008) Why and how to mix species in cropping systems? An overview of concepts and tools. *A paraître dans Agronomy for Sustainable Development*

L'Unité Mixte de Recherche Innovation et Développement dans l'agriculture et l'agro-alimentaire (UMR Innovation) est composée des organismes Cirad, Inra et SupAgro. Elle développe des travaux de recherche sur les processus d'innovation considérés comme des processus d'action individuelle et collective aux niveaux technique et organisationnel. Elle s'intéresse à l'ensemble du processus, depuis les objectifs des acteurs pour innover jusqu'aux effets de développement induits par ces innovations. Les recherches de l'UMR sont menées en France et à l'international, de manière interdisciplinaire, en associant des compétences en sciences biotechniques (agronomie) et en sciences sociales (économie, sociologie, anthropologie, géographie, sciences de gestion, droit). L'UMR aborde l'innovation par l'étude des processus de l'action en train de se faire. L'analyse de ces processus porte sur les modalités d'engagement des acteurs, les objets de l'action ainsi que sur leurs évolutions, en considérant le chercheur comme un des participants aux modifications des objets de l'action, et de la configuration des acteurs engagés au cours du processus.

L'équipe SPACTO (Systèmes de production agricole et changements techniques et organisationnels), à laquelle appartiennent les chercheurs engagés dans le projet PEPITES aborde pour sa part trois objets de recherche: la gestion de la production et des exploitations agricoles; les processus d'innovation sociotechnique et organisationnelle ; les processus de coordination entre acteurs avec l'objectif de comprendre les situations des acteurs ruraux et d'accompagner leurs projets de changement. Pour ce faire, 3 axes de travail ont été définis : (1) Conception de systèmes de production innovants à l'échelle de l'exploitation agricole, et à des échelles plus larges, (2) Implication des exploitations agricoles familiales et des groupements de producteurs dans les filières, et (3) Conception de dispositifs et de méthodes de conseil aux exploitations agricoles et démarches de recherche en partenariat

Plusieurs chercheurs de l'équipe ont travaillé sur l'agriculture de conservation: aspects techniques, articulation avec les systèmes de production et les processus d'innovation, et compréhension des réseaux socio-techniques avec des terrains d'études en Afrique de l'Ouest, à Madagascar, au Mexique, au Brésil et en France. Les travaux sur l'aide à la conception de systèmes de production innovants se développent actuellement au Brésil, au Burkina-Faso, à Madagascar et au Maroc.

Publications récentes en lien avec les thématiques du projet PEPITES:

- De Nys E., Le Gal P.-Y., Raes D., Ana E., 2008. WaDI (Water Delivery for Irrigation): a simulation tool to address strategic interaction of water demand and supply in irrigation schemes. *Agricultural Water Management*, 95(3): 224-232.
- Goulet, F., Pervanchon F., Conteau C., Cerf M., 2008. Comment les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture ? In : Des systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer, Doré T. et Reau R. (Eds.), Educagri, Dijon. p 53-70.
- Penot, E. et O. Dehevels, 2007 : Modélisation économique des exploitations agricoles : modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe Paris, L'Harmattan , 182 p.
- Triomphe, Goudet, Dreyfus et de Tourdonnet, 2007: Du labour au non-labour : Pratiques, Innovations & Enjeux au Sud et au Nord. In: Bourrigaud R. et F.Sigaut (eds.): Nous labourons. Actes du colloque « Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas ». Nantes, 25-28 octobre 2006. Centre Histoire Travail, pp. 371-384
- Andrieu, N., Piraux, M., Tonneau, J.P., 2007. Design of sustainability indicators of the production systems in Brazilian semi-arid area by the analysis of biomass flows. *International Journal of Sustainable development* 10(1/2), 106-121.
- Dugué P., E. Vall E, P. Lecomte P, D. Klein, D. Rollin, 2004: Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Un nouveau cadre d'analyse pour développer de nouveaux modes d'intervention et favoriser les processus d'innovation. OCL, N°11, vol. 4, 268-76.

L'Unité Mixte de Recherche Fonctionnement et conduite des systèmes de culture tropicaux et méditerranéens (UMR SYSTEM), composée des organismes Cirad, Inra et SupAgro, s'intéresse aux systèmes pluri-espèces et à leur capacité à assurer une production agricole durable dans ces milieux. A ce titre elle produit des connaissances et des outils permettant d'évaluer, de piloter ou de concevoir des systèmes de culture alliant performances économiques et respect des ressources naturelles et de l'environnement. L'accent est mis sur l'utilisation de la diversité biologique des espèces cultivées pour assurer des performances agronomiques régulières (rendement, qualité) tout en limitant les impacts environnementaux (pollution de l'eau, érosion, biodiversité ...).

L'équipe Sambas (Systèmes Agro-écologiques Multi-espèces à Base d'Annuelles) de l'unité, plus directement impliquée dans ce projet, travaille depuis de longues années sur des systèmes de culture de production de grains, en semis direct et intégrant des plantes de couverture multifonctionnelles en association ou succession. Dans ce contexte l'équipe Sambas de l'UMR System a développé de nombreux travaux sur le fonctionnement bio-physique des Sambas en milieu tropical. Les efforts se sont concentrés sur la caractérisation de leurs effets sur les cycles de l'eau, du carbone et de l'azote à l'échelle de la parcelle : mesure des stocks et des flux, calculer les bilans et incorporer l'effet de la variabilité climatique. Pour cela il a été fait recours systématiquement à des outils de modélisation dynamique de ces fonctionnements parfois différents en fonction des questions abordées (STICS, PASTIS, GDAYS...)

Plus récemment l'équipe Sambas a commencé à aborder les problèmes d'évaluation multicritère de ces Sambas en incorporant des effets tant à l'échelle de la parcelle que des effets à l'échelle de l'exploitation, cela au travers d'une méthode d'optimisation multi-objectifs. Une réflexion est également menée sur la mobilisation des outils et connaissances sur le fonctionnement de ces systèmes pour alimenter un processus de co-conception de nouveaux Sambas adaptés aux besoins et contextes de petits producteurs des zones tropicales.

Elle coordonne des travaux au Brésil sur ces systèmes depuis 2001 en collaboration avec l'Embrapa et divers partenaires de recherche locaux, dont des chercheurs Cirad d'autres unités complémentaires, notamment en Amazonie.

Publications récentes sur le thème :

- Affholder, F., Scopel, E., Neto, J.M., Capillon, A., 2003. Diagnosis of the productivity gap using a crop model. Methodology and case study of small-scale maize production in central Brazil. *Agronomie* (23), 305-325.
- Corbeels, M., Scopel, E., Cardoso, A., Bernoux, M., Douzet, J.M., Neto, M.S., 2006. Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Global Change Biology* (12), 1773-1787.
- Macena da Silva, F.A.M., Pinto, H.S., Scopel, E., Corbeels, M., Affholder, F., 2006. Water fluxes in maize, millet and soybean plant-residue mulches used in direct seeding. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* (41), 717-724.
- Maltas, A., Corbeels, M., Scopel, E., Oliver, R., Douzet, J.M., da Silva, F.A.M., Wery, J., 2007. Long-term effects of continuous direct seeding mulch-based cropping systems on soil nitrogen supply in the Cerrado region of Brazil. *Plant and Soil* (298), 161-173.
- Scopel, E., Da Silva, F.A.M., Corbeels, M., Affholder, F.O., Maraux, F., 2004. Modelling crop residue mulching effects on water use and production of maize under semi-arid and humid tropical conditions. *Agronomie* (24), 383-395.

Partenaire N° 4 : UR SeqBio (IRD)

L'Unité SeqBio (Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols) de l'IRD, dirigée par Jean-Luc Chotte s'intéresse, d'une part, à l'impact des systèmes cultivés (tropicaux et méditerranéens) sur (i) les flux de carbone et d'azote à l'interface sol-plantes-atmosphère et (ii) les communautés biologiques du sol liées à ces flux d'éléments, et, d'autre part, à proposer des innovations techniques basées sur la gestion de la matière organique. L'unité s'intéresse principalement aux services environnementaux fournis par les sols cultivés comme la protection de la biodiversité, la résistance à l'érosion et la séquestration du carbone (incluant la mitigation des émissions de gaz à effet de serre).

L'un des principaux objectifs de l'UR SeqBio est de comprendre les processus biologiques à l'origine de ces flux de carbone et d'azote. L'unité étudie l'ensemble des organismes pouvant être impliqués dans le biofonctionnement des sols : (i) microorganismes (diversité, densité, fonctions) impliquées dans la décomposition de la matière organique et la minéralisation de l'azote (nitrification, dénitrification), (ii) organismes impliquées dans les micro-chaînes trophiques et contrôlant les populations de microorganismes (on s'intéresse principalement aux nématodes libres) et les ingénieurs du sol (vers de terre, termites, fourmis) qui modifient l'environnement physique du milieu et la disponibilité des nutriments pour les microorganismes.

L'unité effectue ses recherches, en partenariat, dans divers pays de la zone tropicale et méditerranéenne : Brésil, Madagascar, Sénégal, Burkina Faso, Antilles, Maroc, Tunisie.

L'unité a une longue expérience des systèmes SCV (Systèmes de culture sous couverture végétale) menés en milieu tropicaux (Brésil et Madagascar).

Publications récentes sur le thème :

- Blanchart E., Villenave C., Viallatoux A., Barthès B., Girardin C., Azontonde A., Feller C., 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *European Journal of Soil Biology* 42: S136-S144.
- Blanchart E., Bernoux M., Sarda X., Siqueira Neto M., Cerri C.C., Piccolo M., Douzet J.M., Scopel E., Feller C., 2007. Effect of Direct Seeding Mulch-Based Systems on Soil Carbon Storage and Macrofauna in Central Brazil. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72, 1, 81-87.
- Rabary B., Sall S., Letourmy P., Husson O., Ralambofetra E., Moussa N., Chotte J-L, 2008. Effects of living mulches or residue amendments on soil microbial properties in direct seeded cropping systems of Madagascar. *Applied Soil Ecology*, 39, 236-243.
- Razafimbelo T., Albrecht A., Oliver R., Chevallier T., Chapuis-Lardy L. and Feller C., 2008. Aggregate associated-C and physical protection in a tropical clayey soil under Malagasy conventional and no-tillage systems. *Soil & Tillage Research*, 98: 140-149
- Chapuis-Lardy L., Wrage N., Metay A., Chotte J.L. & Bernoux M. (2007). Soils, a sink for N₂O? A review. *Global Change Biology*, 13, 1-17.

Partenaire N° 5 : UMR FARE et équipe partenaire EMMAH

L'UMR INRA-URCA FARE (Reims) exerce son activité scientifique dans le domaine de l'utilisation des ressources ligno-cellulosiques, et notamment du carbone renouvelable issu de ces ressources. Au sein de cette UMR, l'équipe « Biodégradation des litières végétales dans les sols et cycles biogéochimiques » impliquée dans ce projet, développe ses thématiques sur l'analyse et la gestion de l'azote et des matières organiques dans les sols cultivés, l'étude et la modélisation des cycles de l'azote et du carbone, la caractérisation des résidus végétaux et leur facteurs de décomposition en relation avec les processus physiques et biologiques. Dans ce contexte, l'équipe a développé ses programmes sur le rôle de la qualité biochimique des résidus végétaux, dans une diversité d'agro-écosystèmes naturels et cultivés, en conditions tempérées mais aussi tropicales. Elle a travaillé aussi de manière importante sur le rôle des modalités de contact entre les sols et les résidus végétaux, modalités résultant des propriétés macroscopiques des résidus végétaux et de la localisation (enfouis ou en mulch).

Notre laboratoire à Reims dispose de l'agrément quarantaine pour les sols, déchets végétaux et résidus de récolte en provenance de pays hors communauté européenne, délivré par la Préfecture de la Marne le 14 mai 2004, pour une durée de 5 ans renouvelable.

http://www.champagne-rdenne.pref.gouv.fr/sections/static/raa_n_7_du_15_juin_2/downloadFile/file/Raa07.pdf

L'équipe « Sol, Transferts et Cycles Biogéochimiques » de l'UMR 1114 **Environnement méditerranéen et modélisation des agro -hydrosystèmes EMMAH** INRA-Univ.Avignon a pour objectif d'améliorer les connaissances, outils et méthodes (modèles) concernant la problématique des transferts de masse (eau, solutés, colloïdes) et des transformations biogéochimiques (dont PASTIS).

Publications récentes sur le thème pour les 2 unités: *(en gras, participants au projet PEPITES)*

- Findeling A., **Garnier P.**, Coppens F., **Lafolie F.**, **Recous S.** (2007) Modeling water, carbon and nitrogen dynamics in soil covered with decomposing mulch. *European Journal of Soil Science* 58, 196-206.
- Gaillard V., **Chenu C.**, **Recous S.** (2003) Carbon mineralization in soil adjacent to plant residues of contrasting biochemical quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 93-99.
- Giacomini S.J., **Recous S.**, Mary B., Aita C. (2007) Simulating the effects of nitrogen availability, straw particle size and localization in the soil on the C and N mineralization. *Plant and Soil*, 301, 289-301.
- Sall S., Bertrand, I., **Chotte J.L.**, **Recous, S.**, (2007) Separate effects of the biochemical quality and N content of crop residues on C and N dynamics in soil. *Biology and Fertility of Soils* 43: 797-804.

Partenaire N°6 : AgroParisTech et équipe partenaire SAD APT

AgroParisTech est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel de type Grand établissement, issu du rapprochement entre l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires (ENSIA) de Massy et l'Institut National Agronomique Paris Grignon (INA P-G).

C'est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'Agriculture.

L'alimentation des hommes et les préoccupations nutritionnelles, la santé, la prévention des risques sanitaires, la protection de l'environnement, la gestion durable des ressources naturelles et, d'une manière plus générale, la valorisation des territoires, sont au coeur de la mission d'AgroParisTech.

Hélène Brives est rattachée au département Sciences Economiques Sociales et de Gestion (SESG) qui comprend huit unités de formation et de recherche (UFR) dont une UFR de Sociologie.

Actuellement, les activités d'enseignement et de recherche de l'UFR de Sociologie relèvent principalement des domaines suivants : les formes d'organisation et d'action collective liées au développement local et aux questions d'environnement en milieu rural d'une part, et d'autre part l'alimentation. Dans ce cadre, Hélène Brives et Stéphane de Tourdonnet organisent depuis 3 ans un module d'enseignement interdisciplinaire sur l'agriculture de conservation qui a permis de tester, en vraie grandeur sur différents terrains et avec des étudiants, la richesse d'une approche à la fois agronomique et sociologique (et en particulier un outil d'enquête socio-agronomique sur les changements de pratiques des agriculteurs).

AgroParisTech constitue un vivier de recrutement privilégié d'une main-d'œuvre occasionnelle qualifiée (futurs ingénieurs agronomes) dont nous aurons besoin pour mener à bien ce projet.

Le SAD APT est une UMR entre AgroParisTech et l'INRA. L'équipe PRAXIS, dirigée par Marianne cerf, est particulièrement impliquée dans le projet. Cette équipe constitue un groupe de recherches en sciences humaines et sociales, étudiant les pratiques professionnelles et les dynamiques d'action collective qui produisent ou mobilisent des connaissances scientifiques et techniques. Elle s'attache à en saisir les transformations dans leurs dimensions institutionnelles, organisationnelles, sociales et socio-cognitives dans une perspective d'aide à la décision et à l'action.

Publications récentes sur le thème pour les 2 unités

BEGUIN P., 2007, Innovation et cadre socio-cognitif des interactions concepteurs-opérateurs : une approche développementale, *Le travail humain*, Vol. 70, n° 4, pp 369-390.

BEGUIN P., 2005, Concevoir pour les genèses professionnelles, *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements*. Rabardel, P., Pastré, P. (coord.). Octarès : Toulouse. pp 31-52.

BRIVES H., **MORMONT M.**, 2008 : Les médiations de l'action collective environnementale. MELARD F. (dir.) *Écologisation : Objets et concepts intermédiaires*, Editions. P.I.E.-Peter-Lang, Bruxelles, (à paraître 2008).

BRIVES H., 2006 : Les conseillers agricoles et l'environnement : quelles compétences ?, in J.REMY, H. BRIVES, B. LEMERY, *Conseiller en agriculture*, éditions Educagri – INRA, 169-182.

CERF M., **MAGNE M.A.**, 2007, Comment les agriculteurs mobilisent-ils des interventions de développement ? @activités, vol.4, n°1, 112-122.

Partenaire N° 7 : URP SCRiD

Créé en fin 2001, le Pôle de compétence en partenariat (PCP) sur les « Systèmes de Culture et Rizicultures Durables » (SCRiD), devenu URP (Unité de recherche en partenariat) en 2004, associe le FOFIFA, Centre national de la recherche appliquée au développement rural, l'Université d'Antananarivo et le CIRAD.

L'unité est née de la volonté de ces 3 institutions de renforcer leur coopération d'une part, pour assurer l'accompagnement agronomique et économique du développement de la riziculture pluviale sur les collines, et d'autre part, de promouvoir à la fois une recherche de qualité répondant aux besoins du développement, et la formation sous tous ses aspects.

Le défi majeur de Développement auquel l'unité se propose de répondre porte sur l'augmentation durable de la production rizicole, par l'amélioration de la productivité et de la durabilité technique et socio-économique des systèmes pluviaux qui, contribuent dans plusieurs régions du pays, en complément des rizicultures aquatiques, à la sécurité alimentaire. En effet, à Madagascar, la demande croissante en riz et l'augmentation de la pression foncière sur les terres inondées liées à la croissance démographique, conduisent au développement d'une riziculture pluviale sur les collines. Mais, du fait de la fragilité de l'écosystème, ces systèmes pluviaux, s'ils sont conduits avec les techniques conventionnelles de travail du sol, ne permettent pas, de concilier les objectifs de durabilité et de production.

Pour ce faire, l'unité a considéré 2 innovations majeures : D'une part, la création et la diffusion des variétés de riz pluvial d'altitude issues du programme de création variétale du riz pluvial, initié au milieu des années 70 par le FOFIFA et le CIRAD. Et d'autre part, la création et la diffusion, par l'ONG Tafa et le CIRAD, depuis une quinzaine d'années, de systèmes de culture à base de semis direct sur couvertures végétales (SCV). Les SCV, assurant une protection permanente du sol et permettant la restauration et le maintien de sa fertilité, devraient ouvrir de nouvelles perspectives de durabilité à cette riziculture pluviale en plein essor.

Les enjeux scientifiques de l'unité sont l'explication des mécanismes biologiques et physico-chimiques sous-tendant les performances des systèmes SCV à base de riz pluvial ; l'identification des facteurs socio-économiques et institutionnels favorables ou les contraintes à leur adoption par les producteurs ; ainsi que le renforcement des capacités à travers les formations supérieures par encadrement de thèses et stages développés à partir des thématiques de l'unité.

Publications récentes sur le thème :

Rabary B., Sall S., Letourmy P., Husson O., Ralambofetra E., Moussa N., Chotte J-L, 2008. Effects of living mulches or residue amendments on soil microbial properties in direct seeded cropping systems of Madagascar. *Applied Soil Ecology*, 39, 236-243.

Brevault T., Bikay S., Maldas J.M. and **Naudin K.** 2007. Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system, *Soil and Tillage Research*. Volume 97, Issue 2, Pages 140-149.

Douzet J.-M., Muller B., Scopel E., Albrecht A., **Rakotoarisoa J.**, Rakotoalibera M.H. 2007. Réduction du ruissellement et de l'érosion par les systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale pour les cultures pluviales des hautes terres malgaches. Communication présentée au Séminaire international « Les sols tropicaux en semis direct sous couvertures végétales », Madagascar, 3-7 décembre 2007.

Rakotoarisoa J., Oliver R., Scopel E., **Dusserre J.**, Muller B., **Douzet J.-M.**, Michellon R., Moussa N., Razafinjara A.L., Rarojason J. 2007. Dynamique et offre d'azote minéral des sols ferrallitiques sur alluvions volcano-lacustres de la région du Vakinankaratra des Hauts Plateaux Malgaches, en semis direct sous couverture végétale. Communication présentée au Séminaire international « Les sols tropicaux en semis direct sous couvertures végétales », Madagascar, 3-7 décembre 2007.

Chabierski S, **Dabat MH**, Grandjean Ph, Ravalitera A, Andriamalala A. Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agroécologiques au Lac Alaotra, Madagascar IIIe World Congress on Conservation Agriculture: Linking Production, Livelihoods and Conservation. Nairobi, Kenya, 3rd to 7th October 2005

Partenaire N° 8 : ISARA Lyon

L'ISARA Lyon est une école d'ingénieurs, de statut privé, intervenant dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, du développement rural et de l'environnement. Outre les activités de formation, l'ISARA-Lyon conduit des activités de recherche mais aussi des activités de développement et de conseil. Ces activités permettent d'améliorer le niveau scientifique des enseignements, et, d'être en relation directe avec les acteurs économiques et professionnels.

L'agroécologie constitue un des thèmes d'excellence porté par l'ISARA Lyon. Nous coordonnons avec l'Université des sciences de la vie de Norvège, un master Européen en agroécologie intégrant 8 partenaires Européens (www.agroecos.fr). Parallèlement en matière de recherche, divers travaux sont menés dans les domaines techniques et socio-économiques. L'agriculture biologique constitue un objet de recherche pour les équipes de l'ISARA Lyon.

Deux équipes de recherche seront impliquées dans ce projet.

- L'unité propre 'Systèmes Céréaliers conduits en Agriculture Biologique' a pour objectif de proposer des références et innovations techniques adaptées aux systèmes de culture régis par de multiples contraintes. Le système d'étude retenu est le système céréalier conduit en mode de production biologique. Les travaux de recherche portent sur (i) la gestion de la nutrition azotée des céréales, (ii) le travail du sol en agriculture biologique et (iii) la gestion des ressources naturelles et le contrôle des bioagresseurs au sein des systèmes céréaliers biologiques.
- L'équipe DER « développement économique et rural » appartient au laboratoire d'Etudes Rurales, UMR 2007.03.123 co-animée par l'Université Lyon II et l'ISARA Lyon. Les objectifs de l'équipe DER sont de comprendre comment se recompose les liens entre agriculture et territoire. Trois axes sont abordés : (i) les stratégies de différenciation de la qualité des produits fondées sur la référence à un cahier des charges, ou à un lien au territoire (Agriculture Biologique, AOC) ; (ii) les recompositions sociales et spatiales des systèmes d'activité des ménages agricoles ; (iii) les transformations de l'agriculture abordées des points de vue des institutions et des réseaux d'acteurs dans un contexte d'évolution des politiques publiques.

Depuis 2003, l'ISARA développe des travaux sur l'application de l'agriculture de conservation en agriculture biologique.

Publications récentes sur le thème :

- David, C., Jeuffoy, M.H., 2005. Maitrise des bio-agresseurs en agriculture biologique. In Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Grill, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Volz, M., (Eds) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective INRA Cemagref, 64 p.
- Peigné, J. J., Ball, B., Roger-Estrade, J., David, C., 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil use management* 23:129-144.
- Peigné, J., Vian, J.F., Gautronneau, Y., Chaussod, R., 2006. "Effects of tillage system on soil microbial activity: the need of experimental design and soil sampling based on field spatial variability". Proceedings of the 17th Triennial Conference of ISTRO. Edited by R. Horn – August 28 - September 3, 2006, Christian-Albrecht University, Kiel, Germany, pp 616-621.
- Chazoule, C., Lambert, R., 2007, « L'émergence des appellations d'origine au Québec ; négociations autour d'une nouvelle convention de qualité », *Economie Rurale* n°229, mai-juin 2007, pp 24-39.
- Fleury, P., Kirchengast, C., Mievillette-Ott, V., Magnani, N., Petit, S., 2006. Participative approaches and extension practices towards sustainable agriculture - A methodological approach based on sociology of translation. 7th European IFSA (International Farming Systems Association) Symposium. New visions for rural areas. Changing European farming systems for a better future, H. Langeveld and N. Röling eds, 7-11 May 2006 Wageningen, The Netherlands, pp 314-319.
- Roque, O., David, C., 2002. Le développement de la qualité des produits issus de l'agriculture biologique : état et perspectives des stratégies des opérateurs des filières lait et céréales. Projet INRA-DADP 56 p.
- Sylvander, B., Schieb-Bienfait, N., Roque, O., Neyrat, S., David, C., 2005. Logiques et modes de coordination d'entreprises, perspectives d'évolution d'un marché en développement : le cas du secteur céréalier en agriculture biologique dans deux régions Pays de la Loire et Rhône-Alpes. *Communication pour le Symposium international « Territoires et enjeux du développement régional »*, Lyon, 9-11 mars 2005, 20 p.

Partenaire N° 9 : Unité d'appui à la recherche Eco-innov

L'unité Eco-Innov a pour mission principale de développer, à partir de projets interdisciplinaires, des méthodologies d'évaluation des impacts écologiques des innovations en agriculture. Eco-innov coordonne ou participe à plusieurs projets liés à la conception et l'évaluation de systèmes innovants dans le domaine de la coexistence de filières de production ou de la protection intégrée.

Nous étudions par exemple les caractéristiques des systèmes de culture qui influent sur la dissémination des transgènes dans l'environnement et dans les récoltes de cultures non OGM. Nous nous sommes investis en participant à la conception et à l'évaluation de deux modèles de simulation des flux de gènes intraspécifiques sur colza (GeneSys) et sur maïs (MAPOD).

Cette approche mécaniste de modélisation a été complétée par la mise au point d'outils d'évaluation *ex ante* de l'impact écologique et économique de l'introduction de maïs OGM dans les systèmes de culture européens grâce à la méthodologie de l'analyse multicritères (projets européens ECOGEN et SIGMEA). L'analyse multicritères et des méthodes de fouille de données ont ensuite été utilisées pour créer un outil à destination des agriculteurs et de leurs conseillers, dont l'objectif était l'estimation avant semis de la faisabilité de la coexistence entre maïs OGM et non OGM (SMAC Advisor).

Le travail sur l'évaluation *ex ante* grâce à la méthodologie de l'analyse multicritères se poursuit dans le cadre des programmes européens Coextra (PI, 2005-2009), ENDURE (Rex, 2007-2010) ainsi que dans les programmes ADD DISCOTECH (Outil MASC, 2005-2008), CASDAR SDCI (2008-2010) et RMT SDCI (2008-2012).

Publications récentes sur le thème :

- Angevin F., Bergez J. E., Bockstaller C., Colomb B., Doré T., Guichard L., Reau R., Sadok W., 2008. MASC : un outil multicritère pour l'évaluation a priori de la durabilité des systèmes de grande culture. Journée 'Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?', Paris, 27 mars 2008, (poster).
- Bohanec M., **Messéan A.**, Scatosta S., **Angevin F.**, Griffiths B., Krogh P.H., Znidarsic M., Dzeroski S., 2008. A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops, *Ecol. Model.*, in press.
- Bohanec M., **Messéan A.**, **Angevin F.**, Žnidaršič M., 2007. SMAC Advisor: A Decision-Support Tool on Maize Co-Existence. In "Third international conference on Coexistence between Genetically Modified and non GM based supply chains, Sevilla, ", pp. 119-122.
- Bohanec, M., **Messéan, A.**, **Angevin, F.**, Žnidaršič, M., 2006. SMAC Advisor: A decision-support tool on coexistence of genetically-modified and conventional maize. Proc. Information Society IS 2006, Ljubljana, 9-12. http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/pub/IS2006_SMAC.pdf
- Bohanec, M., Džeroski, S., Žnidaršič, M., **Messéan, A.**, Scatosta, S., Wesseler, J., 2004. Multi-attribute modeling of economic and ecological impacts of cropping systems, *Informatica* 28, 387-392. <http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/pub/Informatica2004.pdf>
- Sadok W., **Angevin F.**, Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Landé N., Coquil X., **Messéan A.**, Bohanec M., Doré T., 2007. An indicator-based MCDA framework for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems, in: Donatelli M., Hatfield J., Rizzoli A. (Eds), Farming Systems Design 2007, Int. Symposium on Methodologies onb Integrated Analysis on Farm Production Systems, Catania (Italy), 10-12 September 2007, book 2 – Field-farm scale design and improvement, 185-186.
- 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: implications for using multi-criteria decision aid methods. A review, *Agron. Sustain. Dev.* 28 (1), 163-174.

Partenaire N° 10 : UMR EGC et équipe partenaire BIOEMCO

Les activités de recherche de l'**UMR INRA-AgroParisTech Environnement et Grandes Cultures** portent sur le fonctionnement des plantes de grande culture (maïs, blé, colza,...) en interaction avec les facteurs de l'environnement biotiques et abiotiques (climat, sol, polluants, pathogènes, adventices). L'équipe « SOL » à laquelle appartiennent les chercheurs EGC impliqués dans ce projet travaille sur l'étude du fonctionnement des sols pour comprendre et prévoir, lors de leur utilisation, les conséquences environnementales liées aux contraintes. La disponibilité des polluants dans les sols est un des thèmes de cette équipe, et les recherches récentes portent sur les mécanismes de rétention, de dégradation et de stabilisation des polluants organiques (pesticides, HAP, PCB,...) dans les sols. Les recherches concernent à la fois des approches expérimentales et de modélisation majoritairement centrées à l'échelle de la parcelle ou infraparcellaire (de l'agrégat à la parcelle) dont l'objectif finalisé est la maîtrise et l'évaluation des risques liés à l'usage des pesticides. Les compétences de l'équipe se situent au carrefour de disciplines telles que la physico-chimie aux interfaces, la chimie organique, l'écologie microbienne et la physique des milieux poreux hétérogènes.

L'Equipe « Matières organiques des sols : dynamique et fonctions » de l'**UMR 1122 Biogéochimie et écologie des milieux continentaux BIOEMCO** (Paris-Grignon), a pour objectif de quantifier les vitesses de renouvellement des matières organiques dans les sols, de les expliquer par différents processus (récalcitrance, protection physique et physicochimique) notamment par l'étude de structure chimique de la matière organique dans les sols et ses processus de formation et de stabilisation. L'objectif est d'établir des relations entre nature, localisation, dynamique des MOS et leurs fonctions (stockage de C, rétention des pesticides, stabilisation de la structure des sols).

Publications récentes sur le thème pour les 2 unités: *(en gras, participants au projet PEPITES)*

- Benoit P.**, Madrigal I., Preston C.M., **Chenu C.**, **Barriuso E.** (2008) Sorption and desorption of non-ionic herbicides onto particulate organic matter from surface soils under different land uses. *European Journal of Soil Science*, 59, 178–189
- Findeling A., **Garnier P.**, Coppens F., **Lafolie F.**, **Recous S.** (2007) Modeling water, carbon and nitrogen dynamics in soil covered with decomposing mulch. *European Journal of Soil Science* 58, 196-206.
- Gaillard V., **Chenu C.**, **Recous S.** (2003) Carbon mineralization in soil adjacent to plant residues of contrasting biochemical quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 93-99.
- Oorts R., **P. Garnier**, A. Findeling, B. Mary, G. Richard, B. Nicolardot. 2007. Modeling soil carbon and nitrogen dynamics in no-till and conventional tillage using PASTIS model. *Soil Science Society of America Journal*. 71(2) : 336-346.
- Dignac MF**, [Ginestet P](#), [Bruchet A](#), [Audic JM](#), [Derenne S](#), [Largeau C](#). 2001. Changes in the organic composition of wastewater during biological treatment as studied by NMR and IR spectroscopies. *Water Science and Technology*. 43 (2) : 51-58

Références bibliographiques citées

- Akrich, M., Callon, M. et Latour, B., 1988. "A quoi tient le succès des innovations", Gérer et Comprendre, juin et septembre.
- Altieri M.A., 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in ecology and the environment* 2: 35-42.
- Anderson JM et JSI Ingram, 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. CAB International, Wallingford, UK.
- Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J., Jayet, P., Soussana, J., and Stengel, P., 2002. "Stocker du carbone dans les sols agricoles de France? Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Expertise collective INRA," Paris.
- Aubry, C., Biarnes, A., Maxime, F., Papy, F., 1998. Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'exploitation agricole: la constitution de systèmes de culture. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* 31, 25-43.
- Baudoin E., P. Laurent, D. Chêneby, Chapuis-Lardy L., Fromin N., Bru D., Rabary B., Brauman A.. (submitted): Direct seeding mulch-based cropping system increases both activity and abundance of key denitrifiers communities in a tropical soil. *FEMS Microbial ecology*.
- Baudron, F., Mwanza, H. M., Triomphe, B. and Bwalya, M. 2007. Conservation agriculture in Zambia: a case study of Southern Province. *Conservation agriculture in Africa series*, African Conservation Tillage network, CIRAD and FAO, Nairobi-Kenya, 28 p.
- Béguin, P., 2007. Innovation et cadre socio-cognitif des interactions concepteurs-opérateurs : une approche développementale. *Le Travail Humain*, Vol. 70, n° 4, , pp 369-390.
- Béguin, P., 2005. Concevoir pour les genèses professionnelles. Dans *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements*. Rabardel, P., Pastré, P. (coord.). Octarès : Toulouse. pp 31-52.
- Bellon M.R., 2001. Participatory Research Methods for Technology Evaluation: A Manual for Scientist Working with Farmers. Texcoco, DF, Mexico, CIMMYT. 80 p.
- Béranger, C. et B. Vissac, 1993. A holistic approach to livestock farming systems. Theoretical and methodological aspects. In: Brossier, J., de Bonneval, L., Landais, E., *Systems studies in agriculture and rural development*. INRA éditions: Paris.
- Bergez, J-E, Debaeke, P., Deumier, J-M., Lacroix, B., Leenhardt, D., Leroy, P., Wallach, D., 2001. MODERATO: An object-oriented decision tool for designing maize irrigation schedules. *Ecological Modelling* 137 (1) 43-60.
- Bernoux M., Cerri C.C., Cerri C.E.P. Siqueira Neto M., Metay A., Perrin A.S., Scopel E., Blavet D., Piccolo M.C., M. Pavei, E. Milne., 2006. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 26: 1-8.
- Blanchart E., Villenave C., Viallatoux A., Barthès B., Girardin C., Azontonde A., Feller C., 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. utilis) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *European Journal of Soil Biology*, 42 : 136-144.
- Blanchart E., Bernoux M., Sarda X., Siqueira Neto M., Cerri C.C., Piccolo M., Douzet J.M., Scopel E., Feller C., 2007. Effect of Direct Seeding Mulch-Based Systems on Soil Carbon Storage and Macrofauna in Central Brazil. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72, 1, 81-87.
- Boahen, P., Addo Dartey, B., Delali Dogbe, G., Asare Boadi, E., Triomphe, B., Daamgard-Larsen, S., Ashburner, J., 2007. Conservation agriculture as practiced in Ghana. *Conservation agriculture in Africa series*, African Conservation Tillage Network, CIRAD and FAO, Nairobi-Kenya, 45 p.
- Bohanec M., 2003. Decision support, in: Mladenić, D., Lavrač, N., Bohanec, M., Moyle, S. (eds.), *Data mining and decision support: Integration and collaboration*. Kluwer Academic Publishers, 23-35.
- Bohanec M., 2008. DEXi: A Program for Multi-Attribute Decision Making, <http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>

- Bohanec M., Messéan A., Scatasta S., Angevin F., Griffiths B., Krogh P.H., Znidarsic M., Dzeroski S., 2008. A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops, *Ecol. Model.* (in press).
- Boiffin J., Malezieux E., Picard D., 2001. Cropping systems for the future. In : *Crop science, ; progress and prospects*, 261-280, CABi publishing, UK.
- Bolliger A., Magid J., Carneiro Amado T.-J., Skorra Neto F., Dos Santos Ribeiro M.-F., Calegari A., R. Ralisch R. et de Neergaard A., 2006. Taking stock of the Brazilian 'zero-till revolution': a review of landmark research and farmer's practice. *Advances in Agronomy*, 91, p. 48-110.
- Bonnal P., Affholder F., Jourdain D. and Scopel E., 2001. Un modèle bioéconomique pour l'analyse du risque. In *Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*, Malézieux E., Trébuil G., Jaeger M. ed, coll. Repères, Montpellier, France, CIRAD-INRA. 329-350
- Bond, J.J. and Willis, W.O., 1969. Soil water evaporation: Surface residue rate and placement effects. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33, pp. 445-448
- Brisson N., Mary, B., Ripoche D. *et al.*, 1998. STICS : a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory, and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie* 18 (5-6): 311-346
- Callon M., 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction - La domestication des coquilles Saint-Jacques dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, n°36, p. 169-208
- Carberry P., Gladwin C., Twomlow S., 2004. Linking simulation modelling to participatory research in smallholder farming systems. In "*Modelling nutrient management in tropical systems*", Delve R.J. and Probert M.E. eds, ACIAR proceedings N° 114, 32-46.
- Carof, M., de Tourdonnet, S., Coquet, Y., Hallaire, V., and Roger-Estrade, J., 2007a. Hydraulic conductivity and porosity under conventional and no-tillage and the effect of three species of cover crop in northern France. *Soil Use and Management*, 23, 230-237.
- Carof, M., de Tourdonnet, S., Saulas, P., Le Floch, D., and Roger-Estrade, J., 2007c. Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system (II): competition for light and nitrogen. *Agronomy for Sustainable Development* 27, 357-365.
- Chabaud FX. , Rakotondramanana , Naudin K., Rampanjato T. et Razafintsalama H.. L'intégration agriculture/élevage dans le Sud Ouest de Madagascar. Cas concret du projet PACA Séminaire régional sur l'agroécologie et les techniques innovantes dans les systèmes de production cotonnier, Sodecoton-PRASAC, Maroua du 24 au 28 septembre 2007, Cameroun
- Chabierski S., Dabat M.-H., Grandjean P., Ravalitera A., Andriamalala H., 2005. Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agro-écologiques au Lac Alaotra, Madagascar, communication au III World Congress on Conservation Agriculture: Linking Production, Livelihoods and Conservation, Nairobi, Kenya, October 3-7, 8p.
- Chatelin, M.H., Aubry, C., Poussin, J.C., Meynard, J.M., Massé, J., Verjux, N., Gate, Ph., Le Bris, X., 2005. DéciBlé, a software package for wheat crop management simulation. *Agricultural Systems* 83 (1) 77-99.
- Chèneby, D., Brauman A., Chardon C., Philippot L., 2007. Impact of fertilization, tillage and direct seeding on nitrate reducers in Madagascar in « *Denitrification: A challenge for Pure and Applied Science* » 11th COST 856 meeting Aberdeen, Scotland, March 25th -28th, 2007. Poster.
- Coppens F., Garnier P., De Gryze S., Merckx R., Recous S., 2006. Soil moisture, carbon and nitrogen dynamics following incorporation and surface application of labelled residues in soil columns. *European Journal of Soil Science* 57, 894-905.
- Coq S., Barthès B.G., Oliver R., Rabary B. & Blanchart E., 2007. Earthworm activity affects soil aggregation and soil organic matter dynamics according to the quality and localization of crop residues – An experimental study (Madagascar). *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2119-2128.
- Corbeels, M., O'Connell, A.M., Grove, T.S., Mendham, D.S., Rance, S.J., 2003. Nitrogen release from eucalypt leaves and legume residues as influenced by their biochemical quality and degree of contact with soil. *Plant and Soil* (250), 15-28.

- Corbeels M., Scopel E., Cardoso A., Bernoux M., Douzet J.M., Siqueira Neto M., 2006. Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Global Change Biology*, 12: 1-15.
- Coughenour C.-M., 2003. Innovating Conservation Agriculture. The Case of No-till Cropping. *Rural Sociology* 68 (2), p. 278-304.
- Cros, M.J., Duru, M., Garcia, F., Martin-Clouaire, R., 2004. Simulating management strategies: the rotational grazing example. *Agricultural Systems* 80 (1) 23–42.
- Curtin D., Selles F., Wang H., Campbell C. A., Biederbeck V. O., 1998. Carbon dioxide emissions and transformation of soil carbon and nitrogen during wheat straw decomposition. *Soil Science Society of America journal*, vol. 62, no4, pp. 1035-1041.
- David C, Jeuffroy M H, Henning J and Meynard J-M, 2005. Yield variation in organic winter wheat: a diagnostic study in the Southeast of France. *Agro. Sust. Dev.* 25, 213-223.
- Debaeke, P., and Orlando, D., 1991. Simplification du travail du sol et évolution de la flore adventice: conséquences pour le désherbage à l'échelle de la rotation. In "*Simplification du travail du sol*" (G. T. G.Monnier, B.Lesaffre, 1994, ed.), Vol. n°65, pp. 35-62. INRA, Paris.
- Denardin JE, Ben JR and Kochhann RA, 1989. Perdidas de suelo por erosion en el cultivo de soja en Brasil. In: IV Conferencia mundial de investigación en soya proceedings. Buenos Aires, Argentina: Asociacion Argentina de la Soja, 1989. p.2204-2210.
- Derpsch R, Roth CH, Sidiras N and Kopke U., 1991. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura de solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ; Londrina: IAPAR. 272 p.
- Derpsch R., 2005. The Extent of CA Adoption worldwide : Implications and Impact. Keynote paper presented at the III World Congress on Conservation Agriculture”, Nairobi, Kenya, October 3-7, 2005.
- Do Prado Wildner, L., Hercilio de Freitas, V.M., McGuire, M. 2004. Use of green manures / cover crops and conservation tillage in Santa Catarina, Brazil. In Eilitta M, Mureithi, J., Derpsch, R., (eds.). *Green manure / cover crop systems of smallholder farmers. experiences from tropical and subtropical regions*. Dordrecht-Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1–36.
- Dodier N., 1997. Remarques sur la conscience du collectif dans les réseaux sociotechniques", *Sociologie du travail*, n°2, p. 131-148.
- Dogliotti S., Rossing W.A.H. and Van Ittersum M.K., 2003. ROTAT, a tool for systematically generating crop rotations. *European Journal of Agronomy* 19: 239-250
- Dogliotti S., Rossing W. A. H. and van Ittersum M. K., 2004. Systematic design and evaluation of crop rotations enhancing soil conservation, soil fertility and farm income: a case study for vegetable farms in South Uruguay. *Agricultural Systems*, 80: 277-302.
- Doré, T., Jeuffroy, M. H., and de Tourdonnet, S., 2006. La connaissance du fonctionnement du champ cultivé, base de l'évolution des systèmes de culture. In "*L'agronomie aujourd'hui*" (T. Doré, M. Le Bail, P. Martin, B. Ney and J. Roger-Estrade, eds.), pp. 43-57. Editions Quae.
- Douglas, C. L., Jr., Allmaras, R. R., Rasmussen, P. E., et al., 1980. Wheat straw composition and placement effects on decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. *Soil Science Society of America Journal*, 44, 833-837.
- Douzet J.-M., Muller B., Scopel E., Albrecht A., Rakotoarisoa J., Rakotoalibera M.H., 2007. Réduction du ruissellement et de l'érosion par les systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale pour les cultures pluviales des hautes terres malgaches. Communication au Séminaire international « *Les sols tropicaux en semis direct sous couvertures végétales* », Madagascar, 3-7 décembre 2007.
- Durand, C. et S. Nave, 2007. Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et /tanety. /Etude des dynamiques agraires et stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière (et de lutte anti érosive). Diagnostic agraire dans la région du Lac Alaotra, Madagascar. Supagro/IRC, septembre 2007.
- El Titi, A., 2003a. Interactions between tillage and earthworms in agroecosystems. In "*Soil tillage in agroecosystems*" (A. El Titi, ed.), pp. 229-260. CRC Press, New-York (USA).

- El Titi, A., 2003b. Effects of tillage on invertebrates in soil ecosystems. In "*Soil tillage in agroecosystems*" (A. El Titi, ed.), pp. 261-296. CRC Press, New-York (USA).
- Ekboir J.-M., 2003. Research and technology policies in innovation systems : zero tillage in Brazil, *Research Policy* 32, p. 573-586.
- Findeling A., Garnier P., Coppens F., Lafolie F., Recous S., 2007. Modeling water, carbon and nitrogen dynamics in soil covered with decomposing mulch. *European Journal of Soil Science* 58, 196-206.
- Fontaneli RS, Ambrosi I, Santos HP Dos, Ignaczak JC and Zoldan SM., 2000. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens de inverno, em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, (35) 11, 2129-2137.
- Garnier P., Neel C., Lafolie F., Mary B., 2001. Evaluation of a nitrogen transport and biotransformation model. *European Journal of Soil Science*, 52, 2, 253-268.
- Giard, V., 1988. Gestion de la production. Economica, Paris, France.
- Gonzalves J., Becker T., Braun A., Campilan D., De Chavez H., Fabjer E., Kapiri M., Rivaca-Caminade I., Vernoooy R. (eds), 2005. Participatory Research and Development for sustainable Agriculture and Natural Resource Management. A sourcebook. Volume 1 Understanding PR & D. Volume 2 Enabling PR & D. Volume 3 Doing PR & D. International Potato Center-Users' perspectives with agricultural research and development, Laguana, Philippines and International Development Research Center, Ottawa, Canada.
- Goulet F., Chiffolleau Y., 2006. Réseaux d'agriculteurs autour de l'agriculture de conservation : échanges de savoirs et identités. In : Troisièmes Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct. Saragosse, Espagne, 23-25 mars 2006, pp. 177-181. Eds : J.L. Arrue, C. Cantero-Martinez. Zaragoza : CIHEAM, AGRACON, FERT, ICARDA. Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens, n°. 69. 210 p.
- Goulet, F., Pervanchon F., Conteau C., Cerf M., 2008. Comment les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture ? In *Des systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer*, Doré T. et Reau R. (Eds.), Educagri, Dijon. p 53-70.
- Haugaard-Nielsen H. and Jensen E., 2005. Facilitative Root Interactions in Intercrops. *Plant & Soil* 274, 237-250
- Hiltbrunner J., Liedgens M., Bloch L., Stamp P. and Streit B., 2007. Legume cover crops as living mulches for winter wheat: components of biomass and the control of weeds. *Eur. J. Agron.* 26, 21-29
- Hocdé H., Triomphe B., Faure G., Dulcire M. (In press): From participation to partnership, a different way for researchers to accompany innovations processes: challenges and difficulties. In : Waters-Bayer A. *et al.*: Innovation Africa: enriching farmers' livelihoods. A selection of contributions to the Innovation Africa Symposium, November 2006, Kampala, Ouganda. Earthscan, London UK.
- Holland, J. M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103, 1-25
- Holland E.A., Coleman D.C., 1987. Litter placement effects on microbial and organic matter dynamics in an agroecosystem. *Ecology*, 68, 425-433.
- de Jager A., Onduru D., Van Wijk M.S., Vlaming J., Gachini G.N., 2001. Assessing sustainability of low-external-input farm management systems with the nutrient monitoring approach: a case study in Kenya. *Ag. Sys.*, 69: 99-118.
- Jodelet, C., 1984. Représentations sociales phénomènes, concept et théorie. In Moscovici S. (Ed) *Introduction à la psychologie sociale* Vol. 1. Paris Larousse
- Jourdain D, Scopel E and Affholder F., 2001. The impact of Conservation Tillage on the productivity and stability of maize cropping systems: a case study in Western Mexico. *Economics Working paper* 01-02, CIMMYT, Mexico. 20p.
- Keating, B.A., Carberry, P.S., Hammer, G.L., Probert, M.E., Robertson, M.J., Holzworth, D., Huth, N.I., Hargreaves, J.N.G., Meinke, H., Hochman, Z., McLean, G., Verbug, K., Snow, V., Dimes, J.P., Silburn, M., Wang, E., Brown, S., Bristow, K.L., Asseng, S., Chapman, S., McCown, R.L., Freebairn, D.M., Smith, J.C., 2003. An overview of APSIM, a model designed for farming system simulation, *European Journal of Agronomy* 18 (3) 267-288.
- Kladivko, E. J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil & Tillage Research* 61, 61-76.

- Kontinen T. (ed.), 2004. Development intervention. Actor and Activity perspectives. University of Helsinki, Center for Activity Theory and Developmental Work Research and Institute for development studies. Hakapaino Oy, Helsinki.
- Kwaad F.J.P.M., Van der Zijp M., Van Dijk P.M., 1998. Soil conservation and maize cropping systems on sloping loess soils in the Netherlands. *Soil & Tillage Research* 46, 13-21.
- Labreuche, J., de Tourdonnet, S., Germon, J. C., Ouvry, J. F., Le Souder, C., Castillon, P., Real, B., Felix, I., Duval, R., Galienne, J., and Quere, L., 2007. "Synthèse des impacts environnementaux des techniques culturales sans labour par milieu." Rapport projet ADEME 'Impacts environnementaux des TCSL'.
- Lahmar, R., Arrúe, J. L., Denardin, J. E., Gupta, R. K., Ribeiro, M. F. S., and de Tourdonnet, S., 2006. "Knowledge assessment and sharing on sustainable agriculture. Synthesis Report." Rapport projet européen KASSA.
- Lahmar, R., de Tourdonnet, S., Barz, P., Düring, R. A., Frielinghaus, M., Kolli, R., Kubat, J., Medvedev, V., Netland, J., and Picard, D., 2006. Prospect for conservation agriculture in northern and eastern European countries. Lessons of KASSA. In "Proceedings of the ninth ESA Congress" (ESA, ed.), Vol. 3, pp. 77-88, Warsaw (Poland).
- Lal R., 1998. Mulching effects on runoff, soil erosion, and crop response on alfisols in western Nigeria, *J. Sustain. Agric.* 11, 135-154.
- Latour B., 1989. La science en action, Paris, La Découverte.
- Law, J., 1992. Notes on the Theory of the Actor-Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity. *Systems Practice*, 5, 379-393.
- Le Bissonnais Y., 1996. Aggregate stability and assessment of crustability and erodability. 2 – Application to humic loamy soils with various organic carbon content. *European Journal of Soil Science* 47, pp 425-437.
- Le Gal, P.-Y., Merot, A., Moulin, C.-H., Navarrete, M., Wery, J., submitted. A modelling framework to design innovative agricultural production systems. *Environmental Modelling & Software*.
- Le Masson, P. Weil, B., Hatchuel, A., 2006. Les processus d'innovation: conception innovante et croissance des entreprises. Lavoisier (paris), Collection stratégie et management.
- Leeuwis C., Pyburn R., Rölling N., 2002. Wheelsbarrows full of frogs: social learning in rural resource management: international research and reflections. Koninklijke Van Gorcum. 479 p.
- Liu M., 1997. Fondements et pratiques de la Recherche-Action. Paris: L'Harmattan.
- Loyce C., Rellier J.P., and Meynard J.M., 2002. Management planning for winter wheat with multiple objectives: (1) the BETHA system. *Agric. System.* 72:9-31.
- 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*. Quae, Paris, pp. 77-95.
- McCown, R.L., 2002. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agricultural Systems* 74 (1) 179–220.
- Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., and Valantin-Morison, M., 2007. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28, à paraître.
- Maltas A., 2007. Analyse par expérimentation et modélisation de la dynamique de l'azote dans les systèmes sous semis direct avec couverture végétale des Cerrados brésiliens. Thèse de doctorat de l'ENSA de Montpellier. 196 p.
- Maltas A., Corbeels M., Scopel E., Oliver R., Douzet J.M., da Silva F.A.M., Wery J., 2007. Long-term effects of continuous direct seeding mulch-based cropping systems on soil nitrogen supply in the Cerrado region of Brazil. *Plant and Soil* (298), 161-173.
- Metay A., Moreira J.A.A., Bernoux M., Boyer T., Douzet J.M., Feigl B., Feller C., Maraux F., Oliver R., Scopel E., 2007. Storage and forms of organic carbon in a no-tillage under cover crops system on clayey Oxisol in dryland rice production (Cerrados, Brazil). *Soil & Tillage Research* (94), 122-132.
- Meynard J.M., Doré T. et Habib R., 2001. L'évaluation et la conception de systèmes de culture pour une agriculture durable. *Acad. Agric. Fr.*, 87: 223-236.

- Meynard, J-M, Aggieri, F, Coulon, J-B, Habib, R, Thillon, J-P., 2006. Recherches sur les systèmes agricoles innovants – Rapport du groupe de travail. Inra, Paris.
- Mischler P. H. Hocdé, B. Triomphe and B. Omont, 2008. Conception de Systèmes de Culture et de Production avec des Agriculteurs : Partager les Connaissances et les Compétences pour Innover . In: R. Réau and T. Doré (coords.): *Systèmes de culture innovants et durables. quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer.?* Editions Educagri, Dijon, pp 71-89.
- Moscovici S. (Edited by), 1980. Social Representations. Cambridge & Paris: Cambridge University Press & Editions de la Maison des Sciences de L'homme.
- Muller B., Douzet J.M., Rabeharisoa R.L., Razafimiroe R.R.N., Rakotoarisoa J., Razakamiaramanana, Albrecht A., 2005. Erosion et évolution des conditions culturales après défriche sous différents systèmes de culture en labour et semis direct sur couverture végétale. 4 p. Journées Scientifiques Régionales du Réseau "Erosion et Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols", 2005/10/25-27, Antananarivo, Madagascar.
- Nicolardot B., Recous S., Mary B., 2001. Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: A simple dynamic model based on the C:N ratio of the residues. *Plant and Soil* 228, 1, 83-103.
- Peigné, J. J., Ball, B., Roger-Estrade, J., David, C., 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil use management* 23:129-144.
- Rabary B., Sall S., Letournmy P., Husson O., Ralambofetra E., Moussa N. & Chotte J.L., 2008. Effects of living mulches or residue amendments on soil microbial properties in direct seeded cropping systems of Madagascar. *Applied Soil Ecology* 39, 236-243.
- Ramamonjisoa J., Aubry C., Dabat M.-H., Andriarimalala M., 2007. Systèmes d'activités en zones agricoles péri-urbaines à Madagascar: diversité et flexibilité des exploitations agricoles, in Gafsi M. *et al.* (éds). : *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*, Editions QUAE / CTA, pp. 185-194.
- Reyes Gomez V.M., Findeling A., Marlet S., Oliver R., Maraux F., Alves Moreira J.A., Stone L.F., Douzet J.M., Scopel E., Recous S., 2002. Influence of no-tillage and cover plants on water and nitrogen dynamics in the Cerrados, Brazil. In : 17th World congress of soil science (WCSS), 1 disque optique numérique (CD-ROM). - Symposium n. 13 ; Paper n° 1337, 2002/08/14-20, Bangkok, Thaïlande.
- Rodriguez, E., Fernandez-Anero, F. J., Ruiz, P., and Campos, M., 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil & Tillage Research* 85, 229-233.
- Sadok W., Angevin F., Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Landé N., Coquil X., Messéan A., Bohanec M., Doré T., 2007. An indicator-based MCDA framework for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems, in: Donatelli M., Hatfield J., Rizzoli A. (Eds), *Farming Systems Design 2007*, Int. Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems, Catania (Italy), 10-12 September 2007, book 2 – Field-farm scale design and improvement, 185-186.
- 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: implications for using multi-criteria decision aid methods, A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28 (1), 163-174.
- Scoones I., Thompson J., Chambers R. (Eds), 1994. Beyond farmers first: rural people's knowledge, agricultural research and extension practice, London, Intermediate technology Publications.
- Scopel E., Douzet J.M., Cardoso A., Macena F.A., Alves Moreira J.A., Findeling A., Bernoux M. 2005. Impacts des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) sur la dynamique de l'eau, de l'azote minéral et du carbone du sol dans les Cerrados brésiliens. *Cahiers d'études et de recherche francophones/Agricultures*, 14 (1): 71-76.
- Sébillotte, M., 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: *Les systèmes de culture*. L. Combe et D. Picard (éds), INRA Editions, Paris, pp. 165-196.
- Sébillotte, M., Soler, L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs – I. Acquis et questions vives. In: Brossier, J., (Eds.), *Modélisation systémique et systèmes agraires*. Inra: Paris.

- Shetto, R. and Owenya, M. (eds.), 2007. Conservation agriculture as practiced in Tanzania: three case studies. Conservation agriculture in Africa series, African Conservation Tillage network, CIRAD and FAO, Nairobi-Kenya, 146 p.
- Stengel, 2001. « Du labour au semis direct : Enjeux agronomiques ». Proceedings of Salon International du Machinisme Agricole (eds INRA, ITCF), Paris.
- Stoorvogel J. J., Antle J. M., Crissman C. C. and Bowen W., 2004. The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems* 80: 43-66.
- Symondson, W. O. C., Glen, D. M., Wiltshire, C. W., Langdon, C. J., and Liddell, J. E., 1996. Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) upon slugs (Gastropoda: Pulmonata) in an arable field. *Journal of Applied Ecology* 33, 741-753.
- Teasdale J.R., Coffman C.B. and Mangum R.W., 2007. Potential Long-Term Benefits of No-Tillage and Organic Cropping Systems for Grain Production and Soil Improvement. *Agron. J.* 99, 1297-1305.
- de Tourdonnet, S., Chenu, C., Straczek, A., Cortet, J., Felix, I., Gontier, L., Heddadj, D., Labreuche, J., Laval, K., Longueval, C., Richard, G., and Tessier, D., 2007. Impacts des techniques culturales sans labour sur la qualité des sols et la biodiversité. Rapport projet ADEME 'Impacts environnementaux des TCSL'.
- de Tourdonnet, S., Nozières, A., Barz, P., Chenu, C., Düring, R. A., Frielinghaus, M., Kölli, R., Kubat, J., Magid, J., Medvedev, V., Michels, A., Müller, L., Netland, J., Nielsen, N. E., Nieves Mortensen, C., Picard, D., Quillet, J. C., Saulas, P., Tessier, D., Thinggaard, K., and Vandeputte, E., 2006a. "Comprehensive inventory and assessment of existing knowledge on sustainable agriculture in the European
- de Tourdonnet, S., Barz, P., Bolliger, A., Düring, R. A., Frielinghaus, M., Kölli, R., Kubat, J., Laktionova, T., Magid, J., Medvedev, V., Michels, A., Netland, J., Novakova, J., Picard, D., Simon, T., Thinggaard, K., Vandeputte, E., Werrity, J., and Willms, M., 2006c. "Prospects for sustainable agriculture in the European platform of KASSA." Rapport 1.3 projet européen KASSA.
- Triomphe B. et Sain G., 2004. Mucuna use by hillside farmers of Northern Honduras. In M. Eilitta, J. Mureithi et R. Derpsch (eds.), *Green Manure / Cover crop systems of Smallholder Farmers. Experiences from Tropical and Subtropical regions*, Dordrecht (Netherlands), Kluwer Academic Publishers, 2004, p. 65-97.
- Triomphe B., Hocdé H., Chia E., 2006. Quand les agronomes pensent innovation et les institutions transfèrent: des malentendus sur la forme ou des visions différentes sur le développement ? Le cas du Bajío guanajuatense (Mexique), In : *Agronomes et innovations : 3ème édition des entretiens du Pradel*, Actes du colloque des 8-10 septembre 2004, Paris, L'Harmattan, pp 247-266
- Triomphe, B., Goulet, F., Dreyfus, F., de Tourdonnet, S., 2007. Du labour au non-labour : Pratiques, innovations et enjeux du sud au nord. In Bourrigaud, R and F. Sigaut (eds.) : *Nous Labourons*. Actes du Colloque « Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas », Nantes, 25-28 octobre 2006, France, Centre d'Histoire du travail, p. 369-382.
- Triomphe, B., E. Sabourin, H. Hocdé, E. Scopel, M. Nascimento de Oliveira, J.H. Valadares Xavier, F.A. Macena da Silva, S.C. Ramos de Almeida, 2008. Participatory Cropping and Farming System Design among multiple stakeholders to contribute to sustainable agricultural production. Experiences and lessons with the Agrarian Reform Sector in the Brazilian Cerrados. Communication, IFSA Symposium, Clermont-Ferrand, July 2008.
- Vinck Dominique, 1999. Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. *Revue Française de Sociologie*, XL-2, p. 385-414.
- Watson C A, Atkinson D, Gosling P, Jackson L R and Rayns F W., 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use Manag.* 18, 239-247
- Wenger E., 1998. Communities of practice: Learning, meaning, and identity. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, N.Y., 318 p.
- World Bank, 2006. Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems, Washington, World Bank