

Concevoir des systèmes de culture adaptés aux agricultures familiales. Le cas du semis direct dans l'État du Parana (Brésil)

Maria de Fatima dos Santos Ribeiro¹

Dacio Antonio Benassi¹
Bernard Triomphe²

¹ Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR)
Polo regional de Ponta Grossa
Rodovia do Café, km 496
Caixa Postal 129
CEP 84001-970
Ponta Grossa (PR)
Brésil
<fatima_ribeiro@iapar.br>
<dacio_benassi@iapar.br>

² CIRAD
UMR Innovation
73, avenue Jean-François Breton
34398 Montpellier Cedex 5
France
<bernard.triomphe@cirad.fr>

Résumé

Au sud du Brésil, une longue trajectoire de recherche et de développement a donné lieu à une large utilisation de systèmes de culture en semis direct par les agriculteurs, y compris en agriculture familiale, ce qui n'est pas commun au niveau international. Deux enquêtes menées en 2004 et 2013 auprès des exploitations familiales de la région d'Irati (Parana, Brésil) montrent jusqu'à quel point elles ont adopté ces systèmes et leurs trois principes de base. Si l'utilisation du semoir à semis direct s'est généralisée, les rotations et les plantes de couverture sont moins diversifiées que celles promues par la recherche. Les rotations se sont simplifiées et les plantes de couverture ont surtout été utilisées pour produire du fourrage pour les troupeaux laitiers, activité en fort développement. Par ailleurs, la plupart des agriculteurs ont recours périodiquement au labour pour gérer divers problèmes agronomiques auxquels ils font face. Les agriculteurs familiaux ont donc *adapté* dynamiquement, plutôt *qu'adopté* le modèle de semis direct proposé par la recherche, à leurs objectifs, ressources et contraintes spécifiques, en tenant compte des conditions très variables dans lesquelles ils opèrent. Ce faisant, ils répondent plus aux facteurs et aux conditions économiques de court terme (prix de vente, rentabilité) ou opérationnels (disponibilité de semences de couverture et fourragères, facilité d'intervention) qu'à l'optimisation des performances agronomiques et à l'amélioration de la fertilité du sol à long terme, mises en avant par la recherche. Mieux répondre à la diversité des contraintes, besoins et objectifs des agriculteurs familiaux implique que la recherche soit capable et désireuse de mettre en œuvre, à l'avenir, des démarches de co-conception de systèmes de culture et de production innovants en partenariat avec eux et avec les autres acteurs clés du développement agricole.

Mots clés : non-labour ; agriculture familiale ; application de la technologie ; travail du sol ; rotation des cultures ; plante de couverture.

Thèmes : productions végétales ; systèmes agraires.

Abstract

**Designing cropping systems adapted to smallholder farmers.
The case of Conservation Agriculture in the state of Parana (Brazil)**

Southern Brazil has a long history of research and development on direct seeding cropping systems, which gave rise to widespread adoption of no-till by farmers big and small. Two surveys conducted in 2004 and 2013 with family farms in the Irati region (Parana, Brazil) show to what extent farmers have indeed adopted these systems and the three agronomic principles that underlie them. If the use of the no-till seed drill is widespread, rotations and cover crops are less diversified than those promoted by research on agronomic criteria, due in part to the growing interest of farmers for producing forage for feeding their dairy herds. In addition, most farmers periodically plough their fields to manage a diversity of agronomic problems they may face. Farmers have therefore adapted dynamically rather than adopting the ideal no-till model proposed by research to their objectives, resources and constraints, in response to the highly variable conditions they work under. In doing so,

Tirés à part : MFS Ribeiro

doi: 10.1684/agr.2015.0740

Pour citer cet article : Ribeiro MFS, Benassi DA, Triomphe B, 2015. Concevoir des systèmes de culture adaptés aux agricultures familiales. Le cas du semis direct dans l'État du Parana (Brésil). *Cah Agric* 24 : 69-75. doi : 10.1684/agr.2015.0740

farmers prioritize economic (sales price, profitability, input prices) or operational considerations (availability of seed, ease of intervention) in the short-term over the optimization of agronomic performance and improvement of soil fertility in the long term put forward by research. Better meeting the diversity of constraints, needs and goals of family farmers implies that research become able and willing to engage in co-designing future innovative systems in partnership with them and with other key players in agricultural development.

Key words: no tillage; family farms; application of technology; tillage; crop rotation; cover crops; farming systems design.

Subjects: vegetal productions; farming systems.

L'un des rôles clés de la recherche agronomique est de développer des technologies nouvelles et des approches qui favorisent l'adoption de ces technologies par les agriculteurs, répondant aux enjeux économiques, environnementaux et sociétaux propres à leur contexte d'intervention. Si la recherche a obtenu des succès indéniables lorsqu'elle s'est adressée aux agriculteurs plus aisés ou vivant dans des environnements favorables (révolution verte – Evenson et Gollin, 2003 ; colonisation agricole des Cerrados brésiliens – Fritsche, 1993), elle a souvent rencontré plus de difficultés lorsqu'elle s'est adressée aux agriculteurs familiaux (AF) (Tonneau *et al.*, 2005). Dans ce contexte, alors que beaucoup misent sur le potentiel et la capacité des agricultures familiales à accélérer leur transition vers une agriculture plus agroécologique et plus intensive (Griffon, 2013 ; Sourisseau, 2014), aider la recherche à concevoir des systèmes de culture plus adaptés à ce type d'agriculture est un défi majeur. Les dynamiques d'innovation liées aux systèmes en semis direct (SSD) fournissent un objet d'étude idéal pour aborder cette question, du fait d'une part de leurs relations avec le concept d'intensification écologique et d'autre part, de par l'ampleur des efforts internationaux pour promouvoir ce type de systèmes auprès des AF d'Afrique et d'Asie (Giller *et al.*, 2009, Pannel *et al.*, 2014). Diversement connus sous l'appellation « *Plantio Direto na Palha* » au sud du Brésil, « systèmes de cultures sous couvert végétal » (SCV) dans les milieux francophones, ou sous celle, plus générique, d'« agriculture de conservation » (AC) au niveau international (Hobbs *et al.*, 2008), les SSD permet-

traient selon leurs promoteurs la mise en œuvre d'une agriculture durable. Ils contribuent à améliorer les caractéristiques biologiques, chimiques et physiques du sol et à mieux valoriser l'eau, facilitent la gestion des adventices, réduisent la pénibilité du travail et les coûts de production et enfin, augmentent la productivité physique et économique des cultures (Derpsch *et al.*, 2010 ; Scopel *et al.*, 2013 ; Pannel *et al.*, 2014).

S'intéresser à l'appropriation par les AF de la région d'Irati (Parana) des principes et systèmes SD développés par la recherche est pertinent pour trois raisons :

- cette région a fortement contribué à donner naissance au modèle cano- nique des SSD désormais largement promu au niveau international (Bolliger *et al.*, 2006 ; Derpsch *et al.*, 2010 ; FAO, 2014) ;
- elle est aussi un des rares lieux d'adoption significative des SSD en situation d'agriculture familiale non ou peu motorisée (Giller *et al.*, 2009) avec 90 357 ha cultivés en 2000-2001 (dernier chiffre disponible) ;
- des observations préliminaires (Ribeiro *et al.*, 2005) ont montré que les AF au Parana avaient une pratique des SSD assez différente des recommandations de la recherche.

Dans un tel contexte, cet article vise à analyser l'utilisation réelle des SSD par les AF de la région d'Irati afin de dégager des pistes pour que la recherche soit mieux à même de concevoir les systèmes techniques futurs et mettre en œuvre des démarches adaptées aux agricultures familiales. Partant d'une analyse des pratiques des AF de la région d'Irati, l'article étudie les raisons des décalages entre le modèle SSD préconisé par les structures de Recherche et Développement (R&D) et les

pratiques paysannes, et en particulier la place qu'occupe le travail du sol dans les systèmes de culture.

Méthodologie

Les systèmes de culture SSD se définissent par la mise en œuvre de trois principes (Derpsch *et al.*, 2010 ; Scopel *et al.*, 2013) :

- le travail minimum du sol ;
- la couverture du sol la plus complète possible tout au long de l'année via des couvertures mortes ou vivantes ;
- la rotation et/ou l'association des cultures.

Au Parana, la R&D a mis au point dans les années 1980 et 1990 une série de systèmes SSD pour les AF basés sur des successions (été-hiver) et rotations diversifiées sur 2 à 4 ans, comme par exemple vesce-maïs // blé-soja // orge-soja // avoine-maïs (rotation sur 4 ans), ou encore avoine-tabac-haricot automne // avoine+vesce-maïs (rotation sur 2 ans). Elle préconise d'implanter les cultures en semis direct « permanent » avec un semoir spécialisé, et d'assurer la couverture du sol à la fois par les résidus de culture (maïs, blé, soja, etc.) et par la plante de couverture (vesce, avoine) (Darolt et Silva, 1993).

Pour ce faire, la R&D a travaillé tant en station qu'en milieu paysan et a évalué les résultats en termes de rendement, production de biomasse, fertilité du sol, contrôle de l'érosion ou encore coûts de production à l'hectare. Elle a aussi mis au point des semoirs SD en traction animale (Darolt et Silva, 1993). Enfin, elle a favorisé la diffusion des systèmes SSD mis au point en employant des démarches participatives basées sur des réseaux d'essais et de parcelles

de démonstration, des visites et journées au champ, de la formation et du conseil agricole à grande échelle. Dans ces démarches, les agriculteurs étaient surtout considérés comme des utilisateurs-bénéficiaires, dont l'avis était demandé en bout de chaîne de conception, pour valider et « choisir » parmi les recommandations de la recherche celles leur convenant le mieux.

L'analyse des pratiques SSD au vu des recommandations émises par la R&D repose sur deux séries d'enquêtes sur des exploitations familiales représentant la diversité des systèmes de production des AF de la région pratiquant le semis direct, qui avaient été catégorisées au préalable en fonction surtout de l'orientation de la production (culture(s) principale(s), présence ou non d'une activité laitière) et de la surface totale cultivée (entre 10 et 40 ha). En 2004, l'enquête a porté sur 60 exploitations familiales et 209 parcelles, permettant un regard rétrospectif sur les pratiques et systèmes de culture de la période 2001-2003 (Ribeiro *et al.*, 2005). En 2013, l'enquête a porté sur un sous-échantillon de 16 exploitations et 75 parcelles, permettant un regard rétrospectif sur la période 2010-2012. Dans les deux cas, l'objectif était de caractériser les systèmes et pratiques SSD des AF,

en se focalisant sur l'application des trois principes mentionnés ci-dessus, sans chercher à analyser le reste de l'itinéraire technique. Nous avons aussi exploité la base de données de l'EMATER (organisme de vulgarisation agricole de l'État du Parana) pour l'évolution des surfaces cultivées des principales cultures.

Résultats

Utilisation des plantes de couverture

Dans les conditions climatiques de la région d'Irati, qui permettent deux, voire trois cultures par an (une culture d'hiver, une culture d'été et une culture d'automne) (*figure 1*), la R&D recommande depuis 20 ans une gamme de plantes de couverture d'hiver pour former le paillis dans lequel est implantée la culture principale l'été suivant. Il s'agit de graminées telles que l'avoine (*Avena strigosa*) et le seigle (*Secale cereale*), des légumineuses comme les vesces (*Vicia sativa*, *Vicia villosa*), diverses espèces de lupin (*Lupinus* sp.), ou encore des crucifères telles que le radis fourrager (*Raphanus sativus*) (Merten, 1994). La R&D recommande qui plus est d'uti-

liser ces plantes de couverture en mélange afin de combiner les avantages agronomiques des unes et des autres et d'en minimiser les inconvénients (Scopel *et al.*, 2013).

Face à ces recommandations, les agriculteurs ont utilisé un nombre limité d'espèces en 2003 et encore moins en 2012, avec une préférence nette et grandissante pour l'avoine (*tableau 1*). L'avoine a en effet l'avantage d'offrir un double usage : couvrir le sol et, de plus en plus, nourrir les vaches laitières sous la forme de fourrage en vert. Les agriculteurs apprécient son fort rendement en biomasse (de 4 à 7 t ha⁻¹MS), la persistance élevée de cette biomasse sur le sol, la rapidité avec laquelle l'avoine couvre le sol et donc son efficacité pour contrôler les adventices. Enfin, il est facile de semer la culture d'été suivante dans un *mulch* d'avoine (Ribeiro et Milléo, 2002).

Selon les agriculteurs, les contraintes qui limitent l'usage du radis fourrager ou de la vesce (*tableau 1*) sont de diverses natures : problèmes phytosanitaires pour la culture de couverture ou les cultures suivantes, faible productivité en biomasse, longueur excessive de cycle. S'ajoute à cela la difficulté pour les agriculteurs de produire eux-mêmes les semences

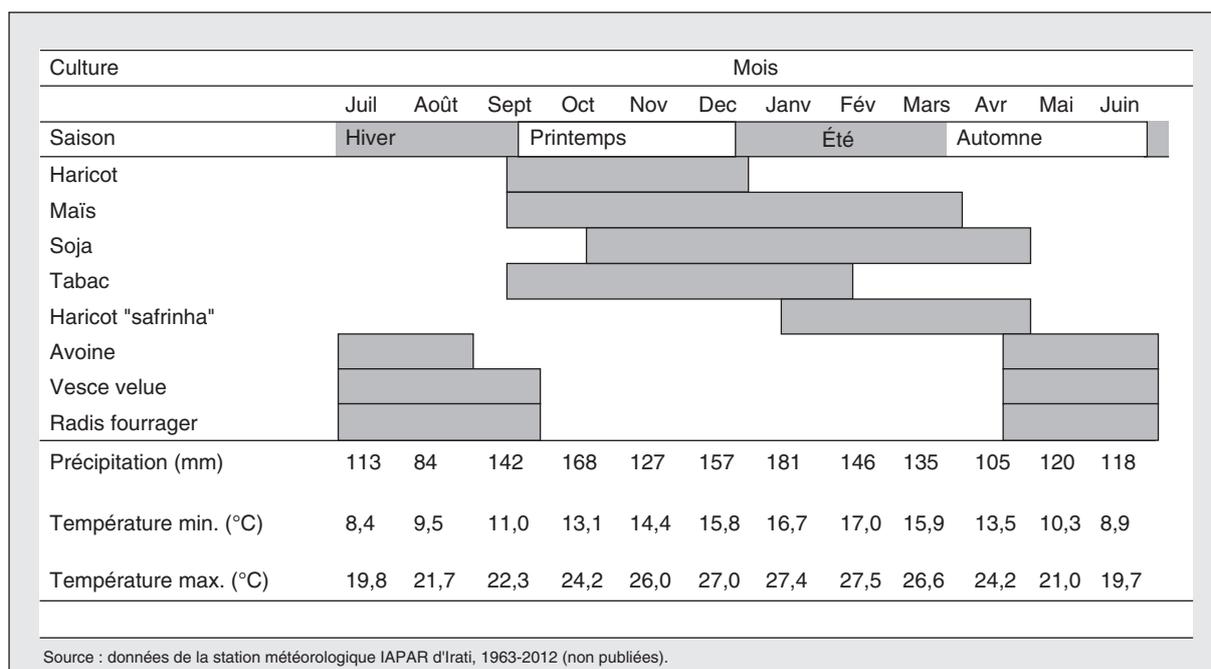


Figure 1. Calendrier des cultures, précipitations et températures mensuelles dans la région d'Irati (Brésil).

Figure 1. Cropping Calendar, monthly rainfall and temperatures in the Irati region (Brazil).

Tableau 1. Utilisation des plantes de couverture d'hiver en 2003 et en 2012.

Table 1. Use of winter cover crops by farmers in 2003 and 2012.

Culture	Nombre d'agriculteurs			Surface (ha)		
	2003	2012	Différence	2003	2012	Différence
Avoine	2 105	1 250	-41 %	3 959	4 680	+ 18 %
Radis	62	25	-60 %	130	60	-54 %
Vesce	600	15	-98 %	840	70	-92 %
Total	2 767	1 290	-53 %	4929	4810	-2 %

Source : EMATER, Bureau régional d'Irati (2013) (données non publiées).

de ces deux plantes de couverture, alors même qu'il leur est coûteux de s'en procurer sur le marché local.

Utilisation des rotations de cultures

Nous avons classé les rotations effectivement pratiquées par les agriculteurs enquêtés en trois types, selon un gradient de diversité (des rotations les plus diverses aux moins diverses), gradient qui correspond aussi à un optimum agronomique décroissant selon la recherche :

– Type R1 : Une même culture ne se répète jamais d'une année sur l'autre et ce pendant trois saisons au moins (ex. rotations de type maïs // blé-soja // maïs sur 3 ans).

– Type R2 : Une même culture se retrouve dans la même parcelle deux années successives au plus (ex. rotation tabac // tabac // maïs sur 3 ans).

– Type R3 : Monoculture sans rotation de cultures pendant au moins 3 années de suite, quelle que soit la culture concernée (maïs, soja, tabac). Entre 2002 et 2012, les statistiques agricoles régionales montrent une forte augmentation des surfaces en soja, tabac et haricot d'automne (respectivement + 78 %, + 106 % et + 779 %). De leur côté, nos enquêtes montrent une forte augmentation de l'utilisation des monocultures (type R3), au détriment des rotations plus diversifiées R1 et R2 (figure 2). L'intérêt grandissant pour le soja s'explique par la hausse de son prix d'achat, alors que celui pour le tabac concerne des exploitations spécialisées de petite taille qui n'ont pas d'autre alternative économique. Les surfaces en maïs sont restées stables entre 2002 et 2012,

mais le maïs grain a été en partie remplacé par du maïs ensilage, reflétant la place grandissante de la production de lait dans la région.

Tant en 2004 qu'en 2012, les rotations pratiquées dépendent de l'orientation productive des exploitations. Parmi les exploitations plantant du tabac, les plus grandes pratiquent des rotations tabac // haricot // maïs en SSD, proches des recommandations de la recherche et des compagnies de tabac, leur permettant de profiter de l'effet résiduel des engrais appliqués sur le tabac pour les cultures de grain suivantes. Par contre, les exploitations plus petites pratiquent la plantation de tabac en monoculture, du fait qu'elles ne disposent pas de surfaces suffisantes pour pratiquer la rotation des cultures. De leur côté, les

exploitations qui se spécialisent dans la production laitière pratiquent surtout la monoculture de maïs ou la succession maïs/avoine chaque année, ces deux cultures étant à la base de l'alimentation des vaches laitières.

De manière plus générale, les agriculteurs semblent choisir les rotations de culture (ou la monoculture) non pas tant en fonction des critères techniques privilégiés par la recherche mais en fonction de la rentabilité économique à court terme et de l'orientation productive de leurs exploitations sur le moyen ou long terme (tableau 2, figure 2).

Travail du sol

Dans un système en semis direct, le travail du sol est supposé être exclu ou

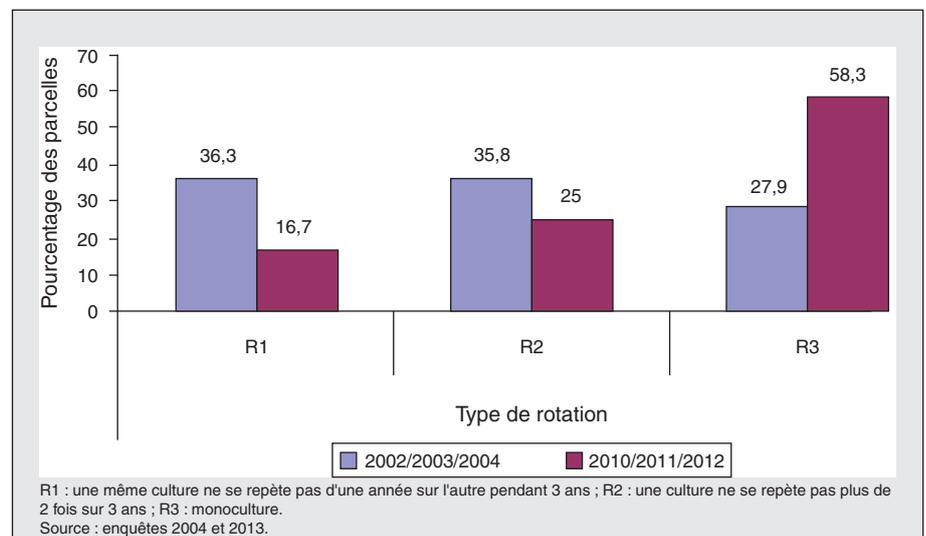


Figure 2. Évolution de la répartition des parcelles étudiées selon le type de rotation pratiquée entre 2002-2004 et 2010-2012.

Figure 2. Distribution of surveyed farmers' plots according to the type of rotation practiced in 2002-2004 vs 2010-2012.

Tableau 2. Coûts de production, prix de vente et marge brute des principales cultures de la région d'Irati, Brésil, année 2012.

Table 2. Production costs, selling price and gross margin of main crops in Irati in 2012.

Activité	Coût de production unitaire	Prix de vente	Marge brute
Tabac (R\$/ kg)	3,66	6,08	2,42
Haricot "safrinha" (R\$/kg)	1,25	1,58	0,33
Soja (R\$/kg)	0,71	0,98	0,26
Lait (R\$/L)	0,48	0,8	0,32
Maïs (R\$/kg)	0,40	0,39	-0,01
Haricot "safra normal" (R\$/kg)	1,64	1,58	-0,06

1R\$ (réal brésilien) = 0,37 € (au 31 décembre 2012).
Source : SEAB/DERAL.

tout ou moins fortement minimisé. De manière plus précise, un peu moins de la moitié des parcelles enquêtées avaient effectivement été cultivées sans aucun travail du sol durant les 3 années précédant l'enquête (2001-2003 et 2010-2012) (tableau 3). Dans plus de 50 % des cas, un travail du sol avait cependant été pratiqué au moins une fois en hiver sur cette même période avec des outils à dents ou à disques. Dans près de 25 % des cas, le travail du sol revenait plus souvent encore, et jusqu'à une fois par an. Enfin, dans 5 à 6 % des parcelles, généralement celles cultivées pour le fourrage, le travail du sol était pratiqué tous les ans, une fois (en été), voire deux fois (à chaque saison).

Paradoxalement, les agriculteurs considèrent toutes ces parcelles comme étant « en SSD », car ce qui compte à leurs yeux pour attribuer ce qualificatif est d'utiliser une plante de couverture et un semoir spécialisé pour le semis direct. Derpsch *et al.* (2010) considèrent pour leur part qu'il serait plus juste de parler dans de tels cas de « *rotational tillage* » (alternance

travail du sol – semis direct), plutôt que de « *no tillage* ».

Les objectifs que les agriculteurs poursuivent avec le travail du sol sont de plusieurs ordres :

- l'enfouissement des semences de plantes de couverture et/ou fourragères en hiver. Il est obtenu via le passage d'un outil à disque (cover-crop) en culture motorisée après un semis (manuel ou mécanique) généralement effectué à la volée.

- le contrôle des adventices « à problème ». Cela concerne en particulier le contrôle de *Spermacoce latifolia* avant l'installation d'une culture de haricot d'automne : sa maîtrise en SD est à la fois difficile et coûteuse (prix élevé des herbicides de post-levée, fenêtre limitée pour une intervention efficace, main-d'œuvre peu disponible), et ce d'autant plus que les rotations sont peu diversifiées. Des considérations assez similaires régissent le contrôle via le travail du sol d'adventices telles *Cyperus ferax*, *Paspalum sp.* et *Vernonia polyanthes*. La faiblesse éventuelle du paillis peut par ailleurs renforcer l'infestation par ces

adventices et donc la nécessité d'un contrôle via un outil à disque.

- l'implantation réussie d'une culture de tabac. Trois contraintes empêchent l'installation correcte du tabac en semis direct : sa susceptibilité à l'humidité excessive dans les sols à texture limoneuse, le manque d'herbicides pour le contrôle des dicotylédones, et le coût de la lutte contre les limaces qui peuvent proliférer dans le couvert végétal.

- l'incorporation de la chaux tous les 4-5 ans. Les agriculteurs, ainsi qu'une majorité de conseillers agricoles, justifient le fait d'incorporer de la chaux (pratique essentielle et périodique dans une région aux sols acides) par le fait que celle-ci est faiblement soluble. Ce faisant, ils vont à l'encontre des recommandations de la recherche, pour qui la chaux doit être appliquée en surface, sans enfouissement.

- le décompactage du sol. Décompacter le sol à fréquence régulière en SSD, et la manière d'y parvenir (travail du sol versus utilisation de plantes de couverture) font l'objet d'une vive controverse au sein de la R&D

Tableau 3. Fréquence de travail du sol pendant les périodes 2002-2004 et 2010-2012.

Table 3. Frequency of soil preparation during the 2002-2004 and 2010-2012 periods.

Période	Fréquence de travail du sol (% des parcelles)				Nombre de parcelles étudiées
	0/3(*)	1/3(*)	2/3(*)	3/3(*)	
2002-2004	48,3	26,4	20,7	5,2	209
2010-2012	44,0	31,9	16,5	6,6	75

(*) 0/3 : aucun ; 1/3 : une année sur trois ; 2/3 : deux années sur trois ; 3/3 : chaque année pendant les 3 dernières années.

brésilienne. Du point de vue des agriculteurs, la décision d'effectuer un décompactage dépend de l'histoire de la parcelle et de leur perception de l'état de compactage de leurs sols. Selon eux, le compactage est inévitable en SSD à un moment ou un autre, même s'il dépend du type de sol et des pratiques (pâturage, passage des machines en conditions de forte humidité). Le compactage avéré affecte en effet la production en pénalisant la réussite du semis (s'il est superficiel) ou le développement des racines (s'il est profond) et *in fine* la résistance des cultures au déficit hydrique par exemple. Enfin, décompactage du sol et incorporation de la chaux sont liés, vu que ces deux opérations sont réalisées en une seule fois.

Discussion

Les résultats de cette étude montrent clairement le décalage entre le modèle ou « paquet technologique » SSD préconisé par la R&D et les systèmes SSD (ou du moins qualifiés comme tels) pratiqués par les AF d'Irati. On ne peut donc pas parler d'adoption du paquet technologique mais plutôt de son adaptation et d'une adoption partielle, différenciée et dynamique d'éléments du modèle, aboutissant à une large gamme de systèmes de culture innovants plus ou moins proches de ce modèle. De plus, les SSD « paysans » (effectivement pratiqués) ne sont pas figés mais varient au sein même d'une exploitation, d'une parcelle à l'autre et d'une année à l'autre (Triomphe *et al.*, 2007). Le point commun entre les différents systèmes SSD « paysans » tient à l'utilisation d'un semoir spécialisé « semis direct » en traction animale, quelle que soit l'intensité du travail du sol précédent ou suivant le semis, et quelle que soit la rotation suivie. L'intérêt de ces semoirs est d'être polyvalents : ils donnent de bons résultats dans toutes conditions de sol et de paillage, y compris en sol labouré. Le caractère d'objet intermédiaire essentiel joué par le semoir dans la transition vers le semis direct est souligné dans de nombreuses études, que cela soit en France (Goulet et Vinck, 2012), dans les plaines indogangétiques (Hobbs *et al.*, 2008) ou aussi dans les Cerrados brésiliens (Macena da Silva *et al.*, 2009).

Cette adoption-adaptation du système SSD par les agriculteurs est un phénomène assez classique dans les dynamiques d'innovation et d'adoption (Byerlee et de Polanco, 1986). Pour ce qui concerne le semis direct, elle a été observée en Zambie (Haggblade et Tembo, 2003), en Tanzanie (Owenya *et al.*, 2011) et dans de nombreux autres cas (Knowler and Bradshaw, 2007). Elle concerne aussi bien les agriculteurs familiaux fortement contraints du Sud que les agriculteurs plus aisés du Nord (Brives et de Tourdonnet, 2010). Elle illustre aussi la difficulté de trouver des alternatives fiables à ce « point de passage à éviter » que représente le travail du sol (Goulet et Vinck, 2012). Surtout, ce processus illustre le fait que les agriculteurs adoptent (adaptent) en toute conscience et non par ignorance certaines techniques qui leur sont proposées, qui correspondent le mieux à leurs objectifs de court terme, aux contraintes et opportunités tant au niveau de leur exploitation agricole (Le Gal *et al.*, 2011 ; Pannel *et al.*, 2014) que des filières et de l'environnement (Triomphe *et al.*, 2007 et 2013 ; Ndah *et al.*, 2012). Ainsi, l'insertion croissante des AF dans la filière lait (au Brésil et ailleurs) les amène à s'intéresser aux plantes de couverture comme ressources fourragères plutôt que comme moyen de contrôler les adventices ou d'entretenir la fertilité du sol. *A contrario*, les cultures de couverture non fourragères et les rotations diversifiées des cultures sont plus difficiles à adopter pour les AF, en l'absence ou du fait d'un accès limité au marché, tant pour vendre les cultures correspondantes que pour acheter à bon prix des semences des plantes de couverture (Nwguira *et al.*, 2012). De la même façon, l'utilisation des SSD est conditionnée par la dynamique touchant au développement du tabac ou du soja dans les petites exploitations. En procédant de la sorte, les AF acceptent de sacrifier la durabilité agronomique à moyen ou long-terme (du fait de la dégradation de la fertilité du sol en particulier) qu'ils obtiendraient, selon la recherche, s'ils appliquaient des propositions SSD complètes et soit-disant optimales (Thierfelder *et al.*, 2013 ; Scopel *et al.*, 2013). Finalement, ces résultats montrent les limites des approches conventionnelles

de développement et diffusion des technologies, fussent-elles participatives. Travailler à l'échelle de la parcelle, utiliser des critères de performance technique, « démontrer » via des essais et des journées au champ les avantages agronomiques des SSD, former les agriculteurs et (bien) les conseiller ne suffit pas pour assurer l'adoption des propositions de la recherche, et *in fine* l'innovation. La recherche aurait intérêt à concevoir de manière générique (pas seulement des SSD) des systèmes de culture innovants plus agroécologiques et/ou plus résilients (Réau et Doré, 2008), sur des critères plus larges, en prenant en compte des facteurs et contraintes liés aux multiples échelles pertinentes, de la parcelle au marché mondial. De manière plus générale, la recherche agronomique (sud-brésilienne, internationale) a un besoin urgent de faire évoluer ses approches et ses postures afin de mieux répondre aux besoins et attentes des agriculteurs familiaux, et les aider ce faisant à assumer l'intégralité du rôle qui leur revient dans la sécurité alimentaire mondiale, la bonne gestion des ressources naturelles et le pilotage des processus d'innovation agricole (Sourisseau *et al.*, 2014). Cela passe par une meilleure prise en compte :

- de la diversité des conditions, contraintes et opportunités à différentes échelles sous et avec lesquelles opèrent les AF ;
- des savoirs et pratiques des agriculteurs ;
- des dynamiques locales d'innovation, trop souvent encore ignorées, voire dévalorisées par la R&D.

Il s'agit par ailleurs d'associer aux démarches de conception l'ensemble des acteurs directement ou potentiellement concernés, qui, selon les cas, peuvent inclure les services de conseil agricole, les fabricants d'intrants et d'équipement, les transformateurs de l'agro-alimentaire, les gouvernements, ou même les consommateurs, en les associant au sein de systèmes ou de réseaux d'innovations dynamiques (World Bank, 2012).

Conclusion

La R&D sud-brésilienne a joué un rôle clé dans la conception et la vulgarisation des systèmes SSD auprès des agriculteurs familiaux. Cependant,

dans la pratique, la plupart d'entre eux n'ont pas « adopté » le modèle et les pratiques SSD proposés par la recherche et considérés indispensables par cette dernière pour assurer une agriculture durable et productive, mais ils les ont plutôt adaptés à leurs objectifs, ressources et contraintes. Si l'utilisation du semoir pour semis direct s'est généralisée, les rotations sont peu diversifiées et les plantes de couverture fournissent d'abord du fourrage et plus rarement du *mulch* de couverture du sol. Le recours périodique au labour permet de pallier certaines difficultés techniques rencontrées. Dans leurs adaptations, les agriculteurs ont tenu largement compte de considérations économiques (coûts, profitabilité) à court terme, sous l'influence d'un environnement dynamique qui envoie des signaux forts et changeants (par exemple augmentation du prix du soja et demande croissante en lait ces dernières années).

De son côté, la R&D a peu tenu compte dans son activité de conception de systèmes innovants de la diversité du contexte et des contraintes de tout ordre, de la logique de fonctionnement des exploitations, ou encore de la diversité des acteurs impliqués. À de rares exceptions près, elle travaille encore selon une vision et une approche globalement linéaire et assez étroite du progrès technique en agriculture. Mieux répondre à la diversité des contraintes, besoins et objectifs des agriculteurs familiaux implique que la recherche change ses approches et soit capable de co-concevoir à l'avenir des systèmes innovants (tels que les systèmes de culture basés sur des principes agroécologiques), en partenariat avec eux et avec les autres acteurs clés du développement agricole. ■

Références

- Bolliger A, Magid J, Amado TJC, Skóra Neto F, Ribeiro MFS, Calegari A, *et al.*, 2006. Taking stock of the Brazilian "zero-till revolution": a review of research and farmers' practice. *Advances in Agronomy* 91:47-110. doi: 10.1016/S0065-2113(06)91002-5
- Brives H, de Tourdonnet S, 2010. *L'agriculture de conservation renouvelle-t-elle la production de références et l'accompagnement des agriculteurs ?* Colloque SFER (Société française d'économie rurale) 'Conseil en agriculture'. 14-15 octobre 2010. Dijon, France.
- Byerlee D, de Polanco EH, 1986. Farmers' stepwise adoption of technological packages: evidence from the Mexican Altiplano. *American Journal of Agricultural Economics* 68(3):519-27. doi: 10.2307/1241537
- Darolt MR, Silva JC, 1993. Transferência de tecnologia em plantio direto para pequena propriedade no Estado do Paraná. In: *Anais do I encontro latinoamericano sobre plantio direto na pequena propriedade*. Ponta Grossa (Brazil): IAPAR.
- Derpsch R, Friedrich T, Kassam A, Hongwen L, 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering* 3(1). <http://www.ijabe.org>.
- Evenson RE, Gollin D, 2003. Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. *Science* 300 (5620):758-62.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2014. *Conservation agriculture homepage*. <http://www.fao.org/ag/ca> (consulté le 06/11/2014).
- Fritsche JF, 1993. La dynamique d'une frontière agricole technifiée : le cas des Cerrados (Brésil). In: Linck T, ed. *Agricultures et paysanneries en Amérique Latine : mutations et recompositions*. Paris: ORSTOM.
- Giller KE, Witter E, Corbeels M, Tittonell P, 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: the heretics' view. *Field Crops Research* 114(1):23-34. doi: 10.1016/j.fcr.2009.06.017
- Goulet F, Vinck D, 2012. L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement. *Revue Française de Sociologie* 2:195-224.
- Griffon M, 2013. *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Versailles (France): Éditions Quae.
- Haggblade S, Tembo G, 2003. *Conservation farming in Zambia*. EPTED discussion paper n° 108. Washington DC: International Food Policy Research Institute.
- Hobbs PR, Sayre K, Gupta R, 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences* 363(1491):543-55. doi: 10.1098/rstb.2007.2169
- Knowler D, Bradshaw B, 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32(1):25-48.
- Le Gal PY, Dugué P, Faure G, Novak S, 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems* 104:714-28.
- Macena da Silva FA, Scopel E, Valadares Xavier JH, Triomphe B, 2009. Processos de inovação em plantio direto no cultivo de milho grão sequeiro para agricultura familiar. In : Nascimento de Oliveira M, Valadares Xavier JH, Ramos de Almeida S, Scopel E, eds. *Projeto unai. Pesquisa e desenvolvimento em assentamentos de reforma agrária*. Brasília : EMBRAPA.
- Merten GH (Coord.), 1994. Manejo de solos de baixa aptidão agrícola no Centro-Sul do Paraná. Londrina: IAPAR, Circular 84.
- Ndah HT, Schuler J, Uthes S, Zander P, Triomphe B, Mkomwa S, *et al.*, 2012. Adoption potential for conservation agriculture in Africa: a newly developed assessment approach (QAToCA) applied in Kenya and Tanzania. *Land Degradation & Development* 26(2):133-41. doi: 10.1002/ldr.2191
- Ngwira R, Aune JB, Mkwinda S, 2012. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. *Field Crops Research* 132:149-57. doi: 10.1016/j.fcr.2011.12.014
- Owenya MZ, Mariki WL, Kienzie J, Friedrich T, Kassam A, 2011. Conservation agriculture (CA) in Tanzania: the case of the Mwangaza B CA farmer field school (FFS), Rhotia Village, Karatu District, Arusha. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1):145-52.
- Pannel DJ, Llewellyn RS, Corbeels M, 2014. The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agricultures, Ecosystems and Environment* 187:52-64. doi: 10.1016/j.agee.2013.10.014
- Reau R, Doré T (eds.), 2008. *Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?* Dijon: Educagri éditions.
- Ribeiro MFS, Milléo RDS, 2002. *Referências em plantio direto para a agricultura familiar do Centro-Sul do Paraná*. Londrina : IAPAR.
- Ribeiro MFS, Triomphe B, Hubert B, Benassi DA, 2005. Do smallholders in Southern Brazil practice conservation agriculture as recommended or as suits them? Preliminary evidence from Central-Southern Parana, Brazil. In: *Proceedings, III World Congress on Conservation Agriculture, 3-7 October 2005*. Nairobi (Kenya): ACT (African Center for Technology Studies).
- Scopel E, Triomphe B, Affholder F, Da Silva FAM, Corbeels M, Xavier JHV, *et al.*, 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33 (1):113-30. doi: 10.1007/s13593-012-0106-9
- Sourisseau JM (ed.), 2014. *Agricultures familiales et mondes à venir*. Versailles : Éditions Quae.
- Thierfelder C, Cheesman S, Rusinamhodzi L, 2013. Benefits and challenges of crop rotations in maize-based conservation agriculture (CA) cropping systems of southern Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability* 11(2):108-24. doi: 10.3763/ijas.2010.0557
- Tonneau JP, de Aquino JR, Teixeira OA, 2005. Modernisation de l'agriculture familiale et exclusion. *Cahiers Agricultures* 14(1):30-4.
- Triomphe B, Goulet, F, Dreyfus F, Tourdonnet S, 2007. Du labour au non-labour : pratiques, innovations & enjeux au Sud et au Nord. In: Bourrigaud R, Sigaut F, 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.
- Triomphe B, Floquet A, Kamau G, Letty B, Davo Vodouhe S, N'gan'ga T, *et al.*, 2013. What does an inventory of recent innovation experiences tell us about agricultural innovation in Africa? *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 19 (3):311-24.
- World Bank, 2012. *Agricultural innovation systems. An investment sourcebook*. Washington DC : World Bank.