



HAL
open science

Le glyphosate en agriculture de conservation : un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides

Véronique Lucas, Stephane de Tourdonnet, Jean Marc Barbier, Roberto Arnaldo Cittadini, Pierre Gasselin

► To cite this version:

Véronique Lucas, Stephane de Tourdonnet, Jean Marc Barbier, Roberto Arnaldo Cittadini, Pierre Gasselin. Le glyphosate en agriculture de conservation : un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides. 12. Journées de recherches en sciences sociales, Société Française d'Economie Rurale (SFER). FRA.; Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). FRA.; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). FRA.; Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique (ONIRIS). FRA.; Université de Nantes (UN). FRA., Dec 2018, Nantes, France. hal-01959644

HAL Id: hal-01959644

<https://hal.science/hal-01959644v1>

Submitted on 2 Jun 2020

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

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

12^{èmes} JOURNÉES DE RECHERCHES EN SCIENCES SOCIALES JRSS Nantes



12^{èmes} Journées de recherches en sciences sociales (JRSS)

SFER-INRA-CIRAD

Nantes – 13 et 14 décembre 2018

Les 12^{èmes} journées de recherches en sciences sociales SFER-INRA-CIRAD se dérouleront les **jeudi 13 et vendredi 14 décembre 2018 à Nantes**. Ces journées constituent un important rassemblement de la communauté scientifique francophone en sciences économiques, humaines et sociales, qui travaille dans les domaines de l'agriculture, l'alimentation, l'environnement, les territoires ruraux ou littoraux, la pêche et les forêts.

La société et les acteurs politiques ont des choix cruciaux à faire pour l'avenir dans ces domaines qui touchent à la compétitivité économique, à la sécurité alimentaire, au changement climatique, à la gestion des ressources naturelles, et à l'aménagement du territoire. Notre responsabilité est d'éclairer les décideurs et d'accompagner les acteurs de la société impliqués dans les changements à entreprendre. Pour cela, les débats scientifiques au sein de notre communauté sont nécessaires pour ouvrir des pistes de recherche originales, produire des idées et des solutions innovantes pour demain, aussi bien dans les pays du Nord que dans ceux du Sud.

Toute contribution originale de recherche (économie, gestion, sociologie, science politique, droit, géographie, histoire, anthropologie, etc.) n'ayant fait l'objet d'aucune publication, en français ou en anglais, est bienvenue. Une place particulière sera réservée aux jeunes chercheurs et aux doctorants.

Comité scientifique

Présidente : Cathie LAROCHE DUPRAZ

Membres : Véronique ANCEY, Céline BIGNEBAT, Christel BOSCH, Catherine DEL CONT, Mathieu DESOLE, Sibylle DUCHAINE, Geoffroy ENJOLRAS, Adélaïde FADHUILE, Carl GAIGNE, Alexandre GOHN, Séverine GOJARD, Nathalie HERVE-FOURNEREAU, Gilles LAFERTE, Marianne LEFEBVRE, Pasquale LUBELLO, Pascal MARTY, Coline PERRIN, Damien ROUSSELIÈRE, Samira ROUSSELIÈRE, Sophie THOYER, Elodie VALETTE.

Comité local d'organisation

Présidente : Samira ROUSSELIÈRE (Oniris, LEMNA)

Membres : Saadia AÏT EL CADI (Oniris, Id4food, RFI Food for Tomorrow Cap Aliment), Catherine DEL CONT (Université de Nantes, UMR CNRS DCS), Sibylle DUCHAINE (Oniris, LEMNA), Isabelle GROUSSON (Oniris), Karine LATOUCHE (INRA, UMR SMART-LERECO), Arnaud RAULT (INRA, UMR BIOEPAR)

Communication dans un colloque scientifique avec actes

LE GLYPHOSATE EN AGRICULTURE DE CONSERVATION : UN CAS ILLUSTRATIF DE LA DÉPENDANCE DE L'AGRICULTURE FRANÇAISE AUX PESTICIDES

Véronique LUCAS, Stéphane de TOURDONNET, Jean-Marc BARBIER, Roberto CITTADINI, Pierre GASSELIN

12^e Journées de Recherche en Sciences Sociales INRA-SFER-CIRAD, 13-14
décembre 2018, Oniris Nantes
30 pages

Auteur correspondant : lucas.veronique.rd@gmail.com

Pour citer ce papier :

Véronique Lucas, Stéphane de TOURDONNET, Jean-Marc BARBIER, Roberto CITTADINI, Pierre GASSELIN. 2018. Le glyphosate en agriculture de conservation : Un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides. Communication pour les 12^e Journées de Recherche en Sciences Sociales INRA-SFER-CIRAD, 13-14-déc, Oniris Nantes, 30 p.

Lien de téléchargement :

https://www.sfer.asso.fr/source/jrss2018/articles/E21_Lucas_etal.pdf



Le glyphosate en agriculture de conservation : Un cas illustratif de la dépendance de l'agriculture française aux pesticides

*Véronique LUCAS¹, Stéphane DE TOURDONNET¹, Jean-Marc BARBIER¹, Roberto CITTADINI¹,
Pierre GASSELIN¹*

¹ UMR INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

Résumé

Les tergiversations nationales et européennes autour de l'interdiction du glyphosate ont à nouveau illustré la dépendance de l'agriculture française aux pesticides, notamment en agriculture de conservation. Ce modèle technique, basé sur le non-labour, s'accompagne majoritairement de l'usage d'herbicides, en particulier ceux à base de glyphosate. Cette communication vise à enrichir les réflexions sur les leviers d'action possible pour une réduction de l'usage des pesticides à partir du cas de l'agriculture de conservation, en proposant d'abord une meilleure compréhension des évolutions ayant conduit au rôle pivot du glyphosate dans ce modèle technique. Des études de cas de producteurs en agriculture de conservation et cherchant à réduire l'usage des herbicides, permettent d'illustrer cette compréhension et de dégager des enseignements sur les leviers d'action possibles. Leurs expériences mettent en évidence le besoin d'une action publique renouvelée et coordonnée dans trois champs : renforcer l'innovation agroécologique, réintroduire de la main d'œuvre en agriculture, et soutenir davantage les modes de coopération entre agriculteurs.

Mots-clés : agriculture de conservation, glyphosate, agroécologie, pesticides, agriculteurs

Abstract

The national and European controversies regarding the glyphosate ban have newly illustrated the dependency of French farming on pesticides, particularly for the conservation agriculture. This technical model, based on no-tillage, is mainly developed with herbicides, especially those ones with glyphosate. This article aims at enriching the current reflections about the possible levers to reduce the use of pesticides from the case of conservation agriculture, by proposing first a best understanding of the changes having induced the key role of the glyphosate in this technical model. Some case studies of farmers practicing conservation agriculture and seeking to reduce the use of herbicides, allow to illustrate this understanding and to draw some lessons about the possible levers. Their experiences highlight the needed public action to renew and to coordinate among three domains: strengthening the agroecological innovation, re-introducing workforce in agriculture, and further supporting the modes of cooperation between farmers.

Keywords: conservation agriculture, glyphosate, agroecology, pesticides, farmers

A) Introduction

Depuis dix ans, malgré les plans Ecophyto visant à réduire drastiquement l'usage des pesticides en agriculture en France, leur consommation n'a pas diminué (Guichard *et al.*, 2017). Depuis 2015, les débats autour du glyphosate illustrent la dépendance à ces produits, et soulignent les résistances à son interdiction dans le secteur agricole, avec une mise en avant de l'agriculture de conservation pour argumenter de son caractère nécessaire. Dans ce modèle technique, le non-labour permet de réduire l'usage de carburant et de préserver l'écosystème sol, mais limite fortement les possibilités de destruction mécanique des adventices. Ceci induit le recours à des moyens chimiques si des alternatives fondées sur la mobilisation de processus écologiques ne sont pas mises en œuvre (De Tourdonnet *et al.*, 2013 ; Nichols *et al.*, 2015 ; Barili *et al.*, 2017). Or peu d'efforts publics ont été déployés pour développer ces alternatives. Quelques groupes d'agriculteurs expérimentent des pratiques innovantes sans herbicides, avec peu de soutien externe (Landel, 2015 ; Goulet, 2017).

Cet article vise à apporter des éclairages sur ces difficultés de l'agriculture française à sortir de la dépendance aux pesticides, à partir de l'analyse du rôle pivot du glyphosate en agriculture de conservation. Il est basé sur un double regard en sciences sociales et en agronomie, et se concentre sur le fonctionnement des systèmes sociotechniques. Ceux-ci désignent l'ensemble constitué par des acteurs en réseau, leurs pratiques, leurs savoirs, les technologies qu'ils utilisent, leurs représentations sociales, et les normes et règles auxquelles ils se réfèrent (Rip et Kemp, 1998). Nous avons ainsi pris en compte l'ensemble des entités intervenant à différents niveaux (amont, production, aval, etc.) ainsi que les interdépendances entre elles, qui ont conduit au rôle-clé actuellement joué par les herbicides à base de glyphosate en agriculture de conservation et qui entravent le développement d'innovations alternatives.

Cette approche s'inspire des travaux pluridisciplinaires basés sur les concepts de verrouillage et de dépendance au chemin pour étudier les conditions de la transition agroécologique (Wiskerke et Ploeg, 2004 ; Lamine, 2012 ; Meynard, 2016). La dépendance au chemin souligne la difficile réversibilité des choix techniques orientant les systèmes productifs, due à la stabilité des institutions en place, induite par la co-évolution mutuelle de techniques, de réseaux d'acteurs et de règles dans la même direction et favorisant des voies d'innovations plutôt que d'autres : celles qui ne remettent pas en cause ces stratégies coordonnées ni n'affaiblissent les acteurs dominants (Dosi, 1982). Des verrouillages résultent de la conjonction de ces stratégies, qui ont gagné en stabilité autour d'objets-clés, à l'exemple des pesticides dans les systèmes agricoles modernisés. La notion de verrouillage illustre que ces systèmes sociotechniques, non durables d'un point de vue environnemental, ont acquis une forme de maturité ou de cohérence rendant difficile leur modification, d'où le besoin d'agir à plusieurs niveaux pour les « déverrouiller » (Vanloqueren et Baret, 2009).

Pourquoi le glyphosate est devenu essentiel à l'agriculture de conservation ? Les expérimentations des agriculteurs cherchant à sortir de la dépendance au glyphosate donnent-elles des pistes pour mieux penser une réduction drastique de son usage ? Pour répondre à ces questions, nous analysons différents rapports et travaux sur ce sujet, que nous complétons par des études de cas. Celles-ci concernent trois groupes d'agriculteurs engagés dans la mise en œuvre d'expérimentations pour diminuer leur usage d'herbicides en agriculture de conservation.

La première partie de cet article étudie la littérature existante afin de reconstituer les conditions d'émergence et de développement de l'agriculture de conservation en France, ainsi que de sa dépendance au glyphosate. Dans une deuxième partie, trois études de cas de groupes d'agriculteurs en agriculture de conservation avec un usage réduit ou nul de cet herbicide permettent d'identifier les leviers d'actions qu'ils ont mobilisé et les limites qu'ils ont rencontrées. Enfin, une troisième partie fournit des enseignements pour enrichir le débat actuel concernant les pistes d'action pour une réduction de l'utilisation des pesticides en France.

B) Comprendre la dépendance de l'agriculture de conservation au glyphosate

L'agriculture de conservation est souvent mise en avant pour illustrer un des aboutissements possibles de la transition agroécologique, tout en étant un objet de controverses en raison de l'usage d'herbicides auxquels elle est souvent associée (Hall, 1998 ; Scopel *et al.*, 2013). En France, plusieurs réseaux d'acteurs ont progressivement émergé sur cette thématique, de manière visible surtout à partir des années 2000.

Dans l'analyse de la littérature, nous examinons l'ensemble des acteurs, organisations et objets techniques en jeu dans le développement de ce modèle technique, ainsi que leurs interdépendances ayant généré le rôle pivot du glyphosate. Nous examinons d'abord les enjeux techniques ayant conduit à la dépendance de l'agriculture de conservation à cet herbicide. Nous analysons les conditions sociotechniques de développement de ce modèle technique en France, avant d'étudier comment la question de la dépendance au glyphosate a été traitée par les acteurs concernés.

B) 1. L'agriculture de conservation : émergence et pratiques

L'agriculture de conservation s'est constituée depuis une cinquantaine d'années et a connu une expansion mondiale. Nous examinons ses conditions d'émergence en réponse aux contraintes du labour, la diversité des pratiques qu'il recouvre en France et les controverses qu'il suscite.

B) 1.1. Des problèmes du labour à la construction d'une alternative

Le labour est une technique répandue sur tous les continents en raison des fonctions-clés qu'il remplit dans les systèmes culturaux, comme le contrôle des adventices, l'enfouissement des résidus de culture et des effluents d'élevage, la création de porosité dans les sols (Mazoyer et Roudart, 2002 ; Triomphe *et al.*, 2006). Cependant, il est coûteux en temps, énergie et équipements, voire parfois contraignant à mettre en œuvre (par exemple dans les terres pierreuses). La mécanisation de l'agriculture a favorisé son extension, y compris dans des sols peu adaptés à cette technique, ce qui y a généré des impacts négatifs, notamment de tassement et d'érosion éolienne ou hydrique.

En réponse, des programmes de recherche ont mis au point des techniques culturales alternatives dès l'avant-guerre aux États-Unis. Celles-ci ont véritablement commencé à se développer à partir des années 1960 grâce à deux types d'innovations : les herbicides qui remplacent la destruction des adventices par enfouissement jusqu'alors permise par le labour, et l'élaboration de semoirs de semis direct sans travail préalable du sol, au travers de la couverture végétale formée par les résidus de récolte. Ces techniques culturales se répandent alors aux États-Unis, en Amérique latine et en Australie, en particulier dans les régions aux sols et climats propices à l'érosion. Les économies de travail et d'énergie qu'elles génèrent expliquent leur large diffusion dans le contexte d'augmentation d'échelle des exploitations agricoles mécanisées (Goulet, 2008).

Cette expansion a été facilitée par des réseaux qui ont précisé les principes d'action de l'agriculture de conservation. Composés de scientifiques, de groupes d'agriculteurs, de firmes d'agroéquipements et de pesticides, ils se sont structurés progressivement au niveau international surtout à partir des années 2000, *via* l'organisation de congrès internationaux et la reconnaissance par la FAO (FAO, 2008). Trois grands principes ont été définis qui fondent l'agriculture de conservation telle que promue par la FAO : 1) perturbation minimale du sol, 2) protection du sol *via* le maintien continu d'une couverture végétale en surface, 3) diversification culturale et des rotations.

Des expertises et études ont progressivement mis en avant les atouts environnementaux de l'agriculture de conservation : réduction de la consommation d'énergie fossile, développement d'un milieu plus favorable aux organismes du sol, diminution de l'érosion, accroissement du taux de matière organique et du stockage de carbone dans le sol, baisse de l'évaporation du sol (Holland, 2004 ; De Tourdonnet *et al.*, 2007 ; Scopel *et al.*, 2013). Ces travaux mettent aussi en évidence des impacts négatifs : émissions de protoxyde d'azote, usage des pesticides (Schaller, 2013).

B) 1.2. Pratiques de l'agriculture de conservation en France

En France, les surfaces sans labour se développent rapidement depuis le début des années 2000. Elles représentaient 21 % de la sole cultivée en 2001, contre un tiers en 2014. Cette expansion concerne surtout les grandes cultures (céréales et oléoprotéagineux) et les grandes exploitations : parmi celles de plus de 400 hectares, 58 % des surfaces n'étaient plus labourées en 2006 (Chapelle-Barry, 2008 ; Graphagri, 2018).

La réduction du travail du sol correspond majoritairement à une stratégie progressive. De Tourdonnet *et al.* (2013) constatent qu'elle commence souvent par la suppression occasionnelle du labour. Lorsqu'elle réussit, elle est développée en investissant dans des équipements adaptés, en réduisant la profondeur de travail du sol, ainsi qu'en pratiquant des cultures intermédiaires. Celles-ci consistent à introduire des plantes dites « de couverture » du sol entre deux cultures principales, le plus souvent pendant l'hiver. Ceci vise à lutter contre les adventices, en maintenant le sol couvert pour les étouffer, ainsi qu'à dynamiser l'activité biologique, en favorisant le développement racinaire et de la microfaune qui relayent le labour pour créer de la porosité. Ceci favorise une évolution progressive vers des techniques de travail très superficiel. Certains agriculteurs entreprennent ensuite le semis direct, qui reste cependant peu mis en œuvre actuellement (3% des surfaces en France (Graphagri, 2018)), notamment en raison des équipements onéreux nécessaires et des risques induits dus aux conséquences pouvant être difficiles à maîtriser : augmentation de l'usage de pesticides, diminution du rendement en cas de problèmes d'état structural du sol, de faim d'azote, de développement des bioagresseurs (adventices, limaces, mulots), etc.

Ainsi, trois types d'évolution sont identifiés chez les agriculteurs pratiquant la réduction du travail du sol :

- (1) Choisir, face aux problèmes rencontrés notamment en termes de contrôle des adventices, de maintenir des moyens mécaniques de travail du sol pour gérer ces dernières. Ceci conduit à des systèmes culturels où le travail du sol reste relativement important (avec des décompacteurs, déchaumeurs, etc.), même si le labour n'est plus pratiqué. Les gains de productivité passent alors par des choix d'équipements permettant de travailler plus vite.
- (2) Réduire le travail du sol en accroissant les moyens chimiques, notamment l'usage d'herbicide pour contrôler les adventices, et les engrais azotés pour compenser une éventuelle baisse de leur efficacité. Cette voie peut entraîner une dépendance vis-à-vis de certains intrants, notamment les herbicides non-sélectifs à base de glyphosate, utilisés à la fois pour détruire les adventices et les cultures intermédiaires, avant d'implanter la culture principale.
- (3) Réduire le travail du sol en mobilisant des processus écologiques, en profitant d'une activité biologique souvent plus importante en non-labour, pour créer de la porosité, contrôler les adventices, et accroître les ressources en azote par fixation symbiotique. Dans cette voie, deux leviers jouent un rôle-clé. D'une part, la diversification culturale à travers des rotations longues contribue à diminuer la pression des adventices. D'autre part, les plantes de couverture contribuent à la dynamisation des régulations écologiques, et sont implantées en cultures intermédiaires ou en association avec les cultures principales. Elles ne sont généralement pas récoltées, sauf pour produire du fourrage ou de la biomasse énergie. Cependant, ce type d'évolution se heurte à plusieurs difficultés majeures : faibles possibilités de diversification culturale en raison de la spécialisation croissante des territoires et des exploitations, manque de connaissances sur ces processus écologiques, sensibilité de ces derniers au contexte dans lequel ils se déroulent obligeant à la construction de références situées (Meynard *et al.*, 2013 ; De Tourdonnet et Brives, 2018).

B) 1.3. Un référentiel technique controversé, soutenu par des acteurs de l'agroécologie

L'essor des techniques d'agriculture de conservation a accru la dépendance aux herbicides à base de glyphosate, en raison de plusieurs facteurs. Son caractère non-sélectif permet une efficacité d'action à la fois pour détruire les cultures intermédiaires et les adventices avant l'implantation de la culture

principale. La réduction de la gamme des pesticides disponibles suite au renforcement de la législation européenne a accru le recours au glyphosate en substitution (Reboud *et al.*, 2017). La dérégulation des marchés agricoles a renforcé la recherche de réduction des coûts de production. S'y ajoutent la mise au point de variétés résistantes au glyphosate grâce aux organismes génétiquement modifiés (OGM) et son faible prix (il est tombé dans le domaine public en 2000) (Reboud *et al.*, 2017). En conséquence, l'agriculture de conservation est l'objet de controverses, au point d'être considérée comme une approche anti-écologique par de nombreux détracteurs : ceux-ci considèrent que les bienfaits sur la qualité des sols et la biodiversité sont contrebalancés par la dépendance aux herbicides et, dans les pays où la législation le permet, aux OGM (Goulet, 2008 ; Barré *et al.*, 2018). La dépendance aux herbicides a longtemps été peu prise en considération par la FAO et les pouvoirs publics. Or elle est centrale dans la stratégie de certaines firmes, commercialisant des OGM et des herbicides, ayant activement soutenu le développement international de l'agriculture de conservation (Goulet, 2008).

En France, où les OGM ne sont pas commercialisés, un récent rapport de l'INRA (Reboud *et al.*, 2017) a été commandé par le gouvernement dans le contexte de questionnement sur l'interdiction du glyphosate à moyen terme. Il a confirmé que le développement du non-labour est corrélé à une augmentation de l'usage de cet herbicide, notamment dans une visée de simplification du travail, en précisant que « *le glyphosate tend à être plus utilisé dans les très grandes exploitations. Ces exploitations sont plus fréquemment conduites sans labour, et le glyphosate peut être un levier pour [...] permettre de semer de grandes surfaces dans un temps limité.* »¹

Des études réalisées entre 2008 et 2012 sur un échantillon d'exploitations engagées en agriculture de conservation en région Midi-Pyrénées montrent que les agriculteurs avec des rotations longues (au moins six ans) utilisent moins d'herbicides que les autres (Schaller, 2013). Des observations semblables ont été réalisées en Argentine (Salembier *et al.*, 2015).

Des experts et chercheurs considèrent l'agriculture de conservation comme une approche agroécologique lorsqu'elle s'accompagne d'un usage modéré ou nul d'herbicide, grâce aux services écosystémiques qu'elle est susceptible de favoriser. Mais ce type d'agriculture de conservation sans ou avec peu d'herbicide est aujourd'hui minoritaire en France et dans le monde.

L'agroécologue californien Altieri, un des promoteurs historiques du concept d'agroécologie, a travaillé au Brésil avec des agriculteurs biologiques pour améliorer la pratique de l'agriculture de conservation sans herbicide, *via* une meilleure gestion des plantes de couverture, au niveau de leur composition et de leur interaction avec la culture principale implantée ensuite (Altieri *et al.*, 2011). Ces recherches visent à améliorer les effets synergiques et phénomènes allélopathiques contribuant au contrôle des adventices (Melander *et al.*, 2013 ; Nichols *et al.*, 2015 ; Barili *et al.*, 2017).

En France, Solagro, association avec une expertise pionnière en agroécologie dès les années 1980, a réalisé une scénarisation prospective appelée « Aferres 2050 ». En partant des besoins français en alimentation, pour l'habitat et en énergie, celle-ci simule une organisation des productions et pratiques agricoles en 2050 permettant de couvrir ces besoins dans le respect des écosystèmes, des contraintes territoriales et des objectifs de santé publique (Doré, 2011). Ce scénario prône le développement de l'agriculture de conservation avec un usage limité de pesticides, utilisés seulement en dernier recours, afin de permettre la généralisation des cultures intermédiaires. Celles-ci viseraient à assurer des productions fourragères en quantité suffisante dans le contexte du changement climatique menaçant les rendements des cultures dont le cycle de développement a lieu durant l'été. Ces cultures intermédiaires durant la période hivernale permettraient donc une production de biomasse complémentaire (Couturier *et al.*, 2016).

Enfin, certains chercheurs étudient l'approche de l'agriculture de conservation pour améliorer la pratique de l'agriculture biologique (Peigné *et al.*, 2007). La limitation des apports de matière organique dans les exploitations biologiques sans élevage fait peser le risque d'une dégradation du

1 Ce rapport met en évidence d'autres modèles techniques ou systèmes de cultures pour lesquels le glyphosate joue aussi un rôle pivot : culture de la canne à sucre, viticulture en situations de coteaux, etc.

statut organique des sols à long terme. Leur principale stratégie de contrôle des adventices, basée sur le passage répété des outils de désherbage mécanique, peut renforcer la dégradation de l'état physique et biologique des sols. De fait, les principes de l'agriculture de conservation (réduction du travail du sol associé aux plantes de couverture), sont susceptibles d'assurer un meilleur entretien de leur fertilité biologique. Cependant, cette approche reste difficile à conduire en agriculture biologique en raison des risques de prolifération des adventices, sans moyens chimiques ni mécaniques pour les gérer. Ces auteurs invitent donc à multiplier les travaux de recherche pour développer le non-labour en agriculture biologique (David, 2009).

Cette synthèse bibliographique montre donc que derrière l'agriculture de conservation se cachent plusieurs modèles techniques. Certains, majoritaires à l'échelle mondiale, entraînent une dépendance accrue au glyphosate pour compenser l'absence de l'effet désherbant du labour. Ils correspondent à une vision économe et simplificatrice du non travail du sol, afin de diminuer les coûts et charges de travail, tout en négligeant les conditions agronomiques de gestion des adventices. D'autres, correspondant à une approche agroécologique, s'appuient au contraire sur une complexification de l'agroécosystème (introduction de plantes de couverture, gestion adaptative, etc.) pour réduire l'usage d'intrants et gagner en autonomie, tout en étant plus intensifs en connaissances et en travail. Cette pluralité de modèles est le fruit d'une histoire que nous allons maintenant approfondir à partir du contexte français.

B) 2. Diversité d'acteurs dans l'agriculture de conservation française

L'agriculture de conservation, modèle technique controversé et aux incarnations multiformes, s'est développée en France depuis une vingtaine d'années grâce à des organisations spécifiques d'agriculteurs. Nous étudions leur structuration et l'évolution de leur positionnement par rapport à l'usage d'herbicides.

B) 2.1. Émergence des acteurs de l'agriculture de conservation à la fin des années 1990

Goulet (2008) a reconstitué l'histoire de l'émergence en France, surtout à partir de la fin des années 1990, des réseaux, mêlant agriculteurs pionniers et non-agriculteurs, ayant contribué à l'essor de l'agriculture de conservation. La réforme de la Politique Agricole Commune de 1992 a en effet entraîné une recherche de diminution des coûts de production et un agrandissement des exploitations, particulièrement dans le secteur des grandes cultures. En parallèle, les premières réglementations environnementales préconisant la couverture hivernale des sols ont favorisé sur certaines zones l'essor des cultures intermédiaires (déjà utilisées en production biologique).

Dans ce contexte, des agriculteurs pionniers s'intéressent au non-labour pour réduire leurs coûts et charges de travail, souvent dans le cadre de groupes de développement qui sont des collectifs de pairs animés par des conseillers : Centres d'études techniques agricoles (CETA), groupes de développement agricole (GDA). Ceux-ci se mettent en contact avec des scientifiques travaillant sur ce thème de manière « dissidente » (parce qu'ayant quitté leur institut scientifique d'origine, ou marginalisés dans leur institution) et font des voyages d'études dans des pays étrangers : Angleterre, États-Unis, Brésil, Argentine. Ces pionniers sont soutenus par différents acteurs privés. Il s'agit principalement d'entreprises d'agroéquipement et de la firme Monsanto, qui cherchent à promouvoir l'agriculture de conservation en France *via* l'organisation de formations, de voyages d'études ou de démonstrations. Ces agriculteurs investissent dans des outils adaptés, parfois en coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma) pour accéder à ces équipements au coût onéreux.

L'année 1999 est une période de cristallisation de ces réseaux informels, à partir de deux initiatives :

- Une première association de dimension nationale est créée. Fondée et présidée par un agriculteur breton, l'APAD (Association pour la promotion d'une agriculture durable) entraîne peu à peu le développement de groupes régionaux ou départementaux. Ainsi, une antenne bretonne de cette association se constitue dans la foulée, nommée BASE (Bretagne Agriculture Sol et Environnement). Son fondateur et président lance en parallèle une revue dédiée à l'agriculture de conservation qu'il nomme TCS (Techniques Culturelles Simplifiées). À ses côtés au sein de l'association BASE siègent aussi des acteurs privés : le trésorier est salarié d'une entreprise de semoirs, et un autre administrateur est employé par une entreprise semencière tout en développant l'agriculture de conservation sur sa propre exploitation. Ces différentes initiatives émergentes sont soutenues par Monsanto. L'APAD et BASE ont le même secrétaire général, ingénieur de cette entreprise. Celle-ci soutient le lancement de la revue TCS, en y achetant des encarts publicitaires. Le fondateur de ce magazine intervient comme formateur spécialisé en agriculture de conservation dans de nombreuses formations dans toute la France, dont certaines financées par Monsanto.
- Des membres du syndicat agricole de la Coordination Rurale récemment créé, organisent un premier Festival du non-labour et du semis direct (NLS) pour se démarquer des concours de labour organisés dans chaque département par la FNSEA (Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles). En 2001, un agriculteur membre de la Coordination Rurale crée aussi une association nationale, la FNACS (Fondation Nationale pour l'Agriculture de Conservation des Sols). Son développement s'est notamment appuyé sur les réseaux de ce nouveau syndicat.

L'essor de ces organisations d'agriculteurs pionniers de l'agriculture de conservation s'explique par plusieurs facteurs. La revue TCS a contribué à structurer une communauté entre ces praticiens souvent isolés. Ses dirigeants fondent en 2004 un site Internet, avec un forum de discussion permettant aux agriculteurs de poser des questions pour lesquelles ils n'ont pas de réponse, ou de partager leurs expériences y compris en y postant leurs propres vidéos. Des acteurs de ces associations ont développé une activité de formateurs pour intervenir localement dans des formations dans toute la France. Parmi eux, on trouve les scientifiques dissidents ayant formé les pionniers, l'agriculteur président de BASE aussi directeur de la revue TCS, et le fondateur de l'APAD (qui a longtemps été vice-président de BASE et agriculteur).

En 2007, grâce à un travail d'enrôlement en direction des acteurs de ces réseaux, mené par l'ingénieur de Monsanto administrateur de l'APAD et de BASE, l'IAD (Institut de l'agriculture durable) est créé, nouvel organisme transversal de promotion de l'agriculture de conservation, en particulier vis-à-vis des pouvoirs publics. L'APAD, la FNACS, l'association NLS et la Coordination Rurale en sont membres fondateurs. Des firmes privées comme Monsanto dont l'ingénieur occupe le poste de trésorier, et des entreprises semencières et d'agroéquipement en sont aussi membres, mais pas l'association BASE. Peu après, la FNACS finalement décide de s'en retirer. Ces deux organisations revendiquent de travailler au développement local de l'agriculture de conservation pour et avec les agriculteurs, ce qui ne leur semble pas une préoccupation première de l'IAD. Depuis lors, cet organisme cherche à établir des collaborations avec des organisations scientifiques, notamment pour proposer des indicateurs permettant d'évaluer les pratiques de l'agriculture de conservation, et organise des événements pour promouvoir cette approche auprès des décideurs économiques et politiques (Landel, 2015). Le fondateur de l'APAD, qui a quitté le métier d'agriculteur, est devenu salarié de cet organisme.

B) 2.2. Évolutions des acteurs de l'agriculture de conservation en rapport aux herbicides

Goulet (2008) a montré que durant la première décennie de développement de ces organisations d'agriculteurs pionniers, leurs discours tendaient à rendre invisible leur recours aux herbicides en

mettant en avant le rôle de l'activité biologique des sols dans leurs pratiques, en particulier des vers de terre. De même, le rôle des acteurs privés dans l'essor de leurs associations est passé sous silence. Cette mise sous silence du recours aux herbicides s'est opérée dans le contexte de mise en concurrence de la pluralité des modes de production, au regard des questions environnementales qui se posent en agriculture. En effet, l'essor de l'agriculture de conservation en France s'est produit en parallèle d'une mise en avant de l'agriculture biologique et de la question des pesticides au niveau médiatique et politique.

Les producteurs cherchant à développer l'agriculture de conservation en mobilisant des processus écologiques de l'agroécosystème construisent des solutions localement adaptées à leurs conditions, moyennant un cheminement comportant des obstacles et des risques (Thomas, 2018). Bernard de Raymond (2014) observe qu'il tend à être raconté par ceux-ci comme étant également source d'épanouissement, voire d'une intellectualisation de leur métier vécue à travers cette trajectoire. Le temps libéré par le moindre travail du sol est en partie réinvesti pour accroître une réflexivité sur la conduite des cultures par des lectures, des participations à des réunions et expérimentations. Ainsi, il s'agit de se donner du temps pour multiplier les références pertinentes pour agir.

Plus récemment, différents signaux faibles révèlent une plus grande préoccupation de certaines organisations de l'agriculture de conservation vis-à-vis du recours aux pesticides.

L'association BASE a décidé de ne plus percevoir de financements de Monsanto, et d'exclure son représentant au début des années 2010 (Landel, 2015 ; Goulet, 2017). Elle accueille aujourd'hui des agriculteurs biologiques : ce mode de production constitue une thématique avec un responsable désigné au conseil d'administration. L'association, autrefois considérée comme l'antenne bretonne de l'APAD, revendique aujourd'hui une envergure nationale et son sigle signifie dorénavant : Biodiversité, Agriculture, Sol et Environnement. La revue TCS ne diffuse plus de publicité sur le glyphosate depuis 2004 et une rubrique « Agriculture biologique » y est ouverte en 2009. Goulet (2017) observe à la fin des années 2000, une augmentation tendancielle du nombre de récits d'expériences et la publication de dossiers dédiés à la réduction des pesticides dans ses articles.

Dans le Sud-Ouest, une union inter-régionale de CETA, appelée Agro d'Oc, a investi l'agriculture de conservation. Son siège est situé dans le Gers, département de fort essor de ce modèle technique, en raison d'un relief prédominant de coteaux propice à l'érosion (Schaller, 2013). Cette thématique fait l'objet d'échanges d'expériences dans une partie de ses CETA locaux, de formations collectives et de mise en réseau d'expérimentations, appuyés par des ingénieurs spécialisés². De manière récente, l'essor significatif de l'agriculture biologique dans son territoire favorise la conversion d'un nombre croissant de ses membres avec la constitution de « CETA Bio ». Ceci explique notamment la préoccupation croissante de modération de l'usage des herbicides en agriculture de conservation (Favreau, 2013). Elle est également facilitée par une visée historique dans le mouvement des CETA d'autonomie des agriculteurs, entre autres vis-à-vis de l'agrofourmiture, et ce dès la fondation des premiers groupes dans l'immédiat après-guerre (Lucas, 2018).

B) 2.3. Deux tendances par rapport à l'utilisation d'herbicides

Landel (2015) repère deux tendances au sein des organisations de l'agriculture de conservation. Elle met en évidence un premier réseau, où les firmes commercialisant des herbicides jouent un rôle central, qui concentre les ressources pour la diffusion d'un modèle d'agriculture de conservation dépendant de l'utilisation d'intrants, grâce à l'accès aux résultats de recherche privée d'un certain nombre des firmes adhérentes. On y trouve au centre l'IAD et ses différentes organisations membres comme l'APAD, dont des associations régionales ou départementales travaillent avec des conseillers de Chambres d'agriculture et des GDA. À noter que depuis début 2014, l'APAD est devenue membre de l'organisation nationale TRAME (fédérant entre autres, la majorité des GDA en France,

² Sauf quelques exceptions, les CETA sont animés par des ingénieurs dont le salaire est financé par les cotisations des agriculteurs membres, à la différence des GDA animés par des techniciens de Chambre d'agriculture (Lucas, 2018)

et présidée par un élu de la FNSEA), ce qui facilite les liens entre des GDA et l'APAD. L'adhésion à TRAME lui permet également d'accéder aux financements publics et paritaires du développement agricole. L'APAD a commencé à embaucher des salariés ces dernières années.

Un second réseau est constitué d'acteurs impliqués dans le développement local de l'agriculture de conservation, porteurs d'innovations sur la réduction de l'emploi de pesticides, mais se caractérisant par un accès limité à des connaissances systématisées³ permettant de concevoir des solutions moins consommatrices d'herbicides. On y trouve au centre l'association BASE dont des groupes départementaux travaillent en partenariat avec des fédérations de Cuma, des conseillers de Chambres ou de CETA, ou des acteurs privés de l'agroéquipement. La préoccupation concernant la dépendance de l'agriculture de conservation aux herbicides y est plus présente. Le cœur des connaissances circulant au sein de ce second réseau est issu des expériences des agriculteurs mises à disposition principalement par la revue TCS (et son site) et par les activités d'échange. Landel (2015) souligne également le rôle des Cuma dans les initiatives existantes d'expérimentation d'agriculture de conservation avec un usage maîtrisé d'herbicides, notamment en partenariat avec des groupes de BASE. À noter que cette association n'a pas aujourd'hui de salarié, mais plusieurs de ses responsables sont consultants ou formateurs privés pour l'appui à des groupes de producteurs. Par conséquent, pour un agriculteur, l'accès aux connaissances produites dépend en grande partie de son investissement et de ses ressources personnelles : capital de relations socioprofessionnelles, temps à consacrer aux recherches d'informations et aux rencontres de ces collectifs.

Ces deux tendances correspondent aux deux modèles techniques de l'agriculture de conservation, présentés à la fin de la section précédente (B.1.). Entre les deux, des jonctions apparaissent de manière récente. Ainsi, des agriculteurs participent aujourd'hui indifféremment aux activités de BASE et de l'APAD, sans percevoir de différences entre les deux (Lacoste, 2015). Des agriculteurs en responsabilité à l'APAD pratiquent aujourd'hui l'agriculture de conservation avec un usage réduit d'herbicides. Le fondateur de l'APAD, salarié de l'IAD, apporte actuellement un appui technique à des groupes d'agriculteurs indépendants, afin de développer l'agriculture de conservation avec un faible recours aux herbicides (Griffoul, 2018). Les récents débats concernant l'avenir du glyphosate ont montré un positionnement convergent de ces organisations contre son interdiction. Elles ont souvent plaidé en faveur d'une restriction de l'autorisation d'usage du glyphosate pour la seule pratique de l'agriculture de conservation, au motif de ses atouts agroécologiques, et pour laisser le temps de trouver des alternatives minimisant les quantités d'herbicide utilisées (Thomas, 2017).

B) 3. La dépendance au glyphosate entre effacement public et essor privé

Le rôle de ces associations dans l'essor de l'agriculture de conservation s'explique notamment par le besoin de co-construction de références entre pairs pour faire face au manque de connaissances. Celui-ci résulte de la faiblesse de recherches publiques adéquates sur l'agriculture de conservation.

B) 3.1. Une dépendance au glyphosate par manque de recherche publique

Plusieurs facteurs expliquent la faiblesse des recherches spécifiques à l'agriculture de conservation. Développer des fronts de recherche sur l'agriculture de conservation nécessiterait de faire travailler ensemble des disciplines (agronomie systémique, écologie du sol, pédologie) dont les approches différentes rendent difficile le dialogue entre elles (Chevassus au Louis, 2006 ; Cardona, 2012). Un tel dialogue demande donc une impulsion forte, par exemple sous la forme de programmes de financements de recherches spécifiques incitant à de telles coopérations. Or, les sols ne constituent pas un objet privilégié dans les politiques environnementales (Hellec *et al.*, 2015).

3 Ce type de connaissances scientifiques et techniques est issu d'investigations systématiques, c'est-à-dire d'activités de recherche, ce qui les distingue des connaissances corroborées empiriquement (Landel, 2015).

Par ailleurs, Landel (2015) souligne la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des solutions fournies par l'agrofourniture et reposant sur les herbicides pour détruire les adventices et les cultures intermédiaires. Elle explique cette dépendance par un faible investissement de la recherche publique sur ce sujet, d'où le manque de connaissances appropriées disponibles pour les producteurs. Ceci intervient dans un contexte plus général de faiblesse des programmes de recherche adéquate sur des alternatives aux pesticides (Bonneuil et Thomas, 2009 ; Laurent et Landel, 2017).

Les processus de modernisation impulsés dans les années 1960 avaient été associés à un fort pilotage de la recherche agronomique publique par l'État, complété par un dispositif institutionnel significatif pour rendre accessible les connaissances produites. Or l'État a amorcé un mouvement de retrait de ce « régime de connaissances » depuis les années 1990, alors même qu'en parallèle, ses politiques intégraient des objectifs de performance environnementale (Laurent *et al.*, 2009). Ce retrait se traduit par un moindre poids des investissements publics dans la recherche, ainsi que dans la vulgarisation *via* une réduction des dispositifs d'information des acteurs par les connaissances issues d'investigation systématique (statistiques, recherche). En parallèle, l'État a émis des injonctions vers une recherche plus académique à ses institutions scientifiques appliquées (exigences accrues de publications scientifiques par exemple). Ceci a entraîné une fragmentation du système de connaissances en agriculture avec une dispersion *via* des publications pour des revues scientifiques davantage en anglais aux dépens des rapports de recherche plus complets et des articles de vulgarisation. Tout ceci accentue les difficultés pour les acteurs en position intermédiaire chargés d'assurer la circulation de connaissances entre les instituts de recherche publique et les agriculteurs (Chambres, réseaux de développement agricole, etc.), également fragilisés par le retrait de l'État (Laurent et Landel, 2017).

Ces évolutions ont induit un rôle accru des firmes privées dans les dynamiques d'innovation, favorisé de surcroît par de plus grandes facilités qui leur ont été offertes pour financer la recherche publique ainsi que leurs propres investigations (crédit impôt recherche, chaires d'entreprises, etc.) (Fouilleux, 2010). Ceci a orienté davantage la recherche publique vers les besoins des firmes privées pour bénéficier de leurs fonds à travers de nouveaux partenariats, aux dépens notamment de l'agronomie systémique permettant la compréhension et la co-conception des pratiques agricoles favorables à l'environnement. Ceci explique la préférence donnée par exemple aux recherches sur le bio-contrôle⁴ ou l'agriculture numérique et robotique dans les fronts de recherche ouverts pour réduire la dépendance aux pesticides, thématiques sur lesquelles des firmes d'agrofourniture investissent (Aulagnier et Goulet, 2017).

L'effacement du volontarisme d'État concomitant avec l'essor du rôle des firmes privées expliquent la poursuite du développement de technologies agricoles basées sur l'usage d'intrants et d'équipements issus de l'agrofourniture. Il y a donc peu de programmes focalisés sur l'agriculture de conservation sans herbicides (qui n'intéresse pas les firmes privées), au sein de la recherche - développement agricole (organismes de recherche, instituts techniques, Chambres d'agriculture), (Goulet, 2008 ; Landel, 2015 ; Chauvel *et al.*, 2011). Et les connaissances qui en sont issues restent peu accessibles, en raison de l'affaiblissement de la circulation de connaissances entre les milieux scientifiques et les acteurs socio-économiques dotés de peu de moyens, dont les agriculteurs. Ceci est accentué par le faible intérêt pour l'agriculture de conservation de la part des organismes de développement que la FNSEA contrôle, notamment parce qu'elle considère des associations d'agriculteurs promotrices de ce modèle comme des opposants (en particulier celles créées par des membres de la Coordination rurale). Des frictions institutionnelles en résultent de la part de GDA ou groupes de l'APAD vis-à-vis de Chambres d'agriculture, conduisant à un rejet de cette institution par des agriculteurs pratiquant l'agriculture de conservation (Boisseau, 2010 ; Lacoste, 2015).

4 Le « bio-contrôle » désigne les produits « non chimiques de synthèse » de substitution aux pesticides : insectes utilisés en lutte biologique, microorganismes stimulant les défenses des plantes, substances naturelles nuisibles aux bioagresseurs. Aulagnier et Goulet (2017) constatent que ces solutions sont surtout utilisées sur de faibles superficies (sous serre par exemple) et qu'il existe encore peu de produits de bio-contrôle utilisés en grandes cultures.

B) 3.2. Une reconnaissance politique, sans davantage de recherches

Depuis 2013 et la mise en avant de l'agroécologie comme horizon des politiques agricoles françaises, l'agriculture de conservation a bénéficié d'une reconnaissance par le ministre de l'Agriculture Stéphane Le Foll. Durant la COP21 à Paris, il a lancé une campagne intitulée « 4 pour 1000 – Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » promouvant l'agriculture de conservation comme une des réponses au défi du changement climatique. L'initiative met en avant ces pratiques agricoles permettant d'accroître le stock de carbone dans les sols, dans le but de limiter l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère (Foyer, 2016). Ce positionnement en faveur de l'agriculture de conservation a fait l'objet de critiques, notamment de la part du « Collectif pour l'agroécologie paysanne » réunissant diverses organisations agricoles et environnementalistes (dont le syndicat de la Confédération paysanne). Celui-ci critique la promotion par le ministre des organisations d'agriculture de conservation « invisibilisant » leur usage du glyphosate, aux dépens des initiatives existantes sans herbicides ou cherchant des alternatives (Lamine *et al.*, 2015).

Par ailleurs, durant la première controverse européenne sur la commercialisation du glyphosate au premier semestre 2016, il a plaidé en faveur de sa ré-autorisation, s'opposant ainsi à la position adoptée par la ministre de l'Environnement. Cette crise a souligné la dépendance à cet herbicide, en particulier de l'agriculture de conservation. Mais aucune action spécifique n'a été entreprise par le ministère en faveur de la recherche d'alternatives au glyphosate, alors même que le plan Ecophyto de réduction de l'utilisation des pesticides alors en cours n'avait pas fait diminuer sa consommation (Guichard *et al.*, 2017 ; Reboud *et al.*, 2017).

Fin 2017, la Commission européenne ré-autorise le glyphosate pour cinq ans. Le nouveau président français se prononce en faveur de son interdiction en France en 2020 et commande une expertise à l'INRA. Elle confirme la dépendance de l'agriculture de conservation au glyphosate, tout en évoquant une possible substitution par le travail mécanique du sol. Ceci signifierait cependant un surcroît de travail, voire d'équipements, d'où des surcoûts induits pour les agriculteurs. Les auteurs précisent aussi que le travail mécanique ne convient pas à tous les types de sol (Reboud *et al.*, 2017). La FNSEA s'est alors opposée à l'interdiction du glyphosate au motif de l'impasse technique qu'elle entraînerait pour les agriculteurs. Parmi ses arguments, elle a mis en avant l'agriculture de conservation, en contraste avec le peu d'intérêt qu'elle lui a accordé jusque-là (FNSEA, 2017).

Des parlementaires ont organisé une mission d'information en 2018 concluant qu'une interdiction du glyphosate en 2020 serait préjudiciable à l'agriculture vu l'absence d'alternatives. Ils jugent également « *nécessaire d'accélérer les travaux de recherche et de développement pour trouver des alternatives crédibles* », estimant ainsi implicitement qu'il n'y en a pas (Martin et Manuel, 2018).

Cette étude des acteurs de l'agriculture de conservation en France explique le caractère minoritaire des formes agroécologiques de ce modèle technique. Ceci résulte d'un contexte politico-économique ayant fortement encouragé l'agrandissement des exploitations, et limité les moyens de recherche-développement publics en faveur des alternatives aux pesticides, d'où un rôle accru des firmes privées dans la détermination des choix techniques en agriculture.

Dans ce contexte, les praticiens de l'agriculture de conservation avec un usage modéré d'herbicides grâce à l'activation de processus écologiques dédient beaucoup de temps pour co-construire entre pairs les références nécessaires. Les études de cas à suivre fournissent une compréhension plus affinée des situations d'activité de ces groupes minoritaires et des solutions qu'ils mettent en œuvre.

C) Des études de groupes d'agriculteurs visant un faible recours au glyphosate

Après avoir présenté la méthodologie d'étude, nous analysons les conditions d'émergence des groupes enquêtés, les leviers individuels et collectifs qu'ils activent pour réduire le recours aux herbicides. Nous examinons enfin leurs discours sur le sujet d'une possible interdiction du glyphosate.

C) 1. Détails de la démarche d'études de cas

Les études de cas s'intégraient à un projet de recherche-action associant la Fédération nationale des Cuma et l'UMR Innovation. Ceux-ci ont articulé une approche sociologique et agronomique pour comprendre les conditions collectives de la mise en œuvre de pratiques agroécologiques par des agriculteurs en Cuma (pour plus de détails, voir Lucas, 2018 ; De Tourdonnet *et al.*, 2018).

La recherche visait à comprendre les stratégies, raisonnements et pratiques individuels des agriculteurs, ainsi que le rôle de leurs organisations collectives. Elle a aussi inclus le système sociotechnique régional dans lequel évolue chacun de ces groupes pour comprendre le rôle contraignant ou habilitant de ses différentes entités : système agraire, filières, institutions de conseil et de développement agricole.

Cette approche sociotechnique s'est inspirée de deux champs disciplinaires. Elle s'est appuyée sur les travaux sociologiques de Darré (1996), ainsi que de ceux du groupe de sociologie rurale de l'université de Wageningen dans le champ des *transition studies* (Wiskerke et Ploeg, 2004). Elle a mobilisé des travaux en agronomie systémique (Milleville, 1987 ; de Tourdonnet *et al.*, 2010 ; Craheix *et al.*, 2016 ; Martel, 2016).

Trois groupes d'agriculteurs membres de Cuma et d'autres groupes de développement ont été retenus, à partir d'informations fournies par le réseau des Cuma (Voir Tableau 1).

Tableau 1 - Détails des études de cas

Zone géographique	Exploitations enquêtées dans chaque Cuma	Pratiques développées en exploitation	Principales pratiques de coopération matérielle	Participations à des collectifs de construction de références
<u>Tarn</u> <i>Zone de grandes cultures et polyculture-élevage</i>	2 élevages bovin-lait (dont 1 en AB), 4 exploitations céréalières (dont 1 en AB)	Non-labour, semis direct, cultures intermédiaires multi-espèces, diversification culturale	Partage d'équipements de travail superficiel et de semis direct, entraide, échange de semences	- CETA cantonal - Inter-CETA : expérimentations de couverture permanente - activités de formation de l'union inter-régionale des CETA - participation à des activités de BASE - collectif semis direct sans herbicide (Sud-Ouest français)
<u>Aube</u> <i>Zone de grandes cultures</i>	2 élevages ovin-viande, 1 élevage bovin-viande, 2 exploitations céréalières	Non-labour, semis direct, cultures intermédiaires multi-espèces, diversification culturale	Partage d'équipements de travail superficiel et de semis direct, entraide avec banque de travail, échange de semences, pâturage de couverts	- groupe spécifique au sein du GDA cantonal - club d'échanges de la coopérative d'approvisionnement (membre de l'IAD) - participation à des activités de BASE
<u>Touraine</u> <i>Zone de polyculture-élevage</i>	2 élevages caprin-lait, 7 élevages bovin-lait, 1 élevage bovin-viande	Non-labour, cultures intermédiaires multi-espèces, diversification culturale	Partage d'équipements de travail superficiel, échange de semences, échanges éleveurs-cérialiers, programme d'expérimentation	- groupe spécifique au sein du GDA cantonal

Abréviations : AB (agriculture biologique)

Source : les auteurs (2018)

C) 2. Émergence et caractérisation des trois groupes enquêtés

Dans ces trois groupes, les débuts du non-labour s'expliquent par des considérations agronomiques et/ou de réduction des coûts et du travail. Une partie des agriculteurs pratiquant aujourd'hui l'agriculture de conservation avait d'abord commencé à diminuer l'intensité du travail du sol pour résoudre des problèmes de dégradation des sols ou réduire les coûts et/ou charges de travail. Une autre partie a débuté avec l'implantation de cultures intermédiaires. Ceci pour répondre à l'obligation de couverture hivernale des sols et/ou pour produire des fourrages riches en protéines *via* l'implantation de mélanges à base de légumineuses (appelés mélanges céréales-protéagineux à haute valeur protéique). Le choix de ce type de couverts⁵ vise à diminuer les achats de compléments protéiques afin de réduire les coûts dans un contexte de volatilité accrue des cours des intrants, voire à disposer de fourrages d'appoint pour faire face aux sécheresses devenues plus fréquentes.

Dans les groupes de l'Aube et du Tarn, nous avons identifié à chaque fois un agriculteur pionnier ayant arrêté progressivement le labour dès le milieu des années 1990 après des observations agronomiques concernant l'évolution des sols. Dans l'Aube, l'agriculteur pionnier a constaté que ses sols étaient plus faciles à travailler après une jachère implantée en moutarde. Dans le Tarn, l'agriculteur pionnier a observé que des parcelles longtemps implantées en prairies, tendaient à se dégrader après plusieurs années de cultures annuelles (problèmes de battance). Ces deux agriculteurs se sont rapprochés d'organisations naissantes d'agriculteurs autour de l'agriculture de conservation (BASE pour le cas de l'Aube, et FNACS dans le Tarn) vers la fin des années 1990 pour mieux approfondir leurs pratiques de non-labour, notamment avec la mise en place de cultures intermédiaires. Ils ont ensuite influencé d'autres agriculteurs de leur Cuma pour mettre aussi en œuvre ce genre de pratiques sur leurs exploitations. La majorité d'entre eux a commencé à diminuer le travail du sol à partir de la fin des années 1990 pour réduire les coûts et les travaux culturels, voire mieux mettre à profit les cultures intermédiaires (imposées ou incitées par des mesures de politiques publiques).

Dans le cas du groupe de Touraine où la réduction du travail du sol a émergé vers le milieu des années 1990, deux acteurs ont été inspirants pour susciter la mise en place de pratiques d'agriculture de conservation avec une attention accrue à la conduite des cultures intermédiaires. Un agriculteur a développé l'agriculture de conservation sur son exploitation sous l'influence de son gendre, engagé au sein de BASE, influençant ensuite ses collègues d'entraide, membres de la Cuma. Pour les autres, une première intervention du fondateur de l'APAD au sein de leur GDA local en 2012 a conduit plusieurs membres à constituer un groupe spécifique au sein de cette organisation. Ils ont travaillé sur la conservation des sols et les cultures intermédiaires à destination fourragère (*via* l'implantation de mélanges céréales-protéagineux à haute valeur protéique), grâce à des formations faisant intervenir le fondateur de l'APAD.

Ces agriculteurs sont majoritairement des éleveurs, ce qui s'explique par notre démarche de recherche basée sur des études de cas d'agriculteurs en Cuma, un type de coopérative plus présent en polyculture-élevage (Lucas, 2018). En outre en élevage, la diversification des rotations et le réaménagement des successions culturales, constituant un des trois principes de l'agriculture de conservation, peuvent être facilités *via* l'intégration d'espèces cultivées valorisées à travers l'alimentation des troupeaux. En effet, beaucoup des agriculteurs enquêtés utilisent les cultures intermédiaires pour produire des fourrages, ce qui permet une meilleure rentabilisation de leurs coûts d'implantation. Parmi eux, les éleveurs laitiers du Tarn et de Touraine ont développé des mélanges céréales-protéagineux à haute valeur protéique en cultures intermédiaires, récoltés tardivement au printemps, restreignant le temps de préparation des semis des cultures de printemps. Ceci explique la tendance à vouloir réduire les travaux culturels à cette saison et cette diminution du travail du sol favorise le recours aux herbicides non-sélectifs, à la fois pour détruire les cultures

5 Les couverts désignent la végétation développée par les cultures intermédiaires.

intermédiaires et limiter les risques d'adventices dans la culture suivante.

Les six céréaliers enquêtés conduisent des assolements diversifiés grâce à un environnement socio-économique favorable. Ils ont la possibilité de commercialiser leurs productions à travers une diversité de débouchés, fruit de l'organisation collective des agriculteurs. Dans l'Aube, plusieurs coopératives de collecte permettent la culture de betteraves, luzerne et chanvre en plus d'oléoprotéagineux. Dans le Tarn, l'union de CETA dont les agriculteurs sont membres, Agro d'Oc, a constitué une filiale de négoce pour offrir une diversité de débouchés à ses adhérents afin de leur permettre de diversifier leurs assolements. Cela configure pour ces groupes des contextes peu habituels dans le secteur agricole aujourd'hui marqué par les logiques de spécialisation régionale (Meynard *et al.*, 2013). Cependant, dans le cas du Tarn, cette diversité de débouchés n'empêche pas que les cours des produits ainsi commercialisés restent soumis à la volatilité des cours : certains d'entre eux sont parfois peu rémunérateurs à certaines périodes. Dans l'Aube, les filières de diversification (luzerne, chanvre, etc.) sont plus anciennes avec des démarches de contractualisation plus rémunératrices.

Depuis longtemps, ces agriculteurs ont développé des pratiques d'efficience technique, c'est-à-dire d'amélioration continue de l'efficience d'usage des intrants externes, *via* des formations collectives et des échanges d'expériences en groupes de développement. Ceci s'applique particulièrement à l'utilisation des pesticides : beaucoup de ces agriculteurs pratiquent ainsi la réduction de doses, une stratégie d'optimisation visant à obtenir une plus grande efficience de chaque volume appliqué.

C) 3. Une combinaison de différents leviers pour réduire les herbicides

Dans ces trois groupes, des agriculteurs cherchent à mieux mettre à profit leurs pratiques d'agriculture de conservation au sein de leur système productif, et à les consolider pour le long terme. Ceux en agriculture conventionnelle souhaitent réduire leur recours aux herbicides. Dans le Tarn, deux producteurs en agriculture biologique veulent maintenir leurs pratiques d'agriculture de conservation sans recourir aux pesticides interdits par le cahier des charges. Tous sont confrontés à de nouvelles questions et besoins pour modérer ou supprimer les herbicides.

C) 3.1. En agriculture conventionnelle

Alors que dans l'Aube et le Tarn, la majorité des agriculteurs des groupes vise à terme la pratique du semis direct, voire sa généralisation sur leurs exploitations, ceux de Touraine maintiennent un travail du sol superficiel voire des pratiques ponctuelles de labour pour limiter les herbicides.

Dans l'Aube et le Tarn, la modération du recours aux herbicides en semis direct ou travail du sol superficiel s'opère en combinant plusieurs pratiques.

Une partie des agriculteurs limite le recours aux insecticides, voire aux fongicides, pour limiter leurs préjudices sur la faune du sol. Ils deviennent en effet plus connaisseurs et attentifs à sa préservation grâce à leurs lectures et formations en agriculture de conservation. Cette préoccupation amène certains à supprimer certaines cultures gourmandes en insecticides, comme le colza ou le tournesol, en raison du rôle crucial que ces agriculteurs accordent à la faune du sol pour créer de la porosité et assurer de bonnes conditions culturales. Face à l'usage accru d'herbicide au début de la mise en œuvre des pratiques d'agriculture de conservation, ils approfondissent à nouveau leurs techniques de réduction et d'optimisation de ces produits pour les diminuer.

Les cultures intermédiaires donnent lieu à l'implantation de mélanges complexes, dont les espèces constitutives sont choisies selon les critères suivants : faible capacité de repousse dans les cultures suivantes, caractère gélif (c'est-à-dire détruit par le gel dont l'action permet d'éviter le recours à des moyens chimiques ou mécaniques pour les détruire en fin de culture). Cependant, la moindre récurrence des épisodes de gel en France, attribuée au changement climatique, tend à compliquer la

destruction de ces cultures intermédiaires par le froid.

L'investissement dans ou la co-construction d'équipements permettant leur destruction mécanique (broyeurs, rouleaux mécaniques) et d'outils de travail superficiel du sol limite également le recours aux solutions de désherbage chimique.

Ces différents moyens d'action combinés permettent le recours à de faibles doses d'herbicide chez les agriculteurs les plus engagés dans ces expérimentations. Dans le Tarn, la dose d'herbicide à base de glyphosate pour détruire les cultures intermédiaires au printemps varie de 1,5 à 2 litres/ha ; dans l'Aube, la dose est autour de 1 litre/ha⁶ selon leurs affirmations, car les agriculteurs font pâturer les couverts par des ovins. En effet, deux éleveurs ovins ont expérimenté cette technique, et font aujourd'hui pâturer leur troupeau sur les cultures intermédiaires d'autres exploitations céréalières durant l'hiver. Ceci permet de réduire le recours aux herbicides en contribuant à la destruction de ces couverts.

L'application systématique d'herbicides à base de glyphosate pour la destruction des cultures intermédiaires vise également à sécuriser les conditions d'implantation de la culture de printemps en limitant ainsi le risque de salissement. C'est pourquoi ces agriculteurs justifient le caractère essentiel du glyphosate pour la pratique de l'agriculture de conservation. Ils mettent cependant en avant les différentes mesures décrites précédemment pour argumenter de son usage raisonné au sein d'une stratégie plus globale de diminution des applications de pesticides sur l'exploitation. En raison du rôle pivot de cet herbicide, et de l'inconfort face à cette dépendance, ils cherchent à en avoir un usage parcimonieux pour préserver la capacité d'action de ce produit.

C) 3.2. En agriculture biologique

Seules deux exploitations pratiquent depuis peu l'agriculture de conservation sans herbicides, dans le Tarn, et sont encore dans une phase de tâtonnements.

L'une d'entre elles, en grandes cultures et en agriculture biologique depuis 2000, a commencé l'agriculture de conservation en 2014 en semant du maïs sous couvert, mais la compétition exercée par ce dernier a pesé sur le développement du maïs. L'année suivante, les couverts s'étant bien développés, ils ont formé un gros volume de paillage qui a gêné le binage mécanique du maïs, affectant les rendements. La conversion à l'agriculture biologique à partir de 2016 d'une deuxième exploitation membre, celle de l'éleveur pionnier de l'agriculture de conservation depuis le milieu des années 1990, a entraîné l'investissement en Cuma dans un « scalpeur ». Cet équipement assez onéreux de déchaumage superficiel a un rôle de désherbage mécanique par un travail très superficiel du sol, qui détruit les repousses et adventices émergentes. Mais il s'est révélé inadéquat, notamment parce que lourd à manier et inadapté à leurs types de sols, en tendant à générer des semelles de labour. En attendant de trouver un autre outil plus adéquat, ils utilisent un déchaumeur à disques d'un collègue de la Cuma.

Les derniers développements expérimentés dans ces deux exploitations concernent (i) l'aménagement de la succession culturale dont les cultures intermédiaires, pour mieux mettre à profit les synergies et complémentarités agronomiques entre cultures, ainsi que (ii) l'accès à des équipements adaptés *via* la co-conception d'outils avec un artisan-constructeur.

La conduite des cultures intermédiaires vise prioritairement à faciliter la gestion des adventices dans la culture suivante. Ces agriculteurs ont mis au point, sur le conseil du fondateur de l'APAD, un nouveau type de couvert à base de ray-grass, qui est ensilé ou broyé au printemps avant un semis

6 Les préconisations émises par les Chambres d'agriculture recommandent des doses allant de 2 à 6 L/ha pour la destruction des cultures intermédiaires, en fonction des espèces implantées et celles d'adventices présentes dans la parcelle. À noter que la limite légale est fixée à 8 L/ha/an à ne pas dépasser en additionnant l'ensemble des applications réalisées sur une parcelle dans l'année (ces doses sont basées sur une concentration de 360 g/L de matières actives de glyphosate, qui est la plus fréquemment rencontrée parmi les herbicides à base de glyphosate) (voir par exemple Chambres d'agriculture Île de France, 2016)

tardif de soja. Ainsi, la couverture par le ray-grass déjà implanté empêche le développement d'adventices, et le temps chaud de la fin de printemps défavorable à la pousse du ray-grass évite qu'il entre en concurrence avec le soja alors en démarrage. Si le ray-grass vient à se développer au cours du cycle du soja, sa montée en graine n'est pas jugée problématique : elle pourra servir pour l'installation d'un nouveau couvert dès le soja récolté. Des essais similaires de semis de soja dans un couvert d'avoine ont aussi été entrepris avec les mêmes principes. Concernant le couvert hivernal avant le maïs, ces agriculteurs tenaient à garder un mélange céréales-protéagineux à haute valeur protéique pour produire du fourrage, mais la légumineuse choisie, en l'occurrence la féverole s'est révélée compliquée à gérer en termes de salissement. Sa part est donc en cours de diminution dans la composition du mélange qui devient basé essentiellement sur l'avoine et le seigle, en association avec de la féverole. La destruction de ce couvert volumineux est gérée par un nouvel outil co-conçu avec un constructeur de la région pour s'adapter aux besoins particuliers de ces producteurs. Il comporte un ensemble de rouleaux, qui cassent les tiges des plantes du couvert végétal, et un module complémentaire qui écarte les résidus végétaux de l'emplacement futur de la ligne de semis. Plusieurs essais ont été menés pour mettre au point cet équipement adéquat et arriver à dégager la ligne de semis malgré le volume de végétation produite par la culture intermédiaire, fournissant un paillage pour la culture suivante dans un objectif de limitation des adventices. Ensuite, le passage d'un strip-till complète le travail du sol sur la ligne de semis pour y ameublir la terre afin de rendre possible le semis du maïs. Le recours au GPS se révèle ici indispensable pour s'assurer du passage suivant du semoir précisément sur la ligne de semis tracée par le strip-till.

L'assolement de ces exploitations a été modifié, avec une diminution de la part du maïs à cause du risque élevé d'adventices. Les surfaces en soja ont augmenté, notamment pour compenser la moindre présence de légumineuses dans les cultures intermédiaires récoltées en fourrage. Ainsi, la mise au point des pratiques d'agriculture de conservation sans herbicides s'opère par des processus continus d'exploration de différentes techniques, cultures, équipements et successions culturales, modifiant l'assolement, voire l'alimentation du troupeau pour l'exploitation d'élevage.

C) 3.3. Des pratiques additionnelles réorganisent et accroissent le travail

L'agriculture de conservation a aussi généré de nouvelles contraintes, charges de travail et problèmes d'accès aux ressources devenues stratégiques dans les systèmes productifs ainsi modifiés. L'agriculture de conservation avec un faible usage d'herbicide ajoute de nouvelles tâches. Les cultures intermédiaires visant à produire des fourrages ensilés entraînent de nouvelles opérations de récolte avec des équipements spécifiques, à une saison déjà marquée par l'incertitude climatique et des pics de travail dus aux semis de printemps. Par ailleurs, les agriculteurs ont rencontré des difficultés à trouver les semences, en particulier pour les espèces constituant les mélanges implantés en cultures intermédiaires, auprès de leurs fournisseurs habituels. Ceux-ci n'offrent pas les semences de la diversité des espèces souhaitées à des prix intéressants au moment voulu, conduisant de nombreux agriculteurs enquêtés à auto-produire des semences fermières pour certaines espèces. Cette pratique entraîne à la fois de nouvelles opérations et de nouveaux besoins d'équipements pour le triage, stockage, et la confection des mélanges à planter. De même, ces agriculteurs tendent à diversifier leurs rotations, ce qui entraîne plus de temps de préparation des travaux culturaux et de récolte par rapport aux exploitations avec un nombre réduit de cultures. Cette diversification des rotations dépend des débouchés de commercialisation dans leurs bassins de production, qui sont parfois limités.

Enfin, ces agriculteurs dédient du temps important à l'observation, à des activités expérimentales et à la participation aux collectifs d'échange d'expériences et de co-construction de références.

En conclusion, l'étude des pratiques d'agriculture de conservation montre que ces agriculteurs combinent divers leviers d'action nécessitant des moyens spécifiques faisant appel à plusieurs champs de compétences : (i) agroéquipement, (ii) observation et interprétation des processus culturels et de l'activité biologique des sols, (iii) amélioration de l'efficacité des herbicides utilisés grâce à un suivi et une connaissance affinée du comportement des adventices, (iiii) participation à des dialogues techniques et confrontation collective à d'autres sources d'information pour dégager des conclusions valides de ses observations et co-construire avec d'autres les savoir-faire adaptés. La mobilisation combinée de ces divers domaines techniques et champs de compétences reste difficile de la part d'un agriculteur individuel, d'où leur tendance à s'appuyer sur le partage de compétences entre pairs. Ainsi, la conception et l'expérimentation d'équipements adaptés est souvent le fait de quelques agriculteurs dans chacune des Cuma dont bénéficie le reste des membres.

Malgré une réduction du temps nécessaire au travail cultural avant les semis, ces pratiques entraînent un supplément de travail, en particulier pour la substitution du désherbage chimique des cultures intermédiaires par leur destruction mécanique. Un surcroît de travail et de besoins techniques logistiques résulte aussi du manque de ressources appropriées de la part de leurs fournisseurs habituels. Pour y faire face, les agriculteurs recourent notamment à la coopération, dont nous précisons les modalités dans la section suivante.

C) 4. Une forte mobilisation de la coopération entre pairs

Les initiatives d'expérimentation en agriculture de conservation avec un faible recours aux herbicides émergent à partir d'agriculteurs organisés collectivement. Nous analysons ici comment l'appui sur divers collectifs crée les conditions sociotechniques favorables pour développer des pratiques d'agriculture de conservation agroécologiques.

Deux types de coopérations entre pairs sont mobilisés : les collectifs de partage d'expérience et de co-construction de références techniques, et les Cuma et leurs arrangements de proximité associés permettant la gestion de ressources matérielles (équipements, travail, semences, cultures, etc.). Cependant, tous les agriculteurs ne sont pas également dotés des conditions leur permettant de bénéficier de ces modalités de coopération entre pairs.

C) 4.1. Collectifs de partage d'expérience et de co-construction de références

La modération de l'usage d'herbicide par les agriculteurs est favorisée à leur participation à des collectifs de partage d'expériences et de co-construction de références entre pairs (voir Tableau 1). L'abonnement à la revue TCS et la consultation de forums Internet dédiés à l'agriculture de conservation est une pratique largement répandue chez ces agriculteurs. Ces différentes modalités d'accès, de partage et de co-construction de références entre pairs visent à pallier les faibles soutiens et manques de proposition de la part des organismes de conseil sur cette thématique. Ils facilitent aussi la conception de pratiques au caractère situé, c'est-à-dire fortement dépendantes des conditions d'exploitation et pédoclimatiques locales.

En Touraine, des agriculteurs participent à un groupe spécifique de leur GDA local dédié à la valorisation fourragère des cultures intermédiaires et à la conservation des sols. Dans l'Aube, des agriculteurs s'appuient sur les collectifs suivants : activités de BASE, Club d'échange de la coopérative régionale d'approvisionnement et de collecte dédié à l'agriculture de conservation (et membre de l'IAD), et tous participent à un groupe spécifique du GDA local récemment mis en place. Dans le Tarn, des agriculteurs s'appuient sur les collectifs suivants : CETA local dont les activités traitent entre autres de l'agriculture de conservation, un Inter-CETA réunissant des agriculteurs de plusieurs CETA de la région expérimentant des pratiques de couverture permanente avec l'appui d'un ingénieur dédié, rencontres de formation de l'union des CETA (Agro d'Oc) dédiées

à l'agriculture de conservation, participations occasionnelles à des activités de BASE. En outre, les deux agriculteurs biologiques participent à un collectif dédié spécifiquement au semis direct sans herbicides à l'échelle du sud-ouest de la France depuis 2016 et accompagné par le fondateur de l'APAD. Ainsi, ces deux producteurs participent à quatre collectifs au total. Ils cultivent aussi des interactions informelles avec des agriculteurs français et étrangers, intéressés par cette thématique.

C) 4.2. La Cuma et d'autres modes associés de coopération de proximité

Les besoins d'équipements induits par ces nouvelles pratiques expliquent la remobilisation de leur Cuma par ces agriculteurs afin de faciliter l'accès à des outils onéreux. Par ailleurs, des adhérents avec des compétences en mécanique cherchent à mieux ajuster les équipements collectifs, parfois *via* de l'autoconstruction de certains d'entre eux, ce qui bénéficie au reste des exploitations membres. D'autres processus de mutualisation sont aussi développés à travers la Cuma, comme l'organisation collective de certains chantiers pour gagner en productivité du travail (ensilages des cultures intermédiaires, semis).

En complément, de nouveaux arrangements pour partager et échanger d'autres ressources sont organisés en dehors du champ statutaire des Cuma, de manière bilatérale ou multilatérale. Ils s'ajoutent ou reconfigurent des arrangements déjà existants autour des objets suivants : équipements (en copropriété, ou échangés), travail (entraide pour les travaux de récolte), autres ressources (par exemple échange « paille contre fumier » entre éleveurs et céréaliers, société de stockage et de commercialisation en commun de céréales), etc. Ces habitudes de partage ont permis que le pâturage des cultures intermédiaires en exploitations céréalieres par des troupeaux ovins voisins émerge dans l'Aube, contribuant à diminuer l'usage d'herbicides. L'arrangement le plus développé dans les trois groupes est l'échange de semences fermières pour les mélanges d'espèces implantés en cultures intermédiaires. Ceci permet d'éviter à chaque exploitation de devoir entreprendre l'auto-production d'une trop grande diversité de semences fermières. Enfin, certains des agriculteurs enquêtés envisagent ou ont engagé de la délégation de tâches à des salariés, notamment *via* des groupements d'employeurs. Ceci leur permet de dédier plus de temps à la participation à des groupes et à leurs activités expérimentales pour perfectionner leurs pratiques.

C) 4.3. Des limites à la coopération

La coopération entre pairs requiert du temps disponible, des compétences et du capital social, d'où d'inégales capacités ou opportunités parmi ces producteurs pour mettre à profit la coopération. En effet, la charge de travail individuelle dont dépend le temps disponible de chaque agriculteur est un facteur discriminant pour s'impliquer dans la coopération, surtout dans les collectifs de partage d'expérience. Ainsi, des agriculteurs pluriactifs ou pratiquant la vente directe rencontrent des difficultés pour y participer, ce qui limite leur capacité à approfondir l'agriculture de conservation. De fait, ces collectifs tendent à impliquer surtout les agriculteurs les plus innovants, tandis que les partages d'expériences informels en Cuma peuvent se concentrer entre les agriculteurs en responsabilité. Par ailleurs, coopérer avec ses pairs suppose un minimum de compétences dialogiques et stratégiques : pour exprimer ses doutes et ses questions, faire valoir ses besoins ou ses expériences, repérer des complémentarités chez les autres. De même, l'approfondissement de la coopération est rendu possible parce que certains agriculteurs exercent le rôle de « mobilisateur » facilitant la coordination entre pairs, ainsi que l'émergence et l'organisation de nouvelles solutions collectives. Là aussi, le temps disponible, les compétences sociales appropriées, ainsi qu'une crédibilité et position sociale reconnue, sont des facteurs-clés déterminant les opportunités d'émergence de tels « mobilisateurs ».

Enfin, la coopération à elle seule ne peut suffire à combler le manque de ressources appropriées provenant des autres acteurs du secteur (agrofourmiture, recherche et développement, filières agroalimentaires, action publique, etc.). Par exemple, toutes les espèces végétales nécessaires ne peuvent facilement être auto-produites par les agriculteurs si leurs semences ne sont pas accessibles.

De fait, les agriculteurs restent partiellement limités dans leurs choix culturaux par l'offre proposée par le secteur de l'agrofourmiture.

Dans chaque groupe, la coopération entre pairs a facilité la réduction de l'usage d'herbicides à base de glyphosate. Dans leur contexte d'isolement sociotechnique, elle a permis de dépasser les limites organisationnelles rencontrées à l'échelle de l'exploitation et d'apporter des solutions aux problèmes rencontrés. Elle facilite la combinaison de la pluralité de moyens techniques et leviers d'action nécessaires pour réduire le recours aux herbicides. Ces modalités de coopération configurent ainsi des espaces d'expérimentation et d'innovation, facilitant la conception des solutions alternatives et créant des conditions favorables à leur développement dans les exploitations.

Cependant, ces coopérations sont exigeantes en temps disponible, compétences et capital social, dont tous les agriculteurs ne disposent pas de manière adéquate, expliquant les différences de mise à profit de ces modalités d'organisation collective d'une exploitation à l'autre. De même, la coopération entre pairs ne suffit pas à combler tous les manques, car l'auto-production des ressources nécessaires, même organisée collectivement, n'est pas possible pour certaines d'entre elles (cas des espèces dont les semences ne sont pas facilement multipliables de manière fermière).

C) 5. Réactions face à la possible interdiction du glyphosate

Les agriculteurs conventionnels tendent à maintenir un usage minimal des herbicides dans une visée de sécurisation de leurs pratiques d'agriculture de conservation. À partir de leurs expériences de modération, voire suppression du recours aux herbicides, les agriculteurs enquêtés réagissent diversement aux débats sur une interdiction future des herbicides à base de glyphosate.

C) 5.1. Un rôle pivot du glyphosate maintenu, même utilisé à faible dose

Bien qu'utilisé à faible dose par les producteurs en agriculture conventionnelle, le glyphosate garde un rôle pivot dans leurs systèmes en agriculture de conservation. Parce qu'il s'agit d'un herbicide total efficace à faible coût, son application leur permet à la fois de détruire les cultures intermédiaires et de diminuer la présence d'adventices susceptibles de se développer dans la culture suivante.

Grâce à son usage modéré, ils ont progressé dans leurs pratiques d'agriculture de conservation. Ceci leur a permis de prendre en charge divers problèmes : dégradation des sols, accident climatique, diminution des coûts de production face à la volatilité croissante des cours des intrants et des prix des produits, réglementation en matière de couverture hivernale des sols, etc.

Ce faisant, ils ont vu leurs sols évoluer et considèrent que ceux-ci se sont améliorés, comme l'explique un agriculteur de l'Aube : « *Le fait de ne plus perturber le sol et d'apporter de la matière organique, le sol se colore de manière uniforme partout et il y a beaucoup moins d'érosion [...]. Aussi la parcelle s'homogénéise d'un point de vue structure de sol, [...] matière organique et tout ça [...] et le fait qu'il y ait des couverts, la matière organique remonte un peu partout. [...] Moi j'ai à peu près les mêmes techniques maintenant en Champagne humide qu'en Champagne crayeuse, je fais pareil, alors qu'autrefois ce n'était pas du tout vrai.* » Ils ont découvert d'autres bénéfices non escomptés au départ, à l'exemple de cet agriculteur du Tarn : « *J'ai vu la structure qui s'améliorait, c'était beaucoup plus portant, pas forcément plus de rendements mais des rendements plus réguliers dans les années extrêmes. [...] [Quand mes collègues] sont en train de se comparer les rendements, [...] les bonnes années je vois qu'ils sont tous devant, mais dès qu'il y a une année à sécheresse ou tout cela..., c'est bon, je suis dans le haut du truc.* » La meilleure résilience de leurs systèmes culturaux aux accidents climatiques est aussi rendue possible en agriculture de conservation par la possibilité d'introduire une interculture d'été en cas de faibles stocks fourragers. Car grâce à la

réduction du temps et du coût de travail du sol, une culture fourragère à cycle court, comme le sorgho, peut être introduite après les moissons, dans laquelle sera implantée la culture intermédiaire d'hiver grâce aux possibilités de leurs semoirs de semis direct.

Ces avantages obtenus par le développement de l'agriculture de conservation expliquent leur attachement aux herbicides à base de glyphosate, dont l'usage modéré est ainsi considéré comme un moindre mal sécurisant leurs pratiques, et permettant plusieurs autres bénéfiques par ailleurs.

C) 5.2. L'interdiction du glyphosate : une perspective surmontable ?

Nous avons relevé cinq types de réactions face à la perspective d'interdiction du glyphosate.

Des agriculteurs, en particulier de Touraine, envisagent de réintégrer plus de travail du sol, voire de reprendre le labour pour suppléer aux herbicides à base de glyphosate. Ils sont moins avancés dans l'agriculture de conservation qu'ils pratiquent depuis peu de temps.

D'autres agriculteurs soulignent qu'il leur faudra le remplacer par des herbicides plus coûteux et moins efficaces, ce qui risque d'entraîner un plus haut niveau d'utilisation d'herbicides. Pour un agriculteur de l'Aube, l'interdiction du glyphosate au nom de l'environnement correspondrait à une décision finalement contraire à l'environnement, comme il l'explique dans les propos suivants concernant le recours au glyphosate pour gérer les adventices dès le semis : « *Aujourd'hui on a besoin du glyphosate, moi je ne sais pas faire sans. Alors demain on interdit, on fera..., mais je crains qu'en IFT on soit beaucoup plus haut, c'est une aberration de l'interdire mais bon. [...] On peut retravailler un peu en surface mais pour moi ça serait une aberration. [...] Parce que si on va travailler le sol, on va faire relever d'autres plantes, et donc on va regrimper en IFT dans la culture. On va régler le problème au niveau du semis mais dans la culture il va bien falloir désherber et on va regrimper, alors qu'en semis direct : OK on a notre litre de glyphosate, parce que c'n'est jamais ou rarement plus d'1 litre qu'on utilise à l'hectare parce que ça suffit [...]. Mais si on ne fait pas, après on va vers l'utilisation de sulfo, de choses comme ça, dans la culture... Je ne suis pas certain que environnementalement parlant ça soit meilleur. [...] Le fait d'avoir nettoyé [avec du glyphosate], d'être sur une parcelle propre au semis, de ne pas travailler le sol et de ne pas faire lever, permet de diminuer les quantités d'herbicides [ensuite], et parfois de ne pas en utiliser du tout. »*

D'autres agriculteurs enquêtés espèrent que l'interdiction du glyphosate oblige à la recherche d'alternatives. Ils pensent qu'elle obligerait des opérateurs du secteur agricole à travailler sur des alternatives à cet herbicide, comme l'explique un agriculteur de l'Aube : « *Vu l'actualité on s'attend à ce que le Roundup⁷ ne soit pas forcément reconduit donc moi j'avoue que ça fait longtemps que je le dis aussi bien au sein du [club de la coopérative] que dans d'autres groupes de réflexion comme ça là-dessus, qu'il faut qu'on pense à l'après Roundup, parce que le jour où on n'aura pas ça on va... après on se penche, on essaye de réfléchir mais ce n'est pas si simple que ça* ». De la part d'agriculteurs en cours de réduction de leur recours au glyphosate, ces propos révèlent leur inconfort actuel face à leur dépendance. La médiatisation des controverses autour de cet herbicide leur donne des arguments et plus de légitimité pour proposer d'investir dans des équipements alternatifs en Cuma, comme le raconte un agriculteur de l'Aube : « *On essaye de limiter au maximum. Par contre je pense qu'à l'avenir, on en a parlé l'autre jour à la réunion, on va partir sur un scalpeur pour remplacer le glypho, parce que de toute façon il va falloir s'en passer. [...] Ça, c'est des discussions qu'on a... [...] Il va falloir qu'on apprenne à s'en passer complètement donc voilà, on a encore des challenges à relever... [...] Si on peut s'en passer ça sera un peu mieux. À mon goût on utilise trop de glypho.* » Celui-ci a en effet proposé au sein de la Cuma d'investir dans un « scalpeur » sans réussir jusque-là à intéresser suffisamment d'autres.

7 Le Roundup est le nom commercial d'un des principaux herbicides à base de glyphosate

Les agriculteurs conventionnels du Tarn ne voient pas l'interdiction de cet herbicide comme un phénomène insurmontable. Ils estiment qu'ils seront moins démunis que les autres grâce à leurs deux collègues en agriculture biologique engagés dans la mise au point de techniques de semis direct sans herbicides, pourtant encore en situation de tâtonnement, et vers lesquels ils pourront se tourner si besoin est. À noter que ces mêmes agriculteurs nous avaient affirmé la nécessité du glyphosate pour leurs pratiques d'agriculture de conservation en 2015 au début de notre travail de terrain. Il est donc visible que l'engagement depuis lors de certains de leurs collègues de la Cuma dans l'agriculture de conservation sans herbicides a changé leur point de vue sur cette question.

Les agriculteurs biologiques expriment les difficultés qu'ils rencontrent ainsi que le manque de soutien externe pour souligner le besoin de plus de recherches pour rendre possible une sortie du glyphosate. Face à l'absence de références disponibles au sujet du semis direct sans herbicides, ces agriculteurs dédient beaucoup de temps à la recherche d'informations et à la co-construction de références entre pairs dans la même situation qu'eux et souvent éloignés. Ils expérimentent ainsi à leurs propres frais, moyennant une prise de risques. Ces démarches n'apparaissent donc pas à la portée de la majorité des agriculteurs. Il est en effet à noter que les agriculteurs les plus investis dans cette recherche et co-production de nouvelles références bénéficient d'un environnement de travail favorable : soutien familial, pas d'activités chronophages comme la vente directe, présence d'une diversité de débouchés facilitant la diversification culturelle, etc.

En conclusion, parmi les agriculteurs enquêtés aujourd'hui utilisateurs d'herbicides à base de glyphosate, la dépendance à ces produits génère différentes réflexions sur leur possible interdiction. D'un côté, des agriculteurs estiment qu'ils sont un moindre mal permettant d'atténuer d'autres dépendances et limiter d'autres pratiques négatives. En effet, la plupart des agriculteurs enquêtés n'est pas prête à renoncer aux bénéfices et avantages générés par le développement des pratiques de l'agriculture de conservation : autonomisation alimentaire et protéique de l'élevage grâce à la valorisation fourragère des cultures intermédiaires, meilleure résilience du système cultural aux accidents climatiques, etc. De l'autre, elle est vécue comme une préoccupation dont certains attendent que les opérateurs de leur environnement technique travaillent à des solutions, tandis que d'autres voient une possible inspiration du côté de leurs collègues en agriculture biologique.

Il est frappant de constater que pour les agriculteurs avec le plus faible usage d'herbicides, leurs pratiques ont entraîné un surcroît de travail, notamment pour auto-produire les références nécessaires, alors que l'agriculture de conservation est souvent argumentée comme un moyen de réduire la charge de travail au niveau des pratiques culturales. Les bénéfices obtenus en termes d'autonomisation et de résilience expliquent le maintien de l'agriculture de conservation malgré la charge de travail accrue. Ils cherchent aussi à atténuer cette surcharge, notamment par la recherche de travaux collectifs d'augmentation de la productivité du travail sur certains chantiers et de délégation à des salariés.

D) Pistes d'actions de changement

Notre travail a explicité les raisons de la dépendance de l'agriculture de conservation au glyphosate et les freins au développement d'alternatives à cet herbicide, ainsi que le contexte et les pratiques d'une minorité d'agriculteurs ayant un faible recours aux herbicides. Il confirme leur isolement sociotechnique et le manque de propositions à leur endroit, tout en mettant en évidence des pistes de recherche et d'expérimentation à développer, ainsi que des conditions à aménager pour lever les freins à leur déploiement.

Nos résultats montrent donc qu'une mobilisation coordonnée de différents opérateurs s'impose pour créer un environnement plus favorable au développement d'alternatives aux herbicides. Différentes études l'ont déjà soulignée, dont l'expertise collective de l'INRA en 2013 sur les freins et leviers à la diversification des cultures, élément clé de la réduction des pesticides (Meynard *et al.*, 2013). Depuis lors, peu d'actions d'ampleur ont été mises en œuvre alors que la consommation de pesticides n'a pas diminué. Le plan Ecophyto s'est surtout centré sur le changement de pratiques des seuls agriculteurs, avec peu d'actions complémentaires dans le domaine des agroéquipements, de la diversification des filières agroalimentaires, ou de la recherche en agronomie systémique et agroécologie (Guichard *et al.*, 2017 ; Zakeossian *et al.*, 2017). La coordination coopérative des agriculteurs a été un axe central du Projet Agroécologique pour la France, à partir d'une focale prioritaire sur le changement de pratiques des agriculteurs. Le soutien aux dynamiques collectives des agriculteurs s'est fondé sur la reconnaissance de la qualité de Groupement d'intérêt économique et environnemental à des groupes d'agriculteurs. Cependant, au regard des enjeux de la transition agroécologique, cet instrument lancé fin 2014 et faiblement doté en moyens, concerne aujourd'hui seulement 500 groupes totalisant 7500 exploitations (Alim'Agri, 2018 ; Arrignon et Bosc, 2017).

Afin de mieux concevoir la nécessaire mobilisation coordonnée pour l'amélioration agroécologique des pratiques de l'agriculture de conservation, nous proposons diverses pistes d'action à partir des enseignements dégagés de nos résultats. Ces pistes d'action et de changement concernent trois enjeux particuliers : les conditions de l'innovation agroécologique, la réintroduction de main d'œuvre en agriculture, ainsi que le soutien à la coopération entre pairs agriculteurs. Nous les synthétisons dans le tableau suivant, avant de les détailler dans les pages suivantes.

Tableau 2 - Pistes d'action pour l'amélioration agroécologique des pratiques de l'agriculture de conservation

<u>Pistes d'action proposées</u>	<u>Pour remédier à quels freins ?</u>
Soutenir les filières de diversification culturale	Spécialisation régionale des systèmes agro-alimentaires
Élargir l'offre actuelle de semences	Manque de semences d'espèces nécessaires pour des successions culturales adaptées afin de dynamiser les régulations écologiques
Développer l'adaptation collective d'équipements	Manque d'appui et de mise en réseau des efforts de co-conception collective d'équipements adaptés à l'agriculture de conservation
Développer la recherche et formation en agroécologie	Manque de connaissances sur les processus écologiques en jeu en agriculture de conservation
Réintroduire de la main d'œuvre en agriculture	Surcroît de travail nécessaire pour pratiquer l'agriculture de conservation sans herbicides
Soutenir la coopération en agriculture	Manque d'appui à la coordination entre agriculteurs ce qui limite leur implication dans la coopération entre pairs

D) 1. Renforcer l'innovation agroécologique

Les agriculteurs enquêtés bénéficient d'un environnement socioéconomique relativement favorable en pouvant commercialiser une diversité de cultures grâce à la présence d'opérateurs économiques facilitants. Mais la diversification culturelle nécessite des transformations de l'aval du secteur agricole marqué par la spécialisation. Les soutiens publics doivent davantage viser la promotion des filières de diversification, notamment *via* les marchés publics (restauration collective, isolation thermique des bâtiments publics à base de ressources agricoles, etc.) (Meynard *et al.*, 2013).

Des transformations au niveau de l'agrofourniture sont aussi nécessaires pour contribuer à élargir l'offre actuelle de semences à destination des agriculteurs. L'organisation actuelle des schémas de sélection des espèces végétales tend à exclure les espèces dites « mineures » des efforts de recherche et développement et des filières semencières, car cultivées sur des surfaces marginales en comparaison des cultures dominantes (telles que le blé, le maïs, l'orge, le colza ou le tournesol). D'où une offre variétale de ces espèces mineures réduite avec un coût de leurs semences élevé. Cette situation freine les possibilités de diversification culturelle et réduit l'accès à une large gamme d'espèces pour composer les mélanges de cultures intermédiaires. En plus de développer des efforts de sélection dans ce domaine, il devient nécessaire d'appuyer des configurations alternatives d'agrofourniture, telles que des organisations collectives d'agriculteurs décentralisées dédiées à la sélection génétique végétale. Ceci pour leur permettre d'accéder à des variétés adaptées à leurs besoins et conditions locales (Meynard *et al.*, 2013 ; Hazard *et al.*, 2016).

Les expériences d'agriculture de conservation à faible usage d'herbicide s'appuient sur la conception ou l'adaptation collective d'équipements, parfois en collaboration avec des artisans constructeurs. Elles montrent que ce type d'agroéquipements peut difficilement être développé de manière générique à grande échelle, mais plutôt de façon décentralisée en associant agriculteurs et constructeurs au plus près des conditions agricoles locales. Des dispositifs régionaux et territoriaux intégrant organismes d'appui technique, collectifs d'agriculteurs et agents de leurs réseaux de développement agricole, constructeurs, voire des chercheurs, faciliteraient la co-conception de solutions techniques répondant aux spécificités d'activité particulières des producteurs. Par exemple dans le cadre du « Partenariat européen pour l'innovation », des groupes opérationnels territoriaux pourraient rassembler ces acteurs pour dynamiser les expérimentations des collectifs d'agriculteurs en partenariat avec des constructeurs d'agroéquipements. Ce genre de dispositifs permettrait aussi la circulation des savoirs ainsi construits entre les collectifs d'une même région, et leur systématisation, ainsi que l'émergence des besoins de recherche complémentaires. Des ingénieurs d'appui dédiés pourraient assurer le travail de mise en lien et en réseau, ainsi que de systématisation.

La recherche actuelle manque sur les modèles à faible usage d'intrants, et la fragmentation des connaissances scientifiques rend leur accès difficile pour les acteurs tels que les agriculteurs. Des réorientations conséquentes des fonds publics deviennent nécessaires pour développer des recherches sur les alternatives aux pesticides (Vanloqueren et Baret, 2009). Ainsi, l'agriculture de conservation nécessite des programmes de recherche à la fois pluridisciplinaires et intégrés sur les différents processus techniques, biologiques et écologiques impliqués : activité biologique des sols, recyclage des nutriments, dynamiques d'interactions entre les plantes, contrôle biologique des adventices, agroéquipement (Collectif, 2018). Ceux-ci ont besoin d'être connectés avec les réseaux d'expérimentation des agriculteurs pour profiter des savoirs qu'ils ont déjà construits et produire des connaissances en réponse à leurs besoins (Warner, 2007 ; Faure *et al.*, 2018).

De même, les formations sur les approches agroécologiques dans l'enseignement agricole et agronomique doivent être renforcées (De Tourdonnet, 2013 ; 2015). Mobiliser les processus écologiques pour l'agriculture de conservation nécessite des connaissances nouvelles sur ces derniers dans le contexte du champ cultivé, sur la manière d'évaluer leurs effets et de les orienter pour en faire des facteurs de production. Il s'agit aussi d'améliorer la capacité des agriculteurs à

interpréter leurs observations en dialogue avec les connaissances fondamentales scientifiques.

D) 2. Réintroduire de la main d'œuvre en agriculture

Le développement de l'agriculture de conservation sans herbicides est exigeant en temps de travail, en particulier pour auto-produire les ressources nécessaires, comme les références, d'où des démarches collectives pour atténuer cette charge. Le rapport de l'INRA sur le glyphosate précise d'ailleurs que son interdiction sera particulièrement préjudiciable aux exploitations de grande taille avec peu de main d'œuvre (Reboud *et al.*, 2017). Cette question revêt une acuité particulière en agriculture, déjà confrontée à des surcharges de travail (Renaud et Rioux, 2016). Des études montrent que d'autres systèmes agroécologiques sont plus exigeants en travail par hectare cultivé par rapport aux systèmes agricoles conventionnels (voir par exemple Garambois, 2011 ; Massis et Hild, 2016 ; Ploeg, 2018).

Il devient donc nécessaire de renverser la tendance structurelle à la diminution de la population active agricole, alors que celle-ci est souvent vue comme une perspective inéluctable. Or d'autres pays développés ont entrepris de créer des emplois en agriculture, pour viser entre autres à faciliter la transition vers des formes plus durables. Ce sont les cas notamment de l'Irlande, de certaines régions du Sud de l'Europe (Italie et Grèce par exemple), et même des États-Unis. Ces objectifs se concrétisent par des actions dans différents domaines : amélioration du niveau de formation agricole, dispositif de conseil et d'accompagnement renforcé auprès des jeunes agriculteurs, accès facilité au foncier agricole pour ces derniers, appui à la diversification et au développement des circuits courts, etc. (Delaby *et al.*, 2017 ; Devienne, 2017 ; Dolci et Perrin, 2017). Ainsi, en Italie, le nombre d'agriculteurs de moins de 30 ans a augmenté de 35 % entre 2015 et 2017, tandis qu'en Irlande, la population active agricole s'est accrue de plus de 10% depuis 2008 (Eurostat, 2017).

Afin d'accroître le salariat agricole, nous proposons de soutenir la mutualisation à travers les groupements d'employeurs. En effet, dans les systèmes productifs concernés par l'agriculture de conservation, le salariat agricole recouvre des réalités spécifiques, en raison de la saisonnalité des tâches et de l'échelle des exploitations, peu propice à la création d'emplois à temps plein. Celle-ci est donc facilitée par les formes d'emploi partagé entre plusieurs exploitations à travers les groupements d'employeurs (Chabanet *et al.*, 2000 ; Lucas, 2013). Pour les développer, des agents d'appui à la coordination de proximité entre agriculteurs pourraient favoriser les diagnostics partagés des besoins en main d'œuvre. Ces agents pourraient ainsi agencer les combinaisons d'attentes complémentaires et prendre en charge les formalités administratives de ce type de groupements pour alléger les efforts de coordination des agriculteurs.

Le développement de l'emploi est parfois jugé irréaliste dans le contexte économique agricole devenu plus difficile, qui ne permettrait pas de rémunérer cette main d'œuvre supplémentaire. Or, un nombre croissant d'études concernant les exploitations agroécologiques montre qu'elles sont au moins aussi performantes au niveau économique tout en ayant un niveau d'emploi plus élevé que les autres formes d'agriculture. Ceci s'explique par leur modèle technico-économique particulier combinant les spécificités suivantes : faibles coûts de production par leur moindre recours aux intrants externes, voire par la mutualisation d'équipements, diversification de gamme optimisant les synergies internes des systèmes d'exploitation, meilleure efficacité d'usage des ressources grâce au plus haut niveau de travail agricole permettant d'assurer un meilleur suivi et une amélioration continue des processus productifs (voir par exemple Lebacqz *et al.*, 2015 ; Devienne *et al.*, 2016 ; D'Annolfo *et al.*, 2017).

D) 3. Soutenir la coopération entre agriculteurs

Les collectifs d'échange entre pairs facilitent la conception des pratiques d'agriculture de conservation adaptées à chaque contexte local. La coopération de proximité permet de mieux accéder, voire d'autoproduire, les ressources nécessaires à ces pratiques spécifiques et situées (semences, équipements, etc.). Or, l'accompagnement de la coordination entre agriculteurs a vu ses soutiens publics globalement diminuer depuis les années 1990 en France, entraînant un mouvement de retrait de l'appui de proximité aux agriculteurs (Lucas, 2018). Ceci contraste avec la priorité accordée à l'animation des collectifs d'agriculteurs dans d'autres pays développés comme l'Irlande, le Québec ou l'Australie pour réduire les impacts environnementaux des agricultures (Delaby *et al.*, 2017 ; Rivaud et Mathé, 2009 ; Marshall, 2009). Une réorientation substantielle des fonds publics dédiés à l'agriculture est donc nécessaire pour les diriger moins en direction des exploitations, et davantage en direction des collectifs d'agriculteurs, de leurs réseaux fédératifs et des dispositifs et agents d'appui à la coordination entre agriculteurs. Pour ce faire, nous formulons des propositions concernant l'appui à la coopération, ainsi que la recherche et l'enseignement.

Faciliter les coordinations entre agriculteurs propices à l'agriculture de conservation sans herbicides exige plus de dispositifs et d'agents d'appui à l'échelle locale : il est en effet plus facile de partager des équipements en Cuma ou des salariés à une échelle de proximité. Ce besoin de facilitateurs locaux de coopération en faveur de la transition agroécologique est mis en évidence par d'autres auteurs dans le contexte agricole français comme dans ceux d'autres pays développés (Papy et Torre, 2002 ; Prager, 2015 ; Asai *et al.*, 2018). Nous proposons d'expérimenter des dispositifs d'agents locaux de développement agricole dans différents territoires ruraux français, avec la mission de faciliter les mises en liens et coopérations entre agriculteurs, ainsi que l'émergence et le fonctionnement de leurs organisations collectives nécessaires. De tels agents pourraient ainsi aider aux coordinations nécessaires pour développer entre autres les dispositifs suivants : co-investissement et co-conception d'équipements adaptés, organisation collective de chantiers pour rationaliser les tâches pouvant être rendues plus efficaces par la mutualisation, concertation de production et d'échange de semences fermières, groupement d'employeurs, partenariat de transferts de matières et ressources pour optimiser les synergies entre exploitations spécialisées (entre éleveurs et céréaliers par exemple), réseau d'expérimentation et de partage d'expériences entre pairs, espace de stockage et de traitement des ressources stratégiques (pour le triage et séchage des semences par exemple), processus de transmission d'exploitation hors cadre familial entre agriculteurs retraités et nouveaux entrants dans le métier, etc.

De telles expérimentations gagneraient à être accompagnées par la recherche scientifique, qui a besoin de déployer plus de travaux sur ce sujet de la coopération de proximité entre agriculteurs. Cette thématique n'a pas fait l'objet d'un grand nombre d'études durant ces dernières décennies en France, et plus globalement dans les pays développés (Cornée et Rousselière, 2016). Au vu de ses enjeux pour la transition agroécologique, il devient nécessaire d'approfondir notre connaissance des atouts de ces formes de coopération ainsi que leurs limites, afin de mieux discerner les démarches et les compétences nécessaires pour les soutenir et les développer (Lucas *et al.*, 2018).

Ces recherches permettraient de développer des contenus didactiques pour l'enseignement agricole et agronomique. La prise de connaissance des réalités de coopération de proximité par les futurs agriculteurs pendant leur formation est essentielle, ainsi que le renforcement de leur capacité d'analyse réflexive de celles-ci pour les intégrer comme ressources pour la conduite d'exploitation. De même, ceci bénéficierait aux étudiants se destinant à travailler dans des organismes d'appui aux agriculteurs, en qualifiant leurs capacités d'accompagnement de ces derniers. Ces contenus didactiques pourraient aussi favoriser une montée en compétence des agents de développement agricole pour un meilleur exercice de leur rôle facilitateur des coordinations entre agriculteurs.

E) Conclusion

Notre travail a examiné les conditions sociotechniques, politiques et économiques d'émergence et de développement de l'agriculture de conservation, justifiés par ses atouts agroécologiques et économiques, mais fondée sur le recours aux herbicides à base de glyphosate. Nous avons identifié les leviers d'actions mis en œuvre par des groupes minoritaires d'agriculteurs cherchant à réduire l'usage de ces herbicides en agriculture de conservation, ainsi que les difficultés qu'ils rencontrent.

L'agriculture de conservation s'est développée pour faire face aux contraintes du labour en combinant travail minimal du sol, couverture végétale continue et diversification culturale, associée à l'usage des herbicides. Ceux à base de glyphosate se sont imposés en raison de leur faible coût et de leur efficacité d'action. Ceci a conduit à une simplification des pratiques culturales dans une partie des exploitations françaises, notamment celles de plus grande taille avec peu de main d'œuvre. En France, l'agriculture de conservation s'est développée grâce à des réseaux d'agriculteurs pionniers structurés depuis une vingtaine d'années, en associant des acteurs de firmes privées. Ces organisations abritent des processus intensifs de coconstruction de références entre pairs, y compris grâce à Internet, pour combler le manque de connaissances disponibles. Depuis dix ans, des velléités croissantes de limitation du recours aux herbicides s'y expriment, avec des difficultés cependant pour se concrétiser de manière significative sans soutien efficace de la recherche publique, ce qui laisse le champ libre aux acteurs privés, notamment de l'agrofourmiture.

Dans ce contexte, les initiatives de groupes d'agriculteurs pour modérer le recours au glyphosate sont des exceptions se développant dans des configurations particulièrement favorables, mais en situation d'isolement sociotechnique. Moyennant beaucoup de temps dédié à l'autoproduction des ressources nécessaires, ces agriculteurs combinent plusieurs leviers d'action : agroéquipements adaptés, suivi affiné des processus écologiques mobilisés, perfectionnement de l'efficacité d'usage des modes d'application des herbicides, reconception du système cultural, voire d'élevage. Tout ceci sollicite la coopération entre pairs afin de mutualiser et partager compétences, expériences, travail, moyens techniques et démarches d'autoproduction des ressources nécessaires. Néanmoins, ces pratiques et démarches individuelles et collectives restent exigeantes et risquées. Dans ce contexte, le recours réduit au glyphosate constitue un moyen de sécurisation pour bénéficier par ailleurs des atouts agroécologiques de l'agriculture de conservation. En l'état actuel des conditions sociotechniques qui prévalent dans l'agriculture française, elles ne sont pas à la portée de la majorité des producteurs. C'est pourquoi ces agriculteurs réclament dorénavant plus d'efforts d'innovation de la part des autres opérateurs du secteur agricole (agrofourmiture, recherche, conseil, etc.).

Par conséquent, une sortie de la dépendance de l'agriculture de conservation au glyphosate ne peut s'envisager sans apporter les changements suivants de manière combinée : promouvoir les filières de diversification culturale et élargir l'offre de semences, favoriser l'expérimentation décentralisée de technologies appropriées en matière d'agroéquipement, réintroduire de la main d'œuvre en agriculture en soutenant le développement de l'emploi salarié, alléger les efforts de coordination entre agriculteurs *via* des dispositifs d'appui à la coopération de proximité entre pairs. Ces changements nécessitent un développement significatif des travaux de recherche, davantage en partenariat avec les acteurs concernés, et de contenus didactiques pour l'enseignement agricole et agronomique, dans le champ de l'agroécologie et de la coopération en agriculture.

Ceci représente aujourd'hui un défi dans le contexte actuel privilégiant l'approche sectorielle et cloisonnée des questions, ainsi qu'une logique d'austérité diminuant les possibilités d'intervention et de coordination par l'action publique. Dans ces conditions, le gouvernement et les responsables de la recherche agronomique expriment de manière récente leurs volontés d'avancer dans la voie du zéro-pesticides, ce qui nous apparaît bienvenu. Pour ce faire, ils privilégient le développement du bio-contrôle et de l'agriculture numérique et robotique en partenariat avec des acteurs privés de l'agrofourmiture (Aulagnier et Goulet, 2017 ; Guichard *et al.*, 2017). Cette approche nous semble restreinte au regard des nécessaires évolutions plus systémiques, voire imprudente par rapport au

risque de générer de nouveaux verrouillages sociotechniques en continuant à favoriser un rôle-clé des firmes privées dans l'innovation. Par ailleurs, certaines de ces orientations viennent à l'encontre des volontés d'autonomie actuellement exprimées de manière croissante par les agriculteurs français de différents horizons, qui se manifestent notamment vis-à-vis des opérateurs marchands de l'agrofourriture (Chance et Meyer, 2017 ; Jeunes Agriculteurs, 2018 ; Lucas et Gassel, 2018 ; Thomas, 2018).

REMERCIEMENTS : Ce travail de recherche a bénéficié du soutien du ministère de l'Agriculture via le CASDAR (projet CapVert 2014-2017 et projet Luz'Co 2016-2019), de l'ADEME via le programme REACTIF (Projet Capaccita 2016-2018) et de l'ANR (Projet IDAE 2016-2019). Nous remercions les acteurs du réseau Cuma et agriculteurs rencontrés qui ont permis ce travail.

F) Références bibliographiques

- Alim'Agri, 2018. *État des lieux des GIEE en 2018*, Alim'Agri. ([Lien](#))
- Altieri M.A., Lana M.A., Bittencourt H.V., Kieling A.S., Comin J., Lovato P.E. 2011. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Sustainable Agriculture* 35 (8): 855-869
- Arrignon M., Bosc C. 2017. Le plan français de transition agroécologique et ses modes de justification politique. La biodiversité au secours de la performance agricole ? In D. Compagnon, E. Rodary (eds), *Les politiques de biodiversité*, Presses de Sciences Po 17-26
- Asai M., Moraine M., Ryschawy J., de Wit J., Hoshida A.K., Martin G. 2018. Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. *Land Use Policy* 73 : 184-194
- Aulagnier A., Goulet F. 2017. Des technologies controversées et de leurs alternatives. Le cas des pesticides agricoles en France. *Sociologie du travail* 59
- Barilli E., Jeuffroy M.H., Gall J., de Tourdonnet S., Médiène S. 2017. Weed response and crop growth in winter wheat-lucerne intercropping: a comparison of conventional and reduced soil-tillage conditions in northern France. *Crop and Pasture Science* 68(11): 1070-1079
- Barré K., Le Viol I., Julliard R., Kerbiriou C. 2018. Weed control method drives conservation tillage efficiency on farmland breeding birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 256: 74-81
- Bernard de Raymond A. 2014. Des « agriculteurs à mi- temps » ? Spécialisation céréalière, travail et temporalités. In A. Bernard de Raymond, F. Goulet (eds), *Sociologie des grandes cultures : au cœur du modèle industriel agricole*, Quae, 81-96.
- Boisseau A. 2010. *Innovations techniques et « travail de groupe » en agriculture : Vers de nouvelles formes d'organisation ?* Mémoire d'ingénieur, AgroSup Dijon
- Bonneuil C., Thomas F. 2009. *Gènes, pouvoirs et profits : recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM*. Quae
- Cardona A. 2012. L'introduction de la notion de « service écosystémique » : pour un nouveau regard sur le sol ? Présenté aux *Journées de recherches en sciences sociales*, SFER-INRA-CIRAD, Toulouse, 13-14 décembre
- Chabanet G., Dedieu B., Servière G., Tchakérian E., Lémery B. 2000. Le salariat partagé : caractéristiques et fonctionnement des groupements d'employeurs en région d'élevage d'Auvergne et du Limousin, *Cahiers Agricultures* 9(1) : 23-28
- Chambres d'agriculture Île de France. 2016. *Guide culture – Interventions d'automne 2016. Couverts végétaux. Gestion des adventices en interculture*. Chambres d'agriculture Île de France

- Chance Q., Meyer M. 2017. L'agriculture libre. Les outils agricoles à l'épreuve de l'open source. *Techniques & Culture* 67. (Lien)
- Chapelle-Barry C. 2008. Dans le sillon du non-labour. *Agreste Primeur*, MAAF, n°207.
- Chauvel B., Teshudy C., Munier-Jolain N. 2011. Gestion intégrée de la flore adventice dans les systèmes de culture sans labour. *Cahiers Agriculture* 20 : 194-203
- Chevassus-au-Louis B. 2006. *Refonder la recherche agronomique : leçons du passé, enjeux du siècle*. Les leçons inaugurales du groupe ESA. ESA d'Angers
- Collectif. 2018. *Appel de Sète : Un programme scientifique ambitieux pour la mise en œuvre du volet recherche de l'initiative « 4P1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat »*
- Cornée S., Rousselière D. 2016. Governing Common - Property Assets: The case of Farm Machinery Cooperative. Présenté à *2nd EMES-Polanyi International Seminar*, 19-20 mai, Paris
- Couturier C., Charru M., Doublet S., Pointereau P. 2016. *Afterres 2050 - Version 2016*. Toulouse : Solagro
- Craheix D., Angevin F., Doré T., de Tourdonnet, S. 2016. Using a multicriteria assessment model to evaluate the sustainability of conservation agriculture at the cropping system level in France. *Eur. J. Agron.* 76: 75-86
- D'Annolfo R., Gemmill-Herren B., Graeub B., Garibaldi L.A. 2017. A review of social and economic performance of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability* 15 : 632-644
- Darré J.P. 1996. *L'invention des pratiques dans l'agriculture : vulgarisation et production locale de connaissance*. Karthala.
- David C. 2009. Grandes cultures biologiques, des systèmes en équilibre instable. In C. Lamine, S. Bellon, *Transitions vers l'agriculture biologique*, Quae/Educagri, 129-141
- De Tourdonnet S. 2013. Capitaliser et transmettre des savoirs agroécologiques en e-learning : l'expérience du projet ANR PEPITES. *Agriculture, Environnement & Sociétés* 3 : 147-150
- De Tourdonnet S. 2015. Transition agroécologique : apprendre et former autrement ? Présenté au *Séminaire Agropolis « Intensification écologique des systèmes de culture »*, Agropolis Montpellier, 12 juin
- De Tourdonnet S., Barbier J.M., Courty S., Martel P., Lucas V. 2018. How can collective organization and the search for autonomy lead to an agroecological transition? The example of farm machinery cooperatives in France. Présenté au *13th European IFSA Symposium*, IFSA, Chania (Greece) (CIHEAM – MAICh)
- De Tourdonnet S., Brives H., 2018. Innovation agroécologique : comment mobiliser les processus écologiques dans les agrosystèmes ? In: G. Faure, Y. Chiffolleau, F. Goulet, L. Temple, J.M. Touzard (eds.), *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*. Quae, 71-80
- De Tourdonnet S., Brives H., Denis M., Omon B., Thomas F. 2013. Accompagner le changement en agriculture : du non labour à l'agriculture de conservation. *Agronomie, Environnement et Sociétés* 2 (3): 19-27
- De Tourdonnet S., Chenu C., Straczek A., Cortet J., Felix I., Gontier L., Heddadj D., Labreuche J., Laval K., Longueval C., Richard G., 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., Triomphe B., Scopel E. 2010. Ecological, technical and social innovation processes in conservation agriculture. Research position and first results of the ANR funded program PEPITES. Proceedings of the *Symposium ISDA*, Montpellier, France.
- Delaby L., Chatellier V., Dumont B., Horan B. 2017. L'Irlande, un territoire porté par l'élevage laitier dans des conditions de milieu favorable et de marchés incertains ». *INRA Productions Animales* 30 (4): 321-332
- Devienne S. 2017. Agroéquipements et système agricole : regard sur les États-Unis. In Actes du séminaire « *La souveraineté technique et technologique des paysans en question* », Inpact/AgroParisTech, 5 avril – AgroParisTech, 21-24
- Devienne S., Garambois N., Mischler P., Perrot C., Dieulot R., Falaise D. 2016. *Les exploitations d'élevage herbivore économes en intrants (ou autonomes) : Quelles sont leurs caractéristiques ? Comment accompagner leur développement ?* Rapport d'étude pour le CEP du Ministère de l'Agriculture, AgroParisTech-IDELE-RAD
- Dolci P., Perrin C. 2017. Retourner à la terre en Sardaigne, crises et installations en agriculture. *Tracés* 145-167.
- Doré T. 2011. Note de lecture sur «Afterres 2050-Scénario d'utilisation des terres agricoles et forestières pour satisfaire les besoins en alimentation, en énergie, en matériaux, et réduire les gaz, à effet de serre ». *Agronomie, Environnement et Sociétés* 1 (2): 139-141
- Dosi G. 1982. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy* 11: 147-162
- Eurostat. 2017. *Agriculture, forestry and fishery statistics – 2017 Edition*. Luxembourg: European Union.
- FAO. 2008. *Investing in sustainable agricultural intensification: the role of conservation agriculture - a framework for action*. Rome: FAO. http://www.fao.org/ag/ca/doc/proposed_framework.pdf.
- Favreau J.L. 2013. *Durabilité des exploitations en agriculture biologique : une analyse de la diversité des situations et des trajectoires d'évolution en Midi-Pyrénées*. Thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail.

- FNSEA. 2017. *Glyphosate : un rendez-vous sans concession !* Communiqué de Presse. Paris : FNSEA.
- Fouilleux È. 2010. Standards volontaires. Entre internationalisation et privatisation des politiques agricoles. In B. Hervieu, Mayer N., Muller P., Purseigle F., Rémy J. (eds.), *Les mondes agricoles en politique*, Presses de Sciences Po, 371-396.
- Foyer J. 2016. Dans les coulisses de la COP21. *La Vie des idées*
- Garambois N. 2011. *Des prairies et des hommes. Les systèmes herbagers du Bocage Poitevin : agro-écologie, création de richesse et emploi en élevage bovin*. Thèse de doctorat, AgroParisTech
- Goulet F. 2008. *L'innovation par retrait : reconfiguration des collectifs sociotechniques et de la nature dans le développement de techniques culturales sans labour*. Thèse de doctorat, Université Pierre Mendès France
- Goulet F. 2017. Explorer et partager. Les expériences de réduction des pesticides dans une revue professionnelle agricole. *Économie rurale* 3: 103-120
- Graphagri 2018. *Exploitations, foncier, installation, pratiques culturales* - Edition 2018. Agreste
- Griffoul B. 2018. Des éleveurs expérimentent la sortie du glyphosate. Groupe zéro clivages en Dordogne. *Réussir Lait* 36-38.
- Guichard L., Dedieu F., Jeuffroy M.H., Meynard J.M., Reau R., Savini I. 2017. Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer. *Cahiers Agricultures* 26, 14002.
- Hall A. 1998. Sustainable Agriculture and Conservation Tillage: Managing the Contradictions. *Canadian Review of Sociology* 35 (2): 221-251
- Hazard L., Gauffreteau A., Borg J., Moirez-Charron M.H., Deo M., Enjalbert J. 2016. L'innovation à l'épreuve d'un climat et d'un monde changeant rapidement : intérêt de la co-conception dans le domaine des semences. *Fourrages* 225: 39-47
- Hellec F., Brives H., Blanchard E., Deverre C., Garnier P., Payet V., Peigné J., Recou S., de Tourdonnet S., Vian J.F. 2015. L'évolution des sciences du sol face à l'émergence de la notion de service écosystémique. Résultats d'une étude lexicométrique. *Étude et Gestion des Sols* 22 : 101-115
- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103 : 1-25.
- Jeunes Agriculteurs. 2018. *Élevons notre autonomie pour cultiver notre résilience*. Rapport d'orientation au Congrès de Lourdes des 5-7 juin. Jeunes Agriculteurs
- Lacoste C. 2015. *Déterminants agronomiques et de l'action collective dans la transition agroécologique : contribution à la conception d'un outil d'analyse. Applications aux cas du GEDA 35 (Ille-et-Vilaine) et de la Fédération des CUMA 640 (Pyrénées Atlantiques)*. Mémoire d'ingénieur, Montpellier SupAgro
- Lamine C. 2012. « Changer de système » : une analyse des transitions vers l'agriculture biologique à l'échelle des systèmes agri-alimentaires territoriaux. *Terrains & travaux* 20 : 139-156
- Lamine C., Bui S., Ollivier G. 2015. Pour une approche systémique et pragmatique de la transition écologique des systèmes agri-alimentaires. *Cahiers de recherche sociologique* 58: 95-117
- Landel P. 2015. *Participation et verrouillage technologique dans la transition écologique en agriculture. Le cas de l'Agriculture de Conservation en France et au Brésil*. Thèse de doctorat, AgroParisTech
- Laurent C., Labarthe P., Trouvé A., Berriet-Sollicé M., Bonnafous P. 2009. Les connaissances scientifiques, une ressource de plus en plus rare pour la décision publique ? Présenté au *Forum de la régulation : défis analytiques posés en économie par les crises et les problèmes de régulation*, Paris, 1er-2 décembre
- Laurent C., Landel P. 2017. Régime de connaissances et régulation sectorielle en agriculture. In G. Allaire, B. Daviron (eds), *Transformations agricoles et agroalimentaires : entre écologie et capitalisme*. Quae, 305-324
- Lebacqz T., Baret P.V., Stilmant D. 2015. Role of input self-sufficiency in the economic and environmental sustainability of specialised dairy farms. *Animal* 9 : 544-552
- Lucas V. 2013. L'agriculteur, premier acteur de l'agroécologie. *Projet* 335 : 76-81
- Lucas V. 2018. *L'agriculture en commun : Gagner en autonomie grâce à la coopération de proximité. Expériences d'agriculteurs en Cuma à l'ère de l'agroécologie*. Thèse de doctorat, Université d'Angers
- Lucas V., Gasselin P. 2018. Gagner en autonomie grâce à la Cuma. Expériences d'éleveurs laitiers français à l'ère de la dérégulation et de l'agroécologie. *Économie rurale* 364 : 73-89
- Lucas V., Gasselin P., Ploeg J.D. van der. 2018. Local inter-farm cooperation: A hidden potential for the agroecological transition in northern agricultures. *Agroecology and sustainable food systems* ([DOI](#))
- Marshall G.R. 2009. Polycentricity, reciprocity, and farmer adoption of conservation practices under community-based governance. *Ecological Economics* 68 (5): 1507-1520
- Martel P. 2016, *Agroecological transition of farmers belonging to a farm machinery cooperative and implementing conservation agriculture*. Mémoire d'ingénieur, ISARA Lyon/Wageningen University
- Martin D., Manuel G. 2018. *Rapport d'information fait au nom de la mission commune sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques*. Rapport parlementaire. Paris : Assemblée nationale.

- Massis D., Hild F. 2016. La pratique de l'agriculture biologique créatrice d'emploi ? Une évaluation de l'impact du bio sur la quantité de travail agricole. *Agreste - Les dossiers* 35
- Mazoyer M., Roudart L. 2002. *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*, Seuil
- Melander B., Munier-Jolain N., Charles R., Wirth J., Schwarz J., Van der Weide R., Kudsk P. 2013. European Perspectives on the Adoption of Nonchemical Weed Management in Reduced-Tillage Systems for Arable Crops. *Weed Technology*, 27(1) : 231-240
- Meynard J. M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Le Bail M., Magrini M.B., Savini I. 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures : Étude au niveau des exploitations agricoles et des filières. *OCL* 20(4): D403.
- Meynard J.M. 2016. Les savoirs agronomiques pour le développement : diversité et dynamiques de production. *Agronomie, Environnement et Sociétés* 6 (2): 19-28.
- Milleville P. 1987. Recherches sur les pratiques des agriculteurs, *Cahiers de la Recherche Développement* 16 : 3-7
- Nichols V., Verhulst N., Cox R., Govaerts B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field crop research* 183: 56-68
- Papy F., Torre A. 2002. Quelles organisations territoriales pour concilier production agricole et gestion des ressources naturelles ? *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* 33 : 151-169
- Peigné J., Ball B.C., Roger-Estrade J., David C. 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil Use and Management* 23: 129-144
- Ploeg van der J.D. 2018. *The New Peasantries: Rural Development in Times of Globalization*. Routledge
- Prager K. 2015. Agri-environmental collaboratives for landscape management in Europe. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 12: 59-66.
- Reboud X., Blanck M., Aubertot J.N., Jeuffroy M.H., Munier-Jolain N., Thiollet-Scholtus M. 2017. *Usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française*. Rapport Inra à la saisine Ref TR507024
- Renaud T., Rioux L. 2016. *Portrait social de la France. Edition 2016*, INSEE
- Rip A., Kemp R. 1998. Technological Change. In : S. Rayner, E. Malone (eds), *Human Choice and Climate Change*, Battelle press, Columbus, Ohio, 1-4(2), 327-399
- Rivaud A., Mathé J. 2009. Les enjeux cognitifs du défi environnemental dans l'agriculture : regard croisés France-Québec. Présenté au *XLV^{ème} colloque de l'ASRDLF*. Clermont-Ferrand.
- Salembier C., Elverdin J.H., Meynard J.M. 2015. Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agronomy for Sustainable Development* 36 : 1
- Schaller N. 2013. L'agriculture de conservation. *Centre d'études et de prospectives*, Analyse CEP 61
- Scopel E., Triomphe B., Affholder F., Macena da Silva F.A., Corbeels M., Valadares Xavier J.H., Lahmar R., Recous S., Bernoux M., Blanchart E., Mendes I., de Tourdonnet S. 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33 : 113-130
- Thomas F. 2017. « A tous ceux qui veulent bannir le glyphosate ». ([Lien](#))
- Thomas J. 2018. Reconnaissance politique des savoirs professionnels. Expérimentation, légitimation, réflexivité et organisation d'un groupe d'agriculteurs autour des connaissances professionnelles. *RAC* 12(2): 229-257
- Triomphe B., Goulet F., Dreyfus F., de Tourdonnet S. 2006. Du labour au non-labour : pratiques, innovations et enjeux au Sud et au Nord. In *Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas*, CHT.
- Vanloqueren G., Baret P.V. 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38(6): 971-983
- Warner K. 2007. *Agroecology in Action: Extending Alternative Agriculture Through Social Networks*. Cambridge/London: MIT Press
- Wiskerke J.S.C., van der Ploeg J.D. 2004. *Seeds of Transition: Essays on Novelty Production, Niches and Regimes in Agriculture*. Van Gorcum Ltd
- Zakeossian D., Oudin B., Mallebay M., Desgree A., Housse J.-P., Poux X. 2017. *Mobilisation des filières agricoles en faveur de la transition agro-écologique : état des lieux et perspectives*, Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et FranceAgriMer, Epices-Blezat Consulting-Asca