

PRODUIRE DES CONNAISSANCES ACTIONNABLES POUR LA RECONCEPTION PAS A PAS DE SYSTÈMES DE CULTURE VERS L'AGRO-ÉCOLOGIE¹

par *Quentin Toffolini*

François Papy². – Quentin Toffolini a soutenu le 15 janvier 2016 à AgroParisTech une thèse intitulée « Produire des connaissances actionnables pour la re-conception pas à pas de systèmes de culture vers l'agro-écologie » sous la direction de Marie-Hélène Jeuffroy (*section 1 de l'AAF*). Bien que présenté sous la forme de thèse sur articles l'ensemble du texte se lit facilement sans répétition et retour en arrière comme c'est souvent le cas dans ce type de thèse. Les deux premières parties (problématique et démarche méthodologique) introduisent la partie de résultats constituée de trois articles en anglais (un accepté et deux soumis). Une dernière partie est réservée à la discussion et la conclusion.

Problématique

Cette partie est appuyée sur une revue bibliographique ample et remarquablement documentée. Que l'agriculture fasse une transition vers l'agroécologie c'est un souhait que le législateur a exprimé dans la dernière loi agricole. Mais de là à ce que ce souhait se généralise dans la pratique il y a loin. Deux types d'obstacle sont identifiables. Le système sociotechnique, constitué par l'ensemble des acteurs d'amont et d'aval de l'agriculture, est si cohérent qu'il constitue un premier verrou à toute évolution. Mais il y en a un second. C'est le mode de pensée des agriculteurs qui doivent passer d'une logique de minimisation du risque à une gestion des incertitudes. La thèse aborde ce dernier point. Elle s'inscrit dans une dynamique de changement vers des pratiques agroécologiques en approfondissant les connaissances agronomiques qui seraient nécessaires pour l'accompagner. Il ne s'agit pas tant dans ce travail de concevoir de nouveaux systèmes de culture agroécologiques que de produire les connaissances scientifiques qui permettent, pour l'agriculteur, d'évoluer vers une autre logique de conduite des cultures.

Pour aborder cette question Quentin Toffolini a utilisé des concepts et méthodes issus de la didactique professionnelle dans des situations de re-conception *pas-à-pas*. Le concept agronomique de système de culture à l'interface d'un système décisionnel et de l'agrosystème est tout à fait adapté à une recherche sur les transitions de systèmes agricoles. On peut cependant noter l'incomplétude de ce concept dès lors que l'on s'intéresse à une transition vers l'agroécologie. Il faudrait associer au concept de système de culture celui de système d'aménagement incluant le découpage des parcelles, la nature des inter-parcelles et des différentes structures paysagères, etc. Il n'en est que peu question par la suite.

Les travaux portant sur les changements de systèmes de culture ont conduit à distinguer différents niveaux de changement : une transition « faible » consistant à améliorer l'efficacité des intrants, ou mieux à substituer un intrant respectant l'environnement à un autre qui entraîne des risques de pollution et une transition « profonde » qui consiste à concevoir un réaménagement du fonctionnement et de la structure du système en sorte de réduire les dégâts environnementaux et d'utiliser les « services intrants » d'une biodiversité cultivée. La thèse porte sur la transition profonde qui marque une forte rupture par rapport aux systèmes dominants actuels.

Après avoir fait une étude bibliographique des théories de la conception Quentin Toffolini les applique à la conception de systèmes de culture. Ces théories permettent de considérer le système de culture comme un objet conçu tout en étant aussi un processus décisionnel en évolution permanente. En effet, l'état du système vivant qu'est l'agrosystème évolue sous l'action de l'agriculteur, mais aussi indépendamment de cette action. Et donc les principes de pilotage de cet agrosystème, par apprentissage, en tiennent compte. Cependant le décalage spatial et temporel entre action et effet peut être très long et souvent mal mesuré, ce qui rend

¹ Thèse soutenue à l'Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech) le 15 Janvier 2016.

² Membre de l'Académie d'Agriculture de France, directeur de recherche honoraire de l'INRA.

difficile la décision. Au demeurant, les processus de conception doivent être localisés tant jouent sur ces processus les contextes biophysique et socio-économique.

La conception à laquelle s'attache Quentin Toffolini est dite innovante en ce sens que, contrairement à la conception réglée qui se fixe des objectifs à l'avance, elle accepte que les objectifs évoluent au cours du processus de conception lui-même. Enfin, cette conception est, dès les premières étapes, co-construite avec les agriculteurs.

La revue bibliographique distingue la conception *de novo* de la conception *pas à pas*. Dans la première aucune contrainte n'est mise à la transition entre le système initial et le nouveau. La créativité des concepteurs n'est pas bridée. On peut ainsi concevoir des prototypes. Dans la seconde c'est la transition qui est au cœur du processus. A partir d'un diagnostic des points faibles du système initial des boucles de progrès sont enclenchées successivement. On ne fixe pas à l'avance ce à quoi on va aboutir. Mais une orientation peut être donnée. Quentin Toffolini choisit d'orienter sa recherche sur une re-conception *pas à pas* vers l'agroécologie. Ce qui le conduit à détailler les principes de l'agroécologie : recyclage des nutriments, fixation biologique de l'azote, régulation biologique des bioagresseurs, entretien de la biodiversité, des connectivités, etc. Autant de processus dont le pilotage place l'agriculteur en situation d'incertitude.

Dès lors cette conception va devoir intégrer différentes échelles temporelles et spatiales. Ainsi devra-t-on distinguer les « variables lentes » (teneur en matière organique du sol) des « variables rapides » (teneur en azote minéral). De même, dans l'espace, le maintien de populations auxiliaires nécessitera de s'intéresser aux parcelles, mais aussi aux voisines et aux inter-parcelles.

Dans cette re-conception pas à pas, l'agriculteur met en jeu des pratiques dont les effets sont très incertains du fait de la fluctuation du climat (ce qui est commun à toutes les formes d'agriculture) mais aussi du fait de l'incomplétude des connaissances sur l'ensemble des interactions au sein de l'agrosystème (ce qui est accentué en agroécologie).

En situation de re-conception, l'agriculteur ne peut, à l'avance, avoir un « plan d'action » comme c'est le cas lorsque le système de production est stable. En effet, dans ce cas, le déroulement de l'action est fortement déterminé par la situation elle-même et par la méconnaissance des effets attendus. Ayant constaté que, jusqu'à présent, les outils des agronomes ont surtout servi à des conceptions *de novo* de prototypes, Quentin Toffolini cherche à voir comment en agronomie a évolué la production de connaissances dans ses rapports avec l'action.

Entre le XVIII^e et la seconde moitié du XX^e siècle il montre comment l'action de l'agriculteur puis son processus de décision sont entrés progressivement dans le domaine de l'agronomie. Les outils de diagnostic de situation (tour de plaine, diagnostic agronomique régional) ont pris alors de l'importance. Puis, prenant de plus en plus en compte les situations concrètes de la pratique, les agronomes développent des démarches de co-construction.

Cependant les spécificités des actions inspirées de l'agroécologie (poids de l'incertitude, forte dépendance du contexte) renouvelle la production des connaissances agronomiques. Dans ces dernières une grande place est désormais faite aux fonctions naturelles qu'offre l'écosystème. Cependant Quentin Toffolini fait remarquer que peu de ces connaissances sont guidées par une ontologie de l'action de l'agriculteur. Aussi entreprend-t-il une étude bibliographique des façons de tenir compte des connaissances non scientifiques liées à l'action et aux situations. Elles complètent souvent les connaissances scientifiques lorsque ces dernières sont insuffisantes pour répondre aux questions utiles à une action localisée. Aussi a-t-on cherché des modes de combinaison des connaissances scientifiques et non scientifiques en mettant l'accent sur la façon dont les unes et les autres se construisent. Mais Quentin Toffolini, ayant constaté que peu de connaissances agronomiques sont adaptées à l'action en situation, se propose d'en faire son axe de recherche : comment produire de la connaissance à partir d'une analyse de l'action. Aussi explore-t-il les théorisations du lien entre connaissance et action.

Quentin Toffolini est amené à retenir le concept de « connaissance actionnable ». Ce sont des connaissances bien établies, pertinentes, légitimes à la fois pour le praticien comme pour le scientifique. Il s'agit pour notre auteur de comprendre l'usage qui peut en être fait dans les situations d'action. C'est dans la didactique professionnelle qu'il trouve la manière d'étudier la construction d'une capacité d'action. Il existe dans l'organisation de l'action des invariants pour une classe de situations d'action données. C'est ce que certains ont appelé schème. Le schème permet une analyse de l'activité en distinguant les caractéristiques invariantes de celles qui sont propres à l'adaptation à une situation. A l'issue de ces analyses bibliographiques Quentin Toffolini déclare que dans la perspective qu'il s'est donné il ne s'agit pas tant de s'intéresser directement aux

connaissances en en fournissant des attributs généraux mais plutôt de passer par leur mobilisation dans les situations d'action pour comprendre en quoi elles apportent aux acteurs des moyens pour réaliser leurs activités.

C'est donc en passant par l'action et les processus de mobilisation de connaissances que Quentin Toffolini veut déterminer quelles sont les connaissances à produire. Il prévoit de procéder en trois étapes :

- analyse des dynamiques de mobilisation des connaissances en lien avec le changement vers l'agroécologie,
- analyse des indicateurs mobilisés au cours du changement,
- analyse des modes de combinaisons des connaissances et des indicateurs pour re-concevoir des pratiques.

Dispositifs étudiés et méthodes de collecte

Dispositifs

Une analyse des documentations scientifiques et techniques incite Quentin Toffolini à retenir 3 techniques qu'il va étudier à travers plusieurs dispositifs :

- l'implantation de couverts d'interculture comme plantes de service,
- l'introduction de légumineuses dans la rotation,
- l'implantation de bandes fleuries au sein ou en bordure de parcelle (ce qui compense en partie la critique que j'ai faite plus haut de la faible prise en compte des aménagements paysagers).

Il réalise des entretiens semi-directifs auprès de 7 agriculteurs d'Ile de France en train de se convertir à l'agriculture biologique, retenus sur un échantillon de 24 comme étant engagés dans un processus de re-conception. Ce dispositif permet d'analyser différents stades d'avancement dans le changement.

Un second dispositif porte sur un projet conduit par Agro-transfert-Picardie en collaboration avec l'Inra et les Chambres d'Agriculture qui consiste à une re-conception *pas à pas* de systèmes de culture intégrés dans 8 exploitations. Un tel dispositif permet de prendre en compte le temps long par l'analyse des changements dans chaque situation particulière.

À ces deux premiers dispositifs fondés sur des entretiens individuels, Quentin Toffolini en ajoute d'autres portant sur des collectifs. Les visites collectives de deux essais système, particulièrement intéressant dans l'objectif poursuivi puisque ces essais placent les agriculteurs face à des situations culturelles proches de la pratique et qu'ils sont conçus pour produire des connaissances agronomiques. L'essai dit de « la cage » à Versailles compare 4 systèmes de culture, le second dit « systèmes intégrés des cultures », à Grignon en compare également 4. Dans les deux cas les visites ont rassemblé 10 agriculteurs accompagnés par des conseillers et deux agronomes chercheurs.

Enfin un dernier dispositif a consisté pour Quentin Toffolini à suivre (et organiser pour trois d'entre elles) cinq réunions de débats entre agriculteurs et agronomes autour de changements de pratiques.

Collectes des données

Pour les entretiens semi directifs, Quentin Toffolini, après avoir passé en revue différentes modalités possibles, s'en tient à mettre l'agriculteur en présence d'une série de mises en situations relative à un même changement technique. Dans ces entretiens il repère les connaissances portant soit sur des actions et les modalités précises de réalisation, soit sur des raisonnements agronomiques ou sur des expériences vécues.

Dans les visites d'essai système Quentin Toffolini porte son attention sur les entités sur lesquelles les agriculteurs formulent des questions et les points sur lesquels ces derniers manifestent des désaccords avec les principes de l'essai. Et dans les réunions de partage des connaissances il s'intéresse aux formes de connaissance sur les objets et les variables qui permettent de distinguer les situations.

Résultats

Les résultats sont présentés sous formes de 3 articles en anglais (2 en cours de soumission et un accepté)

L'article 1 porte sur la production d'un outil de caractérisation de connaissances agronomiques mobilisées en situation de re-conception *pas à pas*.

Conçu à partir de la bibliographie présentée ci-dessus et de sources de documentation sur les 3 techniques retenues et mentionnées plus haut, Quentin Toffolini conçoit un cadre conceptuel qu'il teste ensuite dans les deux dispositifs d'entretien semi directifs en Ile de France et Picardie sur 13 agriculteurs qui se trouvent à des étapes différentes de changement.

En appliquant des tests de comparaison entre types de connaissances du cadre et celles demandées par les agriculteurs Quentin Toffolini montre que les agriculteurs ont besoin de combiner différents types des connaissances identifiées dans le cadre. Elles se combinent différemment dans chacune des 3 étapes identifiées dans le processus du changement technique. Notons cependant que l'enquête ne permet pas de dire si les agriculteurs utilisent ou non d'autres connaissances que celles venant de la littérature utilisée comme, par exemple, celle produite par une son expérience personnelle.

L'article 2 porte sur les indicateurs qu'utilisent les agriculteurs pour concevoir de nouveaux systèmes.

Partant du constat que, pour les agriculteurs, la transition vers l'agroécologie consiste en un apprentissage progressif de la gestion de l'incertitude, il s'agit, ici, dans la continuité de l'article 1, de catégoriser les indicateurs utilisés par les agriculteurs dans cette activité d'apprentissage. Un indicateur est une variable qui supplée, dans le but d'enclencher une action, d'autres variables plus informatives mais difficiles d'accès. La fonction d'un indicateur est donc d'enclencher telle ou telle action.

Les quatre dispositifs exposés plus haut sont utilisés (entretiens individuels, analyse rétrospective sur documents, visites d'essai et réunion collective). A partir d'analyses de discours des agriculteurs, Quentin Toffolini identifie 22 fonctions des indicateurs utilisés par les agriculteurs. Comme exemple de fonctions : comparer deux options, redéfinir une modalité d'action, déterminer les conditions optimales de réalisation d'une action etc. Il les classe en 5 catégories. La majeure partie d'entre elles servent à l'apprentissage, c'est à dire à la surveillance pour s'adapter, à la compréhension pour réinterpréter et pas seulement à réagir pour s'adapter à une situation dans un objectif donné. Ces indicateurs sont donc intéressants dans les situations d'incertitude propres à l'agroécologie.

Quentin Toffolini distingue également 5 attributs d'indicateurs et constate que la majeure partie des indicateurs utilisés sont visuels et se font par comparaison. Il analyse les relations entre fonctions et attributs et conclut sur le besoin pour les agronomes de construire de nouveaux indicateurs qui remplissent les fonctions qu'en attendent les agriculteurs.

L'article 3 porte sur l'usage des connaissances scientifiques fondamentales sur les processus fait par les agriculteurs en cours de re-conception de leur système de culture.

En situation de transition il n'est pas envisageable de pouvoir considérer que les pratiques agricoles peuvent découler de l'application de connaissances agronomiques comme c'est le cas en situation stable. Comme il modifie continuellement son agro-écosystème l'agriculteur doit repenser son fonctionnement au fur et à mesure. Quelles connaissances agronomiques lui sont utiles pour ce faire ? C'est l'objet de ce troisième article.

Quentin Toffolini étudie 5 cas d'études portant sur des objectifs variés, combinés ou non : mise en œuvre d'une culture pour réduire l'usage des pesticides, diversification des modes de lutte contre les adventices sur une rotation, modification du travail du sol pour améliorer la structure du sol et sa fertilité. Chacun de ces cas est constitué soit d'enquêtes individuelles ou portant sur un collectif en salle ou en visite d'un essai système.

Dans chacun des cas étudié, Quentin Toffolini montre que les agriculteurs utilisent plutôt des connaissances fondamentales sur un processus biologique plutôt que des connaissances opérationnelles portant sur l'action d'une technique sur ce processus. Ce sont souvent des connaissances très spécifiques qui sont nécessaires apportées par des spécialistes (entomologiste dans un cas, malherbologiste dans un autre). Les agriculteurs utilisent des connaissances qu'ils peuvent utiliser dans leur pratique. Ce peut être des connaissances très partielles plutôt que des connaissances sur tout le fonctionnement de leur système.

Trois procédés sont utilisés par les agriculteurs pour relier connaissances fondamentales à la conception d'un système de culture particulier. *Primo* une connaissance générique est traduite en fonctionnement biologique pour une situation particulière. *Secundo*, un phénomène biologique situé est relié aux effets des actions qui l'impactent. *Tertio* les autres pratiques d'effet semblable sur le phénomène sont prises en compte.

Quentin Toffolini conclue de cet article que les agronomes du développement ont un rôle spécifique à jouer pour aider les agriculteurs à traduire les connaissances génériques en connaissance pour l'action située. Plutôt que de fournir des « guides de bonnes pratiques », il s'agit pour eux d'aider les agriculteurs à faire leur propre expérience de reformulation de système de culture.

Discussion et conclusion générales

Dans cette dernière partie Quentin Toffolini aborde 3 points

La re-conception pas à pas vers l'agroécologie

La posture de recherche prise par Quentin Toffolini, qui consiste à aborder cette question à partir des connaissances mobilisées, lui a permis de montrer que, dans une situation de re-conception, plutôt que chercher à savoir comment trouver la meilleure technique, l'agriculteur cherche avant tout à comprendre le fonctionnement du système. Dans le processus de re-conception ce n'est plus le concept de « modèle d'action », où les adaptations prévues sont tactiques, qui peut en rendre compte, mais plutôt des concepts qui font une plus grande part à l'adaptation de stratégies organisatrices de l'action.

Cependant la re-conception étudiée par Quentin Toffolini est particulière. Orientée vers l'agro-écologie, elle met en jeu des objets (auxiliaires des cultures, fixation symbiotique de l'azote) qui introduisent de l'incertitude dans les processus biologiques. C'est pourquoi la nécessité de connaissances fondamentales nouvelles est si forte.

De son travail sur les indicateurs (article 2), Quentin Toffolini invite les agronomes à faire plus grand cas des indicateurs utilisés par les agriculteurs pour inférer des situations.

Pour un agriculteur qu'est-ce que concevoir un système de culture ?

Quentin Toffolini essaye de comprendre, à partir des résultats de son travail, comment se développent des approches systémiques dans l'action. Et il propose une systémique qui intègre l'action dans le système plutôt qu'une systémique qui combine les effets des actions sur le système. Dans ce sens l'action fait partie du système de culture. Et ce dernier se construit progressivement. L'agriculteur qui re-conçoit son système acquiert une connaissance sur le monde d'une façon inextricablement liée à la façon dont il le transforme. Il construit des connaissances à partir de ses actions menées en ignorance de cause.

En situation de re-conception un agriculteur n'a pas une vision globale de la cohérence de ce à quoi il veut aboutir. Il faut donc penser à mobiliser séquentiellement les connaissances. C'est une construction progressive des systèmes de culture que les agronomes doivent proposer aux agriculteurs qui n'ont pas, en situation de re-conception, une pensée systémique.

Les connaissances agronomiques et leur mobilisation par l'agriculteur

Quentin Toffolini passe par l'analyse du contenu des connaissances pour aller vers la dynamique de leur mobilisation. Et, ce faisant, il aboutit à dire qu'une étude de la mobilisation des connaissances pour des actions en situation de changement rend quelque peu caduque l'opposition, souvent faite, entre connaissances scientifiques et expertes.

Le travail de Quentin Toffolini renouvelle *in fine*, de façon radicale, la façon dont les agronomes sont conduits à produire des connaissances.