



HAL
open science

Gestion informatisée des connaissances pour une agriculture durable

Vincent Soullignac, Jean-Louis Ermine, Jean-Luc Paris, Olivier Devise,
Jean-Pierre Chanet

► To cite this version:

Vincent Soullignac, Jean-Louis Ermine, Jean-Luc Paris, Olivier Devise, Jean-Pierre Chanet. Gestion informatisée des connaissances pour une agriculture durable. *International Journal of Information Sciences for Decision Making*, 2010, 40, pp.155-178. hal-00537956

HAL Id: hal-00537956

<https://hal.science/hal-00537956>

Submitted on 19 Nov 2010

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.

GESTION INFORMATISEE DES CONNAISSANCES POUR UNE AGRICULTURE DURABLE

Vincent Soullignac,

Ingénieur de l'agriculture et de l'environnement, Doctorant Cemagref,
UR TSCF Campus de Clermont-Ferrand Aubière
vincent.soullignac@cemagref.fr , + 33 4 73 44 06 86

Jean-Louis Ermine,

Doyen de la recherche de Telecom, Ecole de management, Evry
jean-louis.ermine@telecom-em.eu , + 33 1 60 76 45 77

Jean-Luc Paris*,,**

Professeur

Olivier Devise*,**

Maître de conférence

* Clermont Université Institut Français de Mécanique Avancée, LIMOS, BP 10448, F-63000 Clermont-F^d

** CNRS, UMR 6158, LIMOS, F-63173 Aubière

jean-luc.paris@ifma.fr, olivier.devise@ifma.fr +33 4 73 28 80 24

Jean-Pierre Chanet,

Docteur en informatique, Animateur de l'équipe systèmes d'information agri-environnementaux
communicants, Cemagref, UR TSCF, Campus de Clermont-Ferrand Aubière
jean-pierre.chanet@cemagref.fr , + 33 4 73 44 06 78

Résumé : L'agriculture devra évoluer vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement tout en étant économiquement viable. Ce type d'agriculture est dite durable. Elle a une logique systémique et nécessite donc beaucoup de connaissances. Notre travail repose d'une part sur des enquêtes sur la circulation des connaissances en agriculture conventionnelle et durable, et d'autre part sur une approche plus théorique fondée sur un état de l'art de la gestion des connaissances appliquée au monde industriel. Les deux démarches conduisent à montrer la pertinence de développer un outil de gestion des connaissances en agriculture durable. Enfin, à partir de deux méthodes, nous avons identifié les connaissances prioritaires à capitaliser dans cet outil.

Summary : Agriculture must evolve into a more environmentally-friendly way while being economically workable. This type of agriculture is said to be sustainable. It has a systemic logic and therefore requires a lot of knowledge. Our work is based, on the one hand, on inquiries into the knowledge flows in conventional and sustainable agriculture. On the other hand, we investigate a more theoretical approach based on a state of the art of knowledge management applied to the industrial world. These two approaches lead to show the relevance of developing a sustainable agriculture knowledge management tool. Finally, from two methods, we have identified priority knowledge to capitalize in this tool.

Mots clés : Agriculture durable, Connaissance, Système d'information

1 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

L'agriculture devra évoluer vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement tout en étant économiquement viable. Ce type d'agriculture est dite durable. Elle implique une gestion différente des intrants (engrais, pesticides, eau). Nous proposons dans un premier temps d'introduire la gestion des connaissances en agriculture en partant de la problématique de la protection des végétaux¹.

L'utilisation des pesticides en agriculture est de plus en plus contestée (INRA and Cemagref 2005). En effet, ils présentent un risque pour la santé humaine (Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement Comité de la prévention et de la précaution 2002), et contribuent à la pollution des eaux et de l'air ainsi qu'à la réduction de la biodiversité animale et végétale. De plus, la lutte chimique est confrontée à l'apparition de résistances des bioagresseurs aux pesticides (INRA and Cemagref 2005).

Pour faire évoluer les pratiques agricoles, les autorités mondiales, européennes et nationales ont édicté des mesures de régulation réglementaires et économiques. Ainsi le plan Ecophyto 2018 prévoit le retrait du marché de 53 molécules parmi les plus dangereuses, ainsi qu'une réduction de 50 % de l'utilisation des pesticides dans les exploitations agricoles, et ce d'ici 2018. Pour atteindre ces objectifs, de profonds changements dans les modes de production des agriculteurs doivent être opérés. Pour cela, un investissement important en termes de Recherche et de Développement doit être effectué. En effet, les sensibilisations économiques et réglementaires ne suffisent pas. Elles doivent être associées à la formation technique des agriculteurs et de leurs

¹ Il s'agit de trouver les solutions pour protéger les végétaux des attaques de bioagresseurs sur les cultures. On y retrouve notamment les insectes, les champignons ainsi que les mauvaises herbes. En agriculture conventionnelle, la principale solution est de traiter avec des pesticides. Les pesticides comprennent l'ensemble des produits phytosanitaires permettant de lutter contre les bioagresseurs.

interlocuteurs aux alternatives de protection des cultures (Meynard 2008). Tout l'enjeu pour la recherche et le développement est alors de :

- 1- Concevoir des techniques et/ou des systèmes de culture alternatifs permettant de répondre, dans le temps imparti, à l'objectif de réduction fixé par la loi ;
- 2- Mettre à disposition des agriculteurs les connaissances utiles et utilisables pour développer des techniques ou des systèmes de cultures alternatifs.

Notre travail s'inscrit dans le cadre du second objectif. L'une des premières étapes consiste à recenser le(s) système(s) d'information relatif(s) à la protection des cultures existants : Quelles informations relatives à la gestion des pesticides sont actuellement mises à disposition des agriculteurs ? Quelles institutions les détiennent et comment les organisent-elles ? Quelles sont les ressources informationnelles mobilisées (Supports, Origines et Contenus) par les agriculteurs pour gérer la lutte contre les bioagresseurs dans leur exploitation ? Autant de questions auxquelles nous chercherons à répondre à travers le paragraphe qui suit, d'une part pour les agricultures conventionnelles d'autre part pour les agricultures dites durables (biologiques et intégrées). Le troisième paragraphe aborde un état de l'art de la gestion des connaissances dans le monde industriel afin de mieux saisir la spécificité de la gestion des connaissances en agriculture.

Nous montrerons que l'agriculture durable nécessite une mobilisation accrue des connaissances alors même que celles-ci sont difficiles à expliciter et mal diffusées. Notre proposition innovante repose sur la spécification et le développement d'un outil de gestion des connaissances en agriculture durable.

Dans le quatrième paragraphe, nous définirons son contenu prioritaire dans le cas de l'agriculture biologique.

2 MODELISATION DES SYSTEMES D'INFORMATION EN PROTECTION DES CULTURES EN AGRICULTURE

L'objectif de ce travail est d'analyser et de modéliser les systèmes d'information existants pour la protection des cultures dans l'agriculture conventionnelle mais également en agriculture durable.

2-1 En agriculture conventionnelle

L'agriculture conventionnelle est supposée être celle qui exige le plus d'accompagnement pour adopter des techniques ou systèmes de cultures alternatifs. Pour mener à bien ce travail, deux angles d'analyse sont adoptés :

- Celui interne au système de cultures qui consiste à identifier les informations qu'acquièrent et qu'utilisent les agriculteurs pour protéger leurs cultures ;
- Celui externe au système de culture qui consiste à identifier les informations qui sont construites et mises à disposition des agriculteurs par leurs différents interlocuteurs.

2-1-1 Méthodologie de recherche

La méthodologie de collecte et de traitement des données a été construite à partir d'une recherche bibliographique ainsi qu'à partir de deux enquêtes exploratoires auprès de deux experts², l'un expert des systèmes d'information et l'autre expert en agronomie.

La collecte des données est fondée sur des enquêtes d'une part auprès des acteurs institutionnels et d'autre part auprès des agriculteurs. Nous avons choisi de travailler avec des céréaliers. Les céréales sont en effet très présentes dans les terres labourables françaises. De plus, ces cultures sont fortement consommatrices de produits phytosanitaires.

Ainsi, les céréales à paille³ occupent 24% de la surface agricole utile et consomment près de 40% du total des pesticides⁴. Enfin, elles font l'objet d'un conseil agricole bien structuré. La zone d'étude est essentiellement localisée dans des zones céréalières d'Auvergne. Ces enquêtes ne visaient pas la représentativité des acteurs et des agriculteurs. Au contraire, elles cherchaient à explorer la diversité existante. Il était en effet impossible dans le cadre du stage d'enquêter un grand nombre de personnes. Par ailleurs, la théorie légitime cette démarche (Royer and Zarlowski 2003) qui permet de spécifier des modèles génériques. Pour les quatorze acteurs, cinq groupes ont été constitués : les organismes de développement⁵, les organismes réglementaires, la presse agricole, les organismes de distribution de produits phytosanitaires ainsi que les organismes d'enseignement et de recherche. Pour les agriculteurs, les critères d'hétérogénéité ont été plus difficiles à établir par manque de données. Nous avons sélectionné quatorze agriculteurs sur des communes de l'Allier et du Puy-de-Dôme, qui, intra-département étaient éloignées les unes des autres. Leurs systèmes de production sont soit du type céréale, soit du type céréale/élevage. Les entretiens ont été conduits selon un mode semi-directif. Autant pour les agriculteurs que pour les acteurs, les entretiens se décomposent en trois parties. La première porte sur une présentation générale de l'infrastructure dont dépend la personne interviewée. La seconde développe l'activité informationnelle relative à la protection des cultures. La troisième vise à schématiser les flux d'informations entre l'organisme et d'autres acteurs avec qui il échange de l'information relative à la protection des cultures. Par ailleurs, nous avons identifié pour chaque type d'information leur support (dimension technologique), leur origine (dimension organisationnelle) ainsi que leur contenu (dimension informationnelle) selon le modèle SOC (Support, Origine, Contenu) développé par (Magne 2007). Le recueil a établi

² Tous deux appartiennent au groupe Ecophyto Recherche et Développement. Des experts de l'INRA, du Cemagref, d'instituts techniques composent ce groupe. Son objectif est de construire et de diffuser des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires.

³ Les céréales à paille comprennent le blé, l'orge, le seigle...Elles ne comprennent pas le maïs ou le sorgho.

⁴ Données 2000, sources SCEES, UIPP

⁵ Les organismes de développement sont représentés dans notre article par les instituts techniques ainsi que les chambres d'agriculture.

également les domaines d'activité de travail liés aux informations (administration, commercialisation, ...) ainsi que leurs fonctions (Innover, prescrire, aide au développement cognitif...).

Les deux traitements associés aux données sont leur modélisation ainsi qu'une analyse statistique mais uniquement pour les données des agriculteurs. Les données pour chaque acteur et agriculteur ont été structurées par catégorie pour être mieux comparées et manipulées. Pour les données recueillies auprès des acteurs, les diagrammes de flux de données (modèle conceptuel de communication) mais également des matrices relationnelles cartographient les flux produits ou échangés entre les émetteurs et les récepteurs. Pour les agriculteurs, les flux de processus associés aux itinéraires techniques visualisent les décisions et les actions. Les prises de décision pour protéger les cultures visent à répondre à trois niveaux d'action stratégiques, tactiques et opérationnels. La vision temporelle de l'activité informationnelle relativement à l'activité de protection des cultures est ainsi prise en compte. Nous avons également composé des matrices relationnelles entre les méthodes de lutttes adoptées et les bioagresseurs ciblés pour comprendre de manière plus précise les comportements des agriculteurs. Enfin, les données des agriculteurs ont été traitées avec des outils statistiques classiques du type : analyse à composante multiple ou test de Khi2. Ainsi, les variables significatives de l'activité informationnelle de protection des plantes ont pu être reliées entre elles ou avec des variables illustratives des exploitations agricoles.

2-1-2 Résultats

L'organisation des acteurs en protection des cultures

L'organisation du réseau d'acteurs investis dans le domaine de la protection des cultures est complexe. Les organismes de distribution de produits phytosanitaires ne sont pas en contact direct avec les agriculteurs. Ils diffusent des informations générales sur les conditions d'utilisation des produits phytosanitaires vers les organismes de développement (chambre d'agriculture, coopérative, négoce, CETA⁶...).

⁶ CETA Centre d'Etudes Techniques Agricoles Le CETA est une association. Il regroupe des

Ceux-ci sont les interlocuteurs privilégiés de l'agriculteur. Nous les avons représentés sur la Figure 1 Principaux acteurs de la protection des cultures en agriculture conventionnelle. Ils produisent et diffusent de l'information sur les cultures, ainsi que sur les actions des produits phytosanitaires sur les bioagresseurs. Cette information est localisée c'est-à-dire proche géographiquement des réalités culturelles vécues par les exploitations agricoles. Les coopératives et les négoce se différencient en jouant un rôle économique pour faire respecter par exemple un cahier des charges de production des cultures. Ils ont donc un rôle de prescription marqué très centrée sur les pesticides. Du fait de leur concurrence, les coopératives n'échangent pas d'information avec les négoce. Pour leur part, les chambres d'agriculture ont une fonction de conseil, mais elles communiquent peu avec les agriculteurs. Les instituts techniques font de la recherche appliquée. Ils jouent de plus un rôle d'interface entre la recherche agronomique et les autres organismes de développement agricole. Ils produisent aussi une information du type agronomique mais à destination uniquement des autres organismes de développement. Un organisme de développement joue une fonction spécifique : le Fredon fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles d'Auvergne. Il est l'organisme de référence pour la connaissance locale et en temps réel des bioagresseurs. Jusqu'en 2008, l'organisme étatique régional le SRPV⁷ avait en charge la diffusion des avertissements agricoles associés à cette pression des bioagresseurs auprès des agriculteurs et des organismes de développement. En résumé, l'analyse des données montre qu'il y a beaucoup d'acteurs, beaucoup d'échanges mais essentiellement ciblés sur les produits phytosanitaires. Le contenu de l'information diffusée porte beaucoup moins sur la protection intégrée des cultures⁸. L'information massive sur l'usage des produits phytosanitaires est tempérée par l'avertissement agricole. L'usage des produits phytosanitaires

agriculteurs qui souhaitent améliorer leurs pratiques agricoles. Un conseiller agricole anime le CETA.

⁷ SRPV Service Régional de Protection des Végétaux. Ce service dépend du ministère en charge de l'agriculture.

⁸ La lutte intégrée exploite des moyens de lutte alternatifs à la lutte chimique.

est donc raisonné, mais ne peut pas être remis en cause au vue des informations reçues.

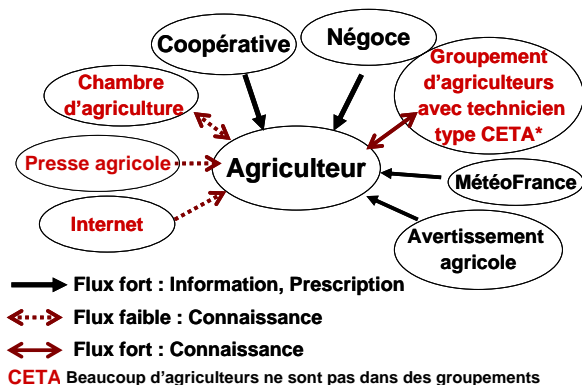


Figure 1 Principaux acteurs de la protection des cultures en agriculture conventionnelle

Le point de vue des agriculteurs sur la protection des cultures

L'analyse de la matrice relationnelle sur les méthodes de lutte face aux bioagresseurs illustre sans surprise que les agriculteurs conventionnels utilisent essentiellement la lutte chimique. Elle est exclusive contre les insectes. Des luttes du type cultural comme la rotation⁹, la génétique¹⁰ sont parfois mobilisées contre les adventices¹¹ et les champignons. Pour les adventices, la lutte physique (désherbage) est également exploitée. L'étude statistique a identifié des éléments structurant la gestion par les agriculteurs des informations relatives à la protection des cultures. En matière d'acquisition de l'information, deux types d'agriculteurs s'opposent. Un premier groupe multiplie les sources d'information externes en privilégiant les supports écrits. A l'inverse, l'autre groupe sollicite peu les sources externes et utilise essentiellement l'oral comme support de communication. Les agriculteurs qui sont engagés dans des contrats de type filière¹² sont dans ce dernier groupe. En effet dans ce cas,

⁹ La rotation repose sur la description des cultures successives sur une même parcelle.

¹⁰ Les variétés retenues sont plus rustiques. Elles sont naturellement capables de résister aux bioagresseurs.

¹¹ Adventice : Mauvaise herbe

¹² Ce type de contrat est pris entre l'agriculteur et la coopérative sur une culture. Il engage l'agriculteur en particulier sur sa conduite technique. Elle doit respecter les prescriptions définies par la coopérative. En conséquence de quoi, la coopérative achète la culture à un meilleur prix.

l'information communiquée a un rôle de prescription et se suffit à elle-même. En matière d'utilisation des informations, un groupe d'agriculteurs ayant une stratégie de lutte curative s'oppose au groupe d'agriculteurs développant une stratégie d'anticipation à la lutte chimique. Le niveau de formation est un des éléments explicatifs de cette double structuration. Plus son niveau de formation initial est élevé (niveau BTA¹³), plus l'agriculteur recherche à éviter la lutte chimique. Pour ce faire, il sollicite de nombreuses sources externes. L'analyse des flux de processus les plus fréquents constate que les sources d'information pour prendre les décisions tactiques ne sont pas les mêmes que pour prendre les décisions opérationnelles. Les coopératives et les Ceta fournissent les informations qui conduisent les agriculteurs à prendre la décision d'acheter les pesticides (niveau tactique). Par contre Météo France et le SRPV communique les informations qui pousse les agriculteurs à traiter les cultures (niveau opérationnel). L'évolution du rôle du SRPV pose la question de la reprise de cette activité d'avertissement par des structures locales.

2-2 En agriculture biologique et intégrée

La diminution du nombre de produits phytosanitaires va entraîner de nouvelles méthodes de travail en particulier préventives déjà utilisées en agricultures dites durables comme les agricultures biologiques ou intégrées. Si l'agriculture biologique s'interdit l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse, l'agriculture intégrée¹⁴ l'autorise mais en dernier recours.

A l'échelle de l'exploitation agricole, ces deux types d'agriculture vont mobiliser des types de lutte alternatifs à la lutte chimique. Ainsi par exemple, la lutte génétique utilise des variétés rustiques résistantes aux bioagresseurs, la lutte physique recourt au désherbage mécanique, la lutte biologique favorise le développement des auxiliaires¹⁵ alors que la lutte culturale repose

¹³ BTA Brevet de Technicien Agricole. Ce diplôme est équivalent à un baccalauréat professionnel

¹⁴ Voir site internet <http://www.iobc.ch/>

¹⁵ Un auxiliaire est un ennemi naturel du prédateur de la culture.

sur la diversification des cultures. Ces luttes s'expriment dans des dimensions spatiales et temporelles élargies. Plus une rotation est longue, plus elle est efficace pour réduire la pression des bioagresseurs. L'alternance spatiale de cultures diminue la rapidité de propagation des maladies. En agriculture durable, ces luttes ne se conçoivent pas d'une manière isolée. Comme le précise (Meynard 2008), Il s'agit de "prendre en compte les effets non intentionnels des choix techniques, considérer les interactions entre techniques, raisonner en intégrant plusieurs échelles et pas de temps, considérer la parcelle agricole comme un écosystème qu'il s'agit de piloter au mieux pour en tirer une production". L'approche des agricultures biologiques et intégrées repose sur une démarche systémique. Autrement dit, dans l'agriculture conventionnelle, une réponse unique reposant sur l'utilisation d'une molécule règle le problème généré par un bioagresseur. Par contre, les agricultures durables travaillent sur une ensemble de réponses face à des menaces potentielles ou réelles. Cette différence conceptuelle majeure laisse supposer que les agricultures durables mobilisent un grand nombre d'informations techniques. Ce nombre d'informations techniques peut même être amené à croître exponentiellement dès lors que les interactions entre techniques doivent pour partie être prises en compte. Par exemple, un arbitrage doit être rendu entre un semis clair, qui limite les risques d'apparition de maladies et de verse, et un semis dense, plus apte à étouffer les adventices.

2-2-1 Méthodologie de recherche

Nous nous proposons d'examiner comment ces agriculteurs organisent, stockent et utilisent l'information concernant la protection des cultures, comment cette information leur est proposée, et sous quelle forme. L'hypothèse de recherche est qu'il existe un déficit d'information pour les agriculteurs en production biologique ou intégrée. Ce déficit aurait deux causes : d'une part un besoin d'information plus conséquent dans les agricultures durables qu'en agriculture conventionnelle, d'autre part une offre réduite des organismes professionnels agricoles. Notre cadre d'analyse est schématisé dans la Figure 2 : Cadre d'analyse. Dans ce schéma générique, les acteurs institutionnels fournissent de l'information aux agriculteurs qui eux-mêmes

leur en réclament. Les acteurs comme les agriculteurs peuvent se créer leurs propres informations ou échanger des informations avec d'autres agriculteurs ou acteurs. Nous avons également travaillé à la fois sur le support, l'origine et le contenu de l'information selon le modèle SOC développé par (Magne 2007).

Ce cadre d'analyse a servi de support à un questionnaire du type semi-directif. Le questionnaire est adressé autant à l'offre institutionnelle de l'information en protection des cultures (les acteurs institutionnels) qu'à la demande (les agriculteurs). Le choix d'une vingtaine d'acteurs institutionnels repose sur ce critère : leur production d'informations doit atteindre l'agriculteur. Le choix du panel d'agriculteurs ne porte pas sur l'idée d'une représentativité également inabordable mais sur celle d'une expression de la plus grande diversité possible. Il s'agit d'explorer les modèles de circulation de l'information. Une dizaine d'agriculteurs biologiques en Auvergne et cinq agriculteurs intégrés du département de l'Eure dans la région Haute Normandie ont été retenus. Nous avons ainsi obtenu deux jeux de données associés aux agriculteurs. Un premier jeu de données est agrégé à chaque agriculteur comme la surface agricole utile, le nombre de productions végétales, la quantité de sources d'informations... Un second jeu de données intitulé "information" regroupe des supports d'information. Chaque support d'information réunit pour un agriculteur donné une source d'information, une fréquence et un mode de diffusion de l'information. Près de cent-vingt supports d'information ont été recensés pour les quinze agriculteurs enquêtés. Les données recueillies illustrent la qualité de l'information et plus largement la satisfaction générale de l'agriculteur vis-à-vis de l'information reçue. Elles relatent également le type de décision prise selon son niveau opérationnel, tactique ou stratégique associé à chaque information. Nous avons recueilli aussi l'importance de l'engagement de chaque agriculteur dans sa recherche d'informations.

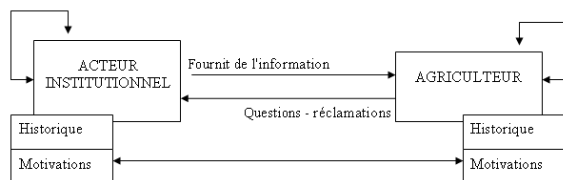


Figure 2 : Cadre d'analyse

Nous avons traité ces données. Pour les acteurs, le Modèle Conceptuel de Communication (MCC) met en évidence les principaux liens de communication entre acteurs. Ce modèle est fondé sur un diagramme, sur un descriptif des acteurs et des flux d'information. Pour les agriculteurs, les données ont fait l'objet d'une analyse statistique classique (Analyse Factorielle à Correspondance Multiple, classification ascendante, tri à plat...) sous l'outil Spad¹⁶

2-2-2 Résultats

L'offre des acteurs institutionnels En dehors de l'institut technique de l'agriculture biologique, les acteurs interviewés ne sont pas fortement liés à l'agriculture biologique ou à la production intégrée. L'impression générale des enquêtes auprès des acteurs institutionnels est que la protection des cultures rime avec les traitements phytosanitaires. Les techniques alternatives et les systèmes économes en intrants ne sont jamais spontanément cités comme une stratégie de protection des cultures. Le raisonnement des traitements phytosanitaires est par contre cité. Dans un jeu d'acteurs globalement complexe, certains acteurs constituent de véritables nœuds d'information, par le nombre de flux d'informations qu'ils échangent avec d'autres acteurs. Cinq acteurs émergent : le SRPV - service de l'Etat spécialisé dans la protection des cultures - (16 relations recensées), la chambre d'agriculture (14 relations), la presse agricole (13 relations), les instituts techniques (11 relations) et les firmes phytosanitaires (10 relations). Ces acteurs ne sont pas nécessairement en contact direct avec les agriculteurs. A noter que l'arrêt de la diffusion des avertissements agricoles par le SRPV va notablement modifier ce schéma. La surveillance biologique du territoire était en 2008 dans une

année de transition¹⁷. En moyenne, l'agriculteur reçoit des informations de 12 acteurs différents dont les autres agriculteurs.

La satisfaction des agriculteurs est fortement associée à l'existence de contacts humains essentiellement par la présence d'un technicien mais aussi par les échanges entre agriculteurs. Ces contacts sont ceux qui fournissent une information localisée dont ils sont très demandeurs. Mais, les informations issues des négoce et des coopératives sont souvent taxées de partialité. Les agriculteurs ont peu recours aux supports écrits. Ils trouvent ainsi la presse agricole ou internet trop généraliste. Internet est par ailleurs considérée comme chronophage et ce média est pour l'heure encore peu utilisé.

Les agriculteurs "bios" considèrent que la quantité d'informations qui leur est fourni est insuffisante. En 2008, sur les quatre départements de l'Auvergne, seul un département a un technicien en « bio ». Dans ce département, les agriculteurs sont globalement satisfaits. L'interprofession en agriculture « bio » est appréciée mais sa fréquence de diffusion de l'information est faible. Les agriculteurs « bios » font majoritairement appel aux autres agriculteurs, aux chambres d'agriculture, à la presse agricole, aux coopératives ainsi qu'au secteur privé. Nous les avons représentés sur la figure ci-dessous. Ce processus de construction d'une qualification collective à partir de groupes d'agriculteurs sans encadrement est ancien. Si dans les années 80, les institutions ont reconnu l'agriculture biologique, antérieurement les agriculteurs en "bio" ne pouvaient en effet

¹⁶ <http://www.spad.eu/>

¹⁷ Dans la nouvelle organisation qui fait suite aux avertissements agricoles, l'information sur la situation phytosanitaire des cultures est séparée des conseils de préconisation. La situation phytosanitaire est une information publique, produite et diffusée dans "un bulletin de santé du végétal" par les partenaires agricoles. Elle est certifiée par l'Etat. Le conseil à l'utilisation du produit phytopharmaceutique est sous la responsabilité de professionnels. Il relève désormais du domaine concurrentiel. Ce conseil devrait faire l'objet d'une certification dans les prochaines années. Ministère de l'agriculture et de la pêche (2009). Circulaire du 04 mars 2009 : Note d'orientation et de cadrage pour la mise en oeuvre d'un réseau d'épidémiologie-surveillance dans le domaine végétal.

compter que sur eux-mêmes pour développer leurs connaissances (Ruault 2006).

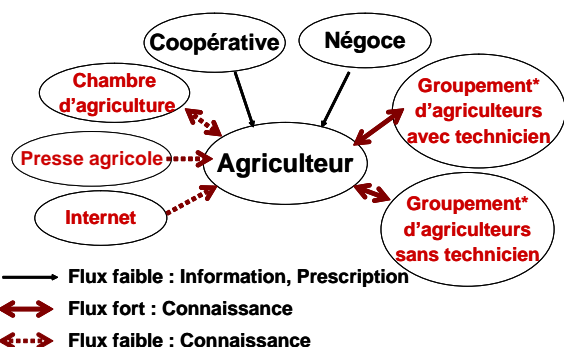


Figure 3 : Principaux acteurs de la protection des cultures en agriculture biologique

Globalement, l'insatisfaction des agriculteurs « bios » de la région d'Auvergne est clairement identifiée dans l'enquête. Cette insatisfaction est à mettre en relation avec la faible offre de solutions alternatives aux traitements phytosanitaires proposées par les institutionnels. Par contre, il semble que les causes de l'attentisme de certains agriculteurs « bios » ont plusieurs origines. Cela est grandement dû au manque de temps (plusieurs fois cité), mais aussi parfois à un manque de besoin. Par exemple, dans des situations de polycultures d'élevage en moyenne montagne, le climat est peu favorable au développement des bioagresseurs et les cultures les plus vulnérables sont très minoritaires, ce qui entrave la propagation des bioagresseurs. Dans ces cas, les attaques de bioagresseurs sur cultures sont faibles ou inexistantes et leur impact économique plus faible. La protection des cultures et la recherche d'informations qu'elles supposent ne sont donc pas prioritaires. Il est par contre apparu des situations où l'absence d'information devient critique pour la poursuite même de la conduite de l'agriculture biologique en Auvergne.

D'un point de vue méthodologique, la taille de l'échantillon des agriculteurs enquêtés est relativement faible. Ainsi, l'objectif de situer la diversité du comportement des agriculteurs « bios » vis-à-vis de la gestion des informations en protection des plantes n'est qu'en partie atteint. Dans de nombreuses autres régions que l'Auvergne, l'offre de conseillers en agriculture biologique est relativement bien structurée

(Ruault 2006). Elle s'est rapidement étoffée sur 10 ans entre 1990 et 2000 (Ruault 2006). Malheureusement, le désengagement de la puissance publique dans la vulgarisation agricole est constatée partout en Europe (Colson 2006). Il rend incertaine la poursuite de ce développement.

Les agriculteurs intégrés ont plusieurs sources d'information : les expérimentations spécifiques à cette agriculture mais également le capital technique issu de l'agriculture biologique ainsi que des informations issues de l'agriculture conventionnelle sous réserve de quelques adaptations. Les agriculteurs interrogés ont comme principale ressource le GDA Groupe de Développement Agricole¹⁸. Ils en sont tous adhérents. La circulation d'information est autant associée au technicien chargé de son animation qu'à l'échange entre pairs par exemple dans le cadre de réunions « tours de plaine ». Pour les agriculteurs intégrés de l'Eure, la présence d'un GDA animé par un technicien explique la dynamique de diffusion des connaissances. Les besoins en informations sont élevés ce qui confirme l'une des hypothèses de départ. La qualité de l'animation et la dynamique de groupe apparaissent comme des réponses satisfaisantes à ces besoins.

Si les agriculteurs "bios" et intégrés ont de nombreuses particularités en commun, l'information reçue par les agriculteurs intégrés est plus abondante et plus riche.

¹⁸ GDA Groupe de développement agricole ; Un groupe de développement agricole regroupe quelques dizaines d'agriculteurs. Ils sont parfois encadrés par un conseiller agricole comme dans le cas de notre exemple. Cette structure est un lieu privilégié d'échanges de connaissances. Les sujets abordés sont potentiellement nombreux : Règlementation, intrants, commercialisation, environnement etc... Historiquement, les GDA sont plus liés aux organismes professionnels agricoles que les CETA Rémy, J., H. Brives, et al. (2006). Conseiller en agriculture. Paris, Inra, Educagri éditions..

2-3 DISCUSSION SUR LES DIFFERENCES ENTRE LES DEUX MODES DE GESTION DES CONNAISSANCES : AGRICULTURE CONVENTIONNELLE VERSUS AGRICULTURE DURABLE

Nous avons comparé les résultats des deux enquêtes.

Il s'avère que l'hypothèse de départ est en partie vérifiée. Si les agriculteurs conventionnels ont d'avantage d'information que les agriculteurs « bios », les agriculteurs intégrés semblent avoir plus d'information que les agriculteurs conventionnels. Il est intéressant de constater que les agriculteurs conventionnels qui adoptent les parcours les plus économes en intrant sont ceux qui sont les plus proches des agriculteurs intégrés en matière de gestion des informations. Notre étude a mis en évidence le poids des formations initiales des agriculteurs conventionnels dans une recherche volontaire de solutions alternatives à la lutte chimique.

Par ailleurs, dans les deux figures Figure 1 Principaux acteurs de la protection des cultures en agriculture conventionnelle et Figure 3 : Principaux acteurs de la protection des cultures en agriculture biologique, nous avons distingué les informations des connaissances. Selon (Reix 2004), une information se construit à partir des données interprétées par des connaissances. La comparaison des deux figures montre l'importance des échanges d'information entre les acteurs de l'agriculture conventionnelle en particulier depuis les coopératives et les négoce. A l'inverse en agriculture biologique ainsi qu'en agriculture intégrée, l'appropriation des connaissances par les agriculteurs est fondamentale. Cette dernière se fait pour l'essentiel par échange entre agriculteurs et dans la meilleure des configurations en présence d'un conseiller.

La question qui se pose est celui du développement des connaissances pour permettre une évolution des agriculteurs conventionnels vers des types d'agriculture durable. Dans les organismes d'enseignement, le développement des formations initiales aux luttes alternatives est une piste pour réduire le déficit d'information.

Les agriculteurs conventionnels sont à la fois méfiants et curieux des techniques développées par les agriculteurs intégrés et biologiques. L'agriculture intégrée pourrait jouer un rôle de passerelle dans la diffusion de connaissances développées en agriculture biologique vers l'agriculture conventionnelle. Mais, contrairement à d'autres pays d'Europe, l'agriculture intégrée française est très peu structurée.

L'essentiel de l'information de protection des cultures, diffusée auprès des agriculteurs en particulier conventionnels, porte sur la lutte chimique. Les organismes de développement économique, les coopératives et les négoce, ont un poids important dans cette diffusion en particulier à travers les prescriptions des cahiers des charges. Pourtant, les centres de recherche, les organismes d'enseignement, des organismes de développement agricole (CETA, instituts techniques) produisent déjà des connaissances sur les luttes alternatives, même si c'est encore dans des volumes insuffisants. Malheureusement, seuls les groupements d'agriculteurs type CETA ou GDA sont en contact direct avec les quelques agriculteurs qui en sont adhérents. Par ailleurs, les systèmes de conseil agricole se sont déployés depuis 2007 dans toute l'Europe. Ces dispositifs ont pour mission première d'apporter les conseils et les expertises nécessaires au respect des exigences de la conditionnalité des aides PAC. Ces systèmes de conseil agricole pourraient être obligatoires pour certaines catégories d'agriculteurs dès 2010. C'est aussi dans ce cadre de formation, que l'on peut imaginer la diffusion systématique des luttes alternatives à la lutte chimique pour protéger les cultures.

Le technicien agricole en contact avec les agriculteurs consacre une partie de son temps à la recherche d'information. Ceci dégage d'autant la charge de travail des agriculteurs. Il joue un rôle d'animateur en mettant en relation des agriculteurs (et éventuellement d'autres experts) ce qui permet un échange d'informations fructueux. De plus, l'ensemble de ces contacts humains est très apprécié par les exploitants agricoles. Il offre une information très technique et adaptée au contexte local. Il a une approche transversale des exploitations agricoles. Le technicien possède donc deux avantages majeurs pour le développement des agricultures

biologiques et intégrées : Il est en situation pour avoir une approche systémique des exploitations agricoles, mais il est aussi une force de propositions pour des diagnostics et des actions localisés. En absence d'un technicien agricole spécialisé en « bio » ou intégré, le passage réussi d'un agriculteur conventionnel à l'agriculture biologique ou intégrée est problématique en particulier dans les zones céréalières. La différence vient de ce que les agriculteurs conventionnels disposent d'un large éventail de techniciens et de conseillers agricoles sans commune mesure avec ce que l'on peut rencontrer en productions biologiques ou intégrées. L'agriculteur désireux de faire la transition malgré l'absence d'un technicien doit compenser cette absence par une démarche de recherche d'information, ce qui constitue un handicap majeur. Cette recherche passe essentiellement à travers les contacts avec les pairs. Pour cette recherche d'informations, l'attitude des agriculteurs est soit volontaire, soit attentiste. Ce comportement individuel est déterminant dans l'obtention d'une information globalement satisfaisante. Les ressources en information sont donc très liées aux deux facteurs décrits ci-dessus, ce que résume le tableau 1.

	Absence d'un technicien	Présence d'un technicien
Agriculteur volontaire	Information générale moyenne plutôt générale, faible opérabilité	Très bonne information et opérabilité
Agriculteur attentiste	Peu d'information faible opérabilité	Information faible à moyenne Opérabilité moyenne à bonne

Tableau 1 : Type d'information en protection des végétaux reçue par les agriculteurs

Or, malheureusement, dans ce contexte fragile de développement des agricultures biologiques et intégrées, l'absence de conseiller constitue un handicap majeur pour le passage vers une agriculture durable. De plus, le départ du conseiller, lorsqu'il existe, est susceptible

d'entraîner une importante déperdition de connaissances. Ces connaissances ne concernent pas uniquement la protection des végétaux mais également la gestion des autres intrants (engrais, irrigation) qui rentre dans le même type de problématique. Notre proposition est donc de spécifier et de développer un outil de gestion des connaissances. Un outil informatisé de gestion des connaissances pourrait certes être l'une des réponses nécessaires mais elle est non suffisante. En effet, si cet outil peut assurer un rôle de capitalisation et de partage des connaissances particulièrement précieux en particulier dans les périodes de transition, une phase d'appropriation et de validation des connaissances reste de toute façon indispensable au plan local. Cet outil n'aurait donc pas pour vocation de se substituer à la présence des conseillers ou aux échanges entre pairs nécessaires pour recontextualiser la connaissance.

Dans le paragraphe suivant, nous nous proposons donc de définir quelles pourraient être les bases d'un outil informatique de gestion des connaissances en agriculture en partant de l'expérience accumulée en gestion des connaissances dans le monde industriel.

3 DE LA GESTION DES CONNAISSANCES DANS LE MONDE INDUSTRIEL A LA GESTION DES CONNAISSANCES EN AGRICULTURE

La gestion des connaissances est ancienne dans le monde industriel. Certes des différences existent entre les deux types d'entreprises. En particulier, du fait de son caractère stratégique et de sa très petite taille, l'Etat a toujours soutenu l'agriculture en lui fournissant un appui économique ainsi qu'un soutien en recherche et en formation. De plus, les entreprises agricoles sont insérées au sein d'organisations professionnelles agricoles. Son environnement organisationnel est donc très structuré, aussi bien en amont qu'en aval de ses activités. Nous faisons l'hypothèse que des méthodes de gestion des connaissances issues du monde industriel peuvent, malgré tout, être adaptées au monde agricole.

Ainsi dans un premier temps, nous rappellerons les grandes lignes en matière de gestion des connaissances dans d'autres contextes

organisationnels que le monde agricole. Dans un second temps, nous essayerons d'appliquer ces savoir-faire au contexte agricole.

3-1 La gestion des connaissances dans les organisations

3-1-1 Typologie des connaissances

Dans une entreprise, la gestion des connaissances peut être appréhendée de deux manières : 1) Une manière défensive construit le capital de connaissances pour faire face à la rotation du personnel ; 2) Une manière plus offensive voit dans le développement de la connaissance une opportunité pour générer de nouveaux produits et des processus de fabrication plus compétitifs. L'innovation repose cependant sur la bonne gestion du patrimoine des connaissances. L'innovation se construit souvent par un brassage entre connaissances patrimoniales et connaissances externes à l'organisation obtenues par la veille économique. Les techniques d'informatisation et de communication ont accompagné ces mouvements en permettant une baisse significative des coûts de formalisation et de transmission de la connaissance (Le Boterf 2008).

Une typologie peut aider à leur gestion (Alavi and Leidner 2001). (Polanyi 1966) a introduit la connaissance tacite à travers sa formule devenue célèbre : "Nous connaissons plus que nous ne pouvons dire". (Nonaka and Takeuchi 1995) ont développé ces notions de connaissances explicites et tacites en les reliant à la fois à leur dimension collective et individuelle. Les connaissances tacites s'expriment par exemple par des tours de main (tacite technique) mais aussi à travers des connaissances enfouies au sein des personnes (tacite cognitif). Les connaissances tacites sont difficiles à formaliser et à communiquer (Grundstein 2002) mais une partie d'entre elles sont explicitables. Les connaissances explicites s'écrivent. Dans une entreprise, l'avoir intellectuel s'exprimerait pour 30% sous une forme explicite et pour 70% sous une forme tacite

3-1-2 Cycle de gestion des connaissances

La connaissance se capitalise à travers un socle de savoir. Il s'enrichit par l'acquisition de

nouvelles connaissances. Ces nouvelles connaissances ont besoin de connaissances pour être produites. Cette dualité de la connaissance introduit son caractère cyclique (Nonaka and Takeuchi 1995; Grundstein 2002). La déclinaison des connaissances tacites et explicites dans une organisation conduit à identifier quatre natures de transformation des connaissances (Nonaka and Takeuchi 1995). Ces quatre types de transformation touchent selon les scénarios les individus, les groupes et l'organisation. Au niveau des moyens à déployer pour chacun des quatre modes de transformation des connaissances, (Nonaka and Konno 1998) ont signalé l'importance d'une plateforme de partage : le Ba . Cet espace est physique comme un bureau ou bien virtuel comme un forum associé à une communauté de pratiques. La Figure 4 Spirale de conversion de connaissances ou modèle SECI¹⁹ (Nonaka and Takeuchi 1995) ci-dessous reprend ces quatre modes de transformation en les associant aux structures d'acteurs successivement concernées à savoir les individus, les groupes et l'organisation elle-même. Ils sont décrits ci-dessous en partant de la nature tacite ou explicite des connaissances :

- De tacite en tacite par la socialisation ; L'interaction entre individus provoque ce transfert des connaissances tacites comme les tours de main.
- De tacite en explicite par l'externalisation ; Les groupes formalisent une partie des connaissances tacites des individus pour les évaluer et les transmettre.
- D'explicite en explicite par la combinaison ; Les groupes reconstruisent les connaissances
- D'explicite en tacite par l'internalisation ; L'individu intègre un certain nombre de savoir-faire au contact des autres individus et des groupes de l'organisation.

Certes pour manager les connaissances, il faut des approches humaines et organisationnelles (Leprêtre 2007). Mais sans les technologies de gestion des connaissances, la pratique de partage se réduit aux groupes géographiquement

¹⁹ SECI Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internalisation

proches. Cette gestion est dans ce cas limitée dans l'espace et le temps (Balmissse 2006). Il est donc important de gérer les connaissances dans une logique technologique même si cette gestion ne se réduit pas à cela.

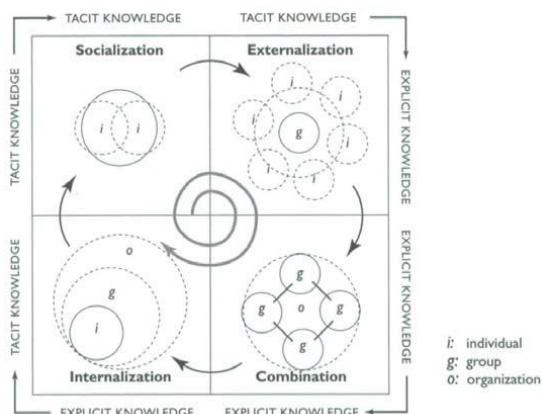


Figure 4 : Spirale de conversion de connaissances ou modèle SECI (Nonaka and Takeuchi 1995)

3-1-3 La gestion patrimoniale dans les entreprises

La gestion patrimoniale des connaissances comprend deux étapes. La première étape dessine une cartographie des connaissances de l'entreprise. Elle identifie son caractère critique, c'est-à-dire son importance pour l'organisation du fait de sa rareté, de sa complexité ou de sa difficulté à la produire et à la diffuser. La seconde étape a pour objectif de produire un plan d'action pour réduire cette criticité.

3-1-3-1 Cartographier les connaissances critiques des entreprises

Dans le sous paragraphe suivant, nous définissons le caractère critique d'un savoir puis nous abordons les différents modes de cartographie des connaissances.

Définition de la criticité d'une connaissance

Les connaissances évaluées sont aussi bien explicites que tacites. Selon (Grundstein 2002), les connaissances cruciales sont celles sans lesquelles les problèmes critiques d'une organisation n'ont pas de solution. La mesure de

cette criticité est bâtie à la fois (Grundstein 2002) sur la vulnérabilité des connaissances (rareté, accessibilité, coût et délais d'acquisition) et sur leur importance en terme d'enjeux collectifs. (Aubertin 2007; Ricciardi, De Oliveira Barroso et al. 2007) sont proches de ce mode d'évaluation. (Aubertin 2007) cite en sus la difficulté d'usage de la connaissance. TELECOM & Management SudParis (ex INT) a développé une méthode de cartographie des connaissances critiques : La méthode M3C. Tous proposent un système de note établi par les usagers. (Viola and Morin 2007) signale un biais dans la construction de cette criticité. Les personnes sollicitées sont tentées de surestimer la criticité des connaissances qu'elles gèrent directement. Cette surévaluation leur donnerait ainsi davantage d'importance dans l'organisation. La question des connaissances critiques partageables est également posée dans le cadre de l'entreprise étendue (Boughzala 2007b). Les connaissances critiques sont souvent tacites. Du point de vue de la gestion de la criticité, nous verrons que les connaissances tacites explicitables s'y différencient des connaissances tacites non explicitables.

Mode de cartographie des connaissances critiques

(Aubertin 2007) recense trois types d'approche de cartographie des ressources cognitives par la mise en évidence des savoirs par domaine, par compétence et associés aux processus.

- Approche conceptuelle ou par domaine

Un domaine est lié à un champ d'activité d'un groupe d'acteurs. Cette approche est adaptée à des niveaux de complexité élevée. Elle s'illustre par exemple par des arbres ou des cartes cognitives (Ermine 2007a).

- Approche fonctionnelle

Elle marque les compétences. Elle est rapide à mettre en œuvre. Elle est privilégiée par la hiérarchie. Voisine d'un organigramme, elle est donc très dépendante de l'organisation.

- Approche procédurale ou par processus

Elle est la seule des trois méthodes à relier le savoir au travail. L'approche procédurale est assez complexe à mettre

en œuvre. Elle a été bien explorée par la méthode Gameth de (Grundstein 2000b; Grundstein 2002). Celle-ci comprend quatre étapes où sont reconnus successivement les points suivants : les processus sensibles i.e. les enjeux reconnus collectivement, les activités critiques liées à ces processus, les connaissances nécessaires pour y résoudre les problèmes déterminants et celles nécessaires au bon fonctionnement de ces activités, enfin la mesure du caractère crucial de ces dernières connaissances.

Ces trois modes cartographiques sont connectés selon la double logique présentée dans la Figure 5 ci-dessous. D'une part, une première logique qui va des connaissances à l'action et d'autre part une seconde qui circule d'un niveau opérationnel à un niveau stratégique. Une connaissance est mobilisée par une compétence dans le cadre d'un processus.

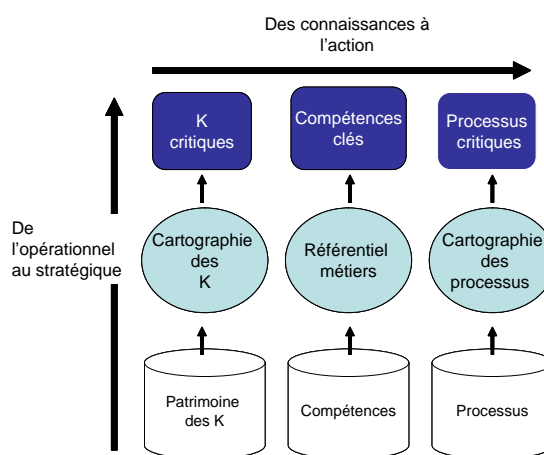


Figure 5 : Les trois approches connaissances/compétences/processus D'après (Aubertin 2007)

Dans chacun de ces modes cartographiques, le niveau de criticité est affichable. Ils ont un caractère systématique car ils essaient tous d'avoir une vue globale de l'organisation.

3-1-3-2 Plan d'action pour réduire la criticité des connaissances

La cartographie des connaissances met en exergue leur criticité. Réduire cette criticité implique le développement de ces connaissances et leur détention par un nombre significatif d'acteurs. Mais le patrimoine des connaissances est bicéphale. Il accumule à la fois des

connaissances explicites et des connaissances tacites. Les deux grands types de transfert et donc de développement des connaissances sont directs et indirects (Balmisse 2006; Le Bris 2007; Ermine 2007a). Ils sont matérialisés dans la Figure 6 Transfert de connaissances.

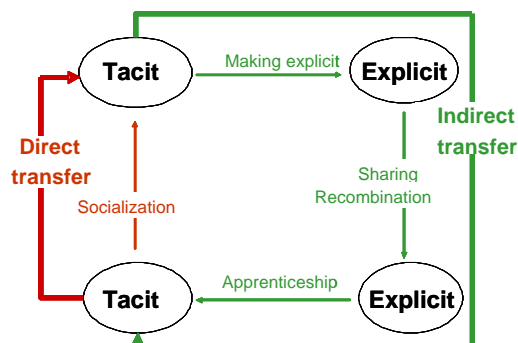


Figure 6 : Transfert de connaissances (Ermine 2007a)

Ces deux modes de gestion se distinguent bien. Soit l'organisation gère les personnes et leurs connaissances tacites, soit elle gère les connaissances explicites (Ermine 2007a). Ils sont souvent complémentaires au sein d'une même entreprise. Les techniques informatiques et internet ont produit de nouvelles approches de la gestion de la connaissance (Quaddus and Xu 2004). La plupart des méthodes et outils décrits infra exploitent ces techniques. Elles manipulent surtout des connaissances explicites mais il existe également des outils favorisant les interactions entre les individus.

Transfert indirect

L'explicitation des connaissances aboutit à des documents textuels plus ou moins structurés mais aussi à des modèles (Ermine 1998). Elle peut être coûteuse à mettre en œuvre (Ermine 2007a). Il faut pour cela résister à la tentation de tout écrire et aller à l'essentiel (Le Boterf 2008). Deux grands modes de création de connaissances sont discernés : Ceux ayant pour support la conduite de projets et ceux issus de personnes ayant les compétences (méthode MASK, méthode CommunKADS, approche par les retours d'expérience type Rex, Merex, outils de gestion de contenu...).

Les outils qui partagent la mémoire d'entreprise (Dieng-Kuntz 2007) sont nombreux : guide des bonnes pratiques, serveur de connaissances,

cartes cognitives, ontologie, système hypermédia, outils du type système expert et système de raisonnement à partir de cas.

Transfert direct

Les connaissances tacites sont portées par les processus cognitifs des individus. Ainsi, les annuaires d'experts recensent les individus porteurs de savoir-faire sans chercher à expliciter ces derniers. Ce mode de gestion facilite le travail coopératif. Plus largement, autour d'un domaine partagé, un réseau, i.e. une communauté de savoirs, relie ces individus. L'animation des connaissances tacites passe par l'identification et la gestion (Soulier, Zacklad et al. 2002) de ces communautés de savoir, de leur processus de partage ainsi que de leurs usages des outils technologiques. Ce processus coopératif se situait historiquement dans une unité de temps et de lieu. Cependant, le développement d'outils éventuellement collaboratifs (Balmissse 2006) reposant notamment sur la voix, le texte et les images élargit ce "ba originel" (Bourdon 2004) à des échanges dans des environnements différenciés de temps et d'espace (Grundstein 2002).

3-2 - Spécificité d'un outil de gestion des connaissances en agriculture

Nous allons essayer de présenter les principales caractéristiques de la gestion de la connaissance dans le monde agricole à partir d'une analyse basée sur le modèle théorique SECI de (Nonaka and Takeuchi 1995) présenté dans le paragraphe 4-1-2 ci-dessus. La figure Mode de transformation des connaissances en agriculture ci-dessous est construite à partir du point de vue de l'entreprise agricole élargi aux pairs et aux organismes agricoles.

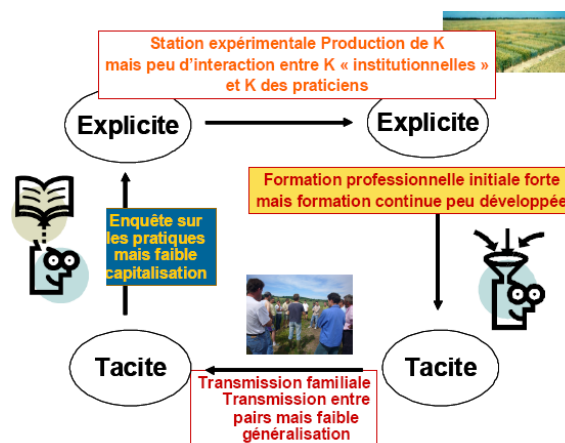


Figure 7 : Mode de transformation des connaissances en agriculture

Elle illustre deux difficultés importantes :

- Les connaissances sont essentiellement tacites chez les agriculteurs. Dans cette entreprise familiale, la transmission de savoirs s'opère de père en fils. Elle s'effectue aussi dans le cadre d'un travail collectif entre pairs éventuellement avec un conseiller agricole par exemple lors des réunions "bouts de champs" (Voir paragraphe 2-2-2 Résultats). Les connaissances partagées y sont d'abord tacites même si des documents explicites peuvent y être échangés. Si le transfert direct des connaissances tacites est efficace localement, la généralisation de ce mode de transfert est compliquée du fait de la faible mobilité géographique des agriculteurs. La question de la capitalisation des savoirs accumulés par les agriculteurs semble donc complexe à mettre en œuvre. Ces connaissances tacites sont critiques du fait de la difficulté de leur diffusion.
- Le second type de transfert indirect par l'explicitation des connaissances tacites, leur partage et leur apprentissage est difficilement opérationnel. L'innovation agricole i.e. la recombinaison de connaissances explicites qu'elles soient issues des pratiques des agriculteurs ou bien produites par le conseil agricole ou la recherche agricole, est de fait rendue difficile.

Les processus de capitalisation des connaissances et de leur renouvellement sont malheureusement difficilement opérants en agriculture, alors même que l'agriculture durable

nécessite une mobilisation importante de connaissances.

Cette analyse basée sur le modèle théorique SECI rejoint les conclusions de notre enquête de terrain auprès du monde agricole (Voir paragraphe 2-3 discussion sur les différences entre les deux modes de gestion des connaissances : agriculture conventionnelle versus agriculture durable). Nous proposons donc de développer un outil informatique de gestion des connaissances en agriculture durable.

Nous avons vu que l'agriculture durable allait mobiliser de nombreuses connaissances. Les connaissances associées à un moindre usage des intrants notamment des produits phytosanitaires doivent donc être gérées. L'état de l'art sur la gestion des connaissances dans le monde industriel a dégagé quelques solutions intéressantes. Sont-elles applicables dans le monde agricole ? Celui-ci présente un certain nombre de difficultés spécifiques. Ainsi, si la gestion des connaissances implique que les réseaux de savoir et les réseaux de pouvoir cohabitent, leur identification ne va pas de soi dans le monde agricole. En effet, la recherche, le conseil agricole et les agriculteurs n'ont pas de relations obligées ou contractuelles comme dans le cadre de l'entreprise avec ses laboratoires de recherche, et ses sous-traitants.

Dans ce cadre, les propositions d'outils informatiques sont par exemple des outils du type gestion électronique de documents directement accessibles par internet. La mise en place d'un Wiki agricole ouvert strictement au monde agricole élargi (Lycée professionnel agricole, recherche, instituts techniques, chambres d'agriculture, coopératives, agriculteurs) pourrait permettre également une explicitation ainsi qu'une diffusion efficace des connaissances pour peu qu'une masse critique d'utilisateurs assure une régulation satisfaisante des contributions.

Enfin compte tenu de la diversité des agricultures durables, qu'elles soient raisonnées, intégrées ou biologiques, la mise en œuvre d'outils différenciés est nécessaire pour assurer un minimum d'adhésion par les acteurs et de cohérence dans leur contenu respectif.

Dans les trois cas, l'objectif de gérer toutes les connaissances est inatteignable. Dans un premier temps, cette gestion repose sur les connaissances

critiques (Voir paragraphe 3-1-3-1 Cartographier les connaissances critiques des entreprises). Dans le paragraphe suivant, nous allons donc définir les connaissances prioritaires à gérer.

Dans la suite de l'article, nous aborderons le cas de l'agriculture biologique. Elle a pour principale avantage d'être labélisée. Ainsi, contrairement à l'agriculture intégrée, l'agriculture biologique s'inscrit dans un cadre bien défini dans lequel tous ses acteurs qu'ils soient agriculteurs ou institutionnels sont parfaitement identifiés.

4 QUELLES SONT LES CONNAISSANCES IMPORTANTES A GERER ? LE CAS DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Cette démarche a été validée par un comité d'experts qui nous a accompagnés dans cette première étape de recherche des connaissances critiques.

Nous avons testé deux méthodologies pour cartographier ces connaissances à capitaliser : la première analyse les processus pour la conduite d'une culture, la seconde approche le niveau plus global d'une exploitation agricole par domaine de connaissance. Dans les deux cas, nous avons retenu, à dire d'expert, des exploitations en grandes cultures (céréales, oléagineux²⁰, protéagineux²¹) qui ne pratiquent pas l'élevage. Toutes font du blé qui est une culture particulièrement rémunératrice.

4-1 Identification des connaissances critiques pour la conduite du blé biologique

L'analyse des processus critiques appliqués à la conduite de blé biologique s'appuie sur des entretiens avec trois agriculteurs en grandes cultures. Ils sont basés en Limagne dans le département du Puy-de-Dôme sur de bonnes terres agricoles. Ils n'ont pas été choisis au

²⁰ Oléagineux : Plante cultivée pour ses graines ou ses fruits riches en lipides, dont on tire des huiles alimentaires ou industrielles (Tournesol, arachide, lin, olivier, soja) Mazoyer, M. (2002). Larousse agricole, Larousse.

²¹ Protéagineux Plante cultivée essentiellement pour sa production de protéines (Soja, féverole, pois, etc...) Ibid.

hasard. La profession les reconnaît comme étant des agriculteurs expérimentés. Pour chacun d'entre eux, les entretiens ont duré deux fois deux heures en moyenne. Leurs enregistrements ont facilité l'analyse d'un discours agronomique assez pointu.

La culture du blé biologique procède d'un itinéraire technique. Michel Sébillotte, ancien directeur scientifique de l'INRA²², définit l'itinéraire technique comme une "combinaison logique et ordonnée des techniques mises en œuvre sur une parcelle en vue d'en obtenir une production" (cité dans (Doré, Estrade et al. 2006)). Sur la Figure 9 proposée ci-dessous, un axe horizontal affiche les principales étapes de la production du blé biologique. A chacune de ces étapes, les problèmes habituellement rencontrés y ont été associés ainsi que les connaissances permettant de les résoudre. Dans un premier temps, les agriculteurs ont complété ce schéma au moins au niveau de la description des principales étapes. Puis, ils ont mis en évidence les manques en connaissances cruciales aptes à résoudre les problèmes déterminants.

La conduite du blé d'hiver se déroule sur une année depuis le travail du sol en automne précédant le semis jusqu'à la récolte en été. Pourtant, tous les agriculteurs ont rajouté le raisonnement de la rotation comme faisant partie intégrante du processus. Une rotation exprime la succession des cultures dans le temps. Sa durée s'élève parfois jusqu'à une dizaine d'années. Cette "mémoire du sol" élargit le processus au-delà de la phase annuelle des techniques de production de la culture du blé. La prise en compte du temps long est un des éléments de différenciation des processus de production en agriculture durable par rapport à ceux rencontrés en agriculture conventionnelle ou dans le monde industriel.

Les entretiens ont fait émerger deux thématiques importantes : la rotation déjà citée ainsi que l'étape technique de désherbage. Cette question de la maîtrise des adventices est en effet la grande problématique de l'agriculture biologique. Une rotation bien pensée réglerait en grande partie la pression de bioagresseurs tels que les insectes, les champignons ou les

maladies mais pas complètement celle des adventices.

Les agriculteurs interrogés recherchent une connaissance explicite mais également des connaissances tacites. Ainsi tous citent la difficulté de réglage de la herse étrille, dont une image est reportée sur la Figure 8. Juste après le semis du blé, cet outil parcourt le champ pour supprimer les mauvaises herbes. L'agriculteur effectue cette opération deux à trois fois. Du fait de son passage "à l'aveugle", il élimine également une partie du blé. Toute la stratégie du réglage va consister à ajuster l'agressivité des dents de la herse afin d'éliminer les adventices sans faire disparaître le blé. La dureté du sol, son humidité, la hauteur du blé sont autant de paramètres à prendre en compte pour optimiser le réglage. Quatre à cinq années sont nécessaires à l'agriculteur pour s'approprier cet outil.

Par ailleurs, les connaissances sollicitées ne sont pas toutes généralisables. Si tous les agriculteurs biologiques connaissent des difficultés importantes avec l'enherbement, pour autant, les adventices citées ne sont pas systématiquement les mêmes d'une exploitation à l'autre. Selon le sol et le climat, les précédents culturaux et les pratiques agricoles, les mauvaises herbes majoritaires sont du liseron, du chardon, du rumex ou de la folle avoine... Cette diversité conduit à des nombreuses stratégies possibles de lutte parfois antagonistes entre elles.



Figure 8 : Herse étrille

²² INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

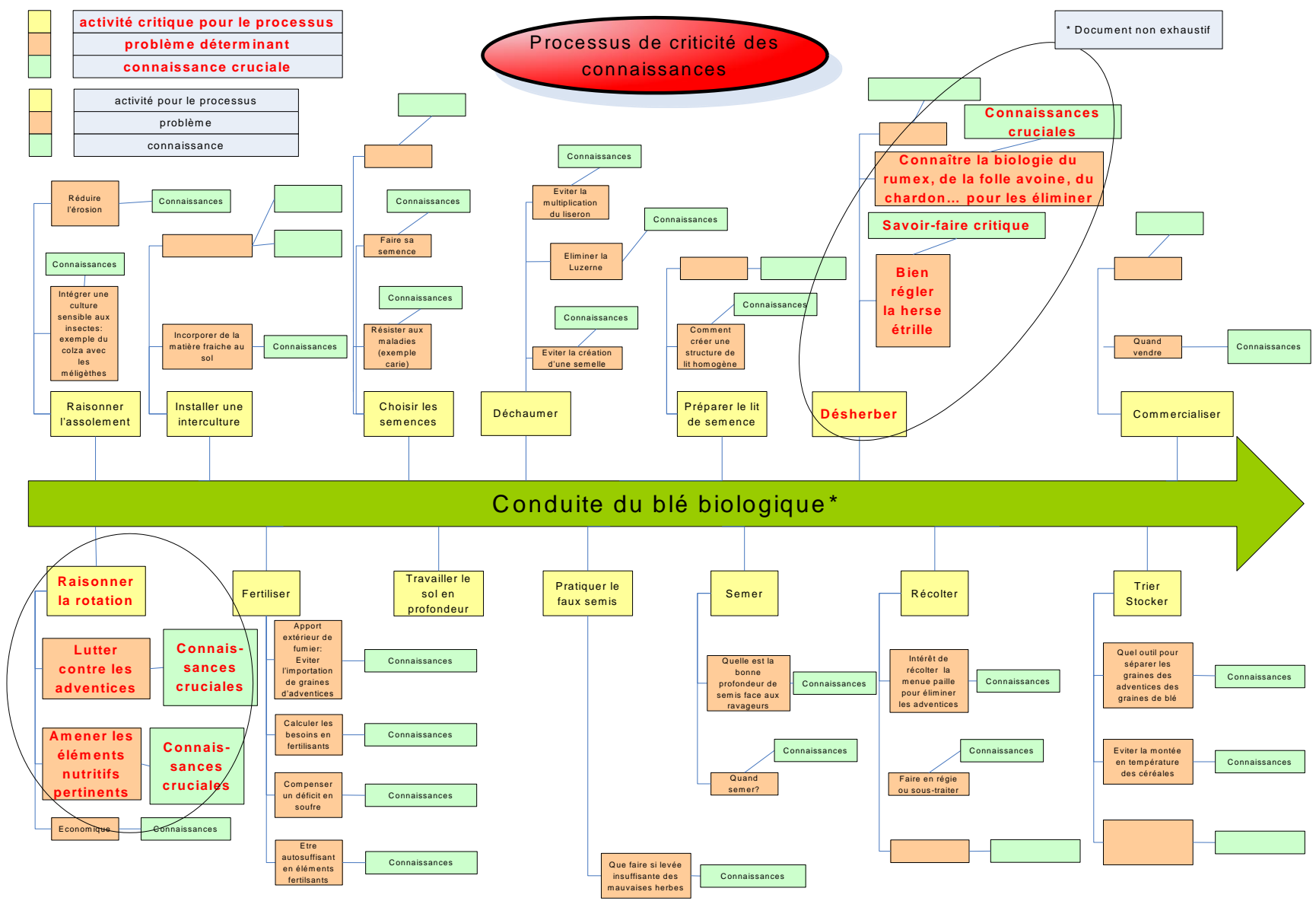


Figure 9 : Processus critique dans la conduite du blé biologique

4-2 Identification des connaissances critiques selon une approche conceptuelle

Pour cette seconde approche, nous avons mobilisé trois agriculteurs en grande culture biologique dans la région Bourgogne plus précisément dans le département de l'Yonne. La profession agricole nous a proposé plusieurs noms d'agriculteurs réputés pour leur expérience. Deux de ces agriculteurs sont localisées sur des terres hétérogènes argilo-calcaires mais aussi limoneuses près de la ville de Sens. Le troisième exploite les terres argilo-calcaires moins riches du plateau de Bourgogne. La méthodologie des entretiens est la même qu'en Auvergne.

Hors productions animales, le système de culture est le niveau opérationnel de l'agriculteur. Michel Sébillotte donne la définition suivante du système de culture (cité dans (Doré, Estrade et al. 2006)) : "Ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par (i) la nature des cultures et leur ordre de succession, (ii) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés retenues." Dans un premier temps, le comité d'experts a choisi les grands thèmes de connaissances pour une exploitation agricole biologique en grandes cultures. Ceux-ci sont présentés dans la Figure 10 ci-dessous. Parce que l'on s'intéresse à l'exploitation agricole en tant que système, i.e. dans des dimensions élargies de temps et d'espace, le comité d'experts a spontanément cité la question de la rotation mais également la thématique du sol et du climat. Les maladies et les ravageurs sont présents car leur présence rend délicate la conduite de certaines cultures autres que le blé comme le colza. Enfin la description de la fertilisation est plus précise en différenciant le classique N, P, K (Azote, Phosphore et Potasse) et le soufre. Ces quatorze grands thèmes n'ont pas été remis en cause par les agriculteurs. Seul un agriculteur a suggéré d'élargir la fertilisation aux oligoéléments.

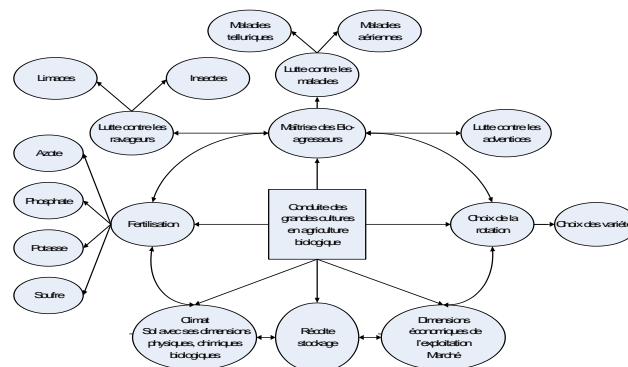


Figure 10 Les domaines de connaissances sur une exploitation agricole en agriculture biologique

La criticité d'une connaissance est proportionnelle à une combinaison de quatre paramètres : son utilité, sa rareté, sa complexité ainsi que sa difficulté de mise en œuvre. L'évaluation de la criticité est qualitative. Elle est calculée à partir d'un système de notation. Les agriculteurs ont noté pour chaque domaine de connaissance les quatre facteurs. Une note varie de 0 à 5. Plus la note est élevée, plus elle révèle un degré important de criticité.

Un diagramme radar reporté sur la Figure 11 Criticité des connaissances par domaine présente les résultats sommés des trois agriculteurs. Il classe la criticité des connaissances croissante dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. La valeur la plus faible est de quatre pour les maladies telluriques²³ et la valeur maximale est de quarante-et-un pour les adventices. Les résultats confirment la faible importance accordée par les agriculteurs aux maladies et aux ravageurs. La rotation des cultures contribue à rompre leur cycle vital. Elle réduit ce risque très présent en agriculture conventionnelle. Par ailleurs, si une culture pose des problèmes d'invasion par des insectes trop lourds à gérer comme la méligèthe sur le colza, la culture est tout simplement abandonnée. Le choix des variétés n'est pas prioritaire, essentiellement du fait du peu de variétés disponibles pour l'agriculture biologique. Dans les cinq premières connaissances critiques abordées, on retrouve

²³ Maladie tellurique : Maladie affectant les racines des plantes

la rotation et les adventices, déjà présents dans l'analyse par processus. Nous l'avons vu, la définition d'une bonne rotation est centrale en agriculture biologique y compris pour lutter contre l'enherbement. Cependant, la compréhension difficile des parades au développement des adventices et leur mise en œuvre compliquée expliquent le niveau de criticité élevée pour ce thème. Les résultats sur la fertilisation sont plus inattendus. En effet, l'analyse par processus n'avait pas relevé l'importance ici affichée de la fertilisation au moins pour le phosphore et l'azote. Dans les faits, le blé suit systématiquement une légumineuse comme la luzerne i.e. une plante qui capte l'azote de l'air. Mais la question de l'apport de l'azote se pose bien à l'échelle de l'exploitation, ne serait ce que parce que les légumineuses manquent souvent de débouchés économiques. Elles sont donc "la solution" pour le blé mais elles ne sauraient l'être à l'échelle de l'exploitation. De plus, des exploitations agricoles grandes cultures, par définition sans élevage, ne bénéficient pas d'apports d'engrais de ferme²⁴ ce qui rend encore plus problématique leur autosuffisance en azote. Pour ce qui est du phosphore, cet apport n'est pas traité pour le moment à l'échelle du blé ou d'autres cultures. Dans l'analyse par domaine, la fertilisation phosphatée est apparue comme cruciale parce que les agriculteurs considèrent que c'est le problème de demain. Du coup, on comprend mieux qu'à l'échelle du processus de production du blé, la fertilisation ne soit pas critique mais qu'à l'échelle de l'exploitation elle le devienne. Les conditions climatiques ainsi que le sol sont également évoquées. En effet, une fois abandonnée l'artificialisation²⁵

²⁴ Engrais de ferme : Fumier, lisier

²⁵ René Dumont, agronome français du XX^{ème} siècle, définissait l'agriculture comme étant "l'artificialisation du milieu naturel". Cette définition repose sur l'idée d'une domination de la nature très présente chez les agronomes après la seconde guerre mondiale. Dès les années 70, ce même auteur tempérait ce point de vue en y intégrant une forte dimension environnementale. Voir notamment Griffon, M. (2002). Agriculture, écologie et équité, une trajectoire à poursuivre. Un agronome dans son siècle Actualités de René Dumont. Paris, Karthala - INAPG: Pages 187-194.

des conditions de production des cultures par l'apport d'intrants (engrais, produits phytosanitaires, irrigation), le sol mais aussi le climat se rappellent à l'ordre. Tout part d'eux !

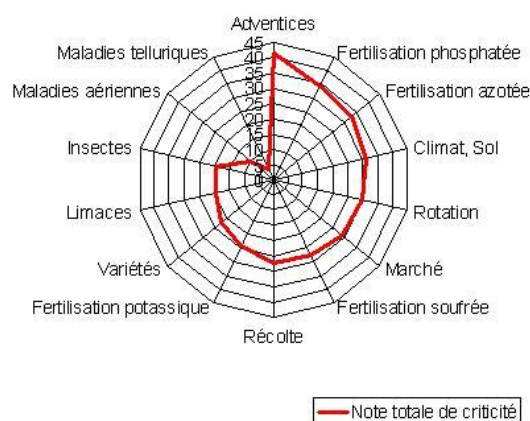


Figure 11 Criticité des connaissances par domaine

Ces derniers exemples illustrent l'intérêt d'une analyse conceptuelle de la criticité des connaissances dans le cadre de l'agriculture biologique. Elle même ne s'appréhende qu'en tant que système. D'ailleurs, une analyse plus fine du processus de production du blé met en évidence que l'élimination des adventices ne passe pas uniquement par l'opération mécanique du désherbage. A toutes les étapes, ou presque, les éliminations indirectes par évitement ou les éliminations directes sont présentes. L'approche de la gestion des connaissances en agriculture biologique ne peut être que systémique. Il en est de même pour les autres agricultures durables qui mettent en jeu face à un problème des solutions qui interagissent entre elles.

L'enquête sur les connaissances critiques par domaine a été élargie à un acteur spécifique à l'agriculture biologique : l'ITAB²⁶. Sa principale mission est de synthétiser les connaissances en agriculture biologique et de les diffuser. La personne rencontrée est un ingénieur qui coordonne le réseau national sur les grandes cultures. Nous lui avons demandé d'évaluer les quatorze thèmes de connaissances dans les mêmes conditions que celles des exploitants agricoles de Bourgogne. La hiérarchie ainsi obtenue des connaissances

²⁶ ITAB : Institut Technique de l'Agriculture Biologique

critiques a été comparée à celle construite par les agriculteurs. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 2 : Hiérarchie des connaissances critiques en agriculture biologique.

Thème de connaissances	Classement de criticité	
	Agriculteurs	ITAB
Adventices	1	2
Fertilisation phosphatée	2	1
Fertilisation azotée	3	7
Climat, Sol	4	4
Rotation	5	3
Marché	6	10
Fertilisation soufrée	7	14
Récolte stockage	8	11
Fertilisation potassique	9	8
Variétés	10	9
Limaces	11	5
Insectes	12	6
Maladies aériennes	13	12
Maladies telluriques	14	13

Tableau 2 : Hiérarchie des connaissances critiques en agriculture biologique

Alors même que l'ITAB a une vision nationale et sa logique propre de fonctionnement, les hiérarchies sont équivalentes pour 9 thèmes. Ces équivalences ont été mises en évidence en gras dans le Tableau 2. L'importance des adventices, de la fertilisation phosphatée, des questions pédologiques et climatiques ainsi que de la rotation est confirmée. La fertilisation azotée apparaît comme étant déjà bien connue par l'ITAB. Le plus grand intérêt porté par les agriculteurs sur cette question s'explique par la difficulté qu'ils ont de mettre en œuvre ces connaissances dans leurs champs. La principale différence porte sur les ravageurs : limaces et insectes. Ils sont à l'origine d'impasses techniques pour certaines cultures telles que les protéagineux (Pois, féverole, lupin...) ou le colza. Là où les agriculteurs les abandonnent parfois, faute de solutions, l'ITAB a elle pour vocation d'élargir au maximum le potentiel des cultures disponibles en agriculture biologique.

5 CONCLUSION

Au début de cet article, nous avons abordé la question de la diffusion des connaissances pour les agriculteurs conventionnels avant de poursuivre avec les agriculteurs qui pratiquent une agriculture durable. Un déficit de capitalisation et de diffusion des

connaissances a été mis en évidence pour ces derniers. Il constitue un frein au développement des agricultures durables. Ce besoin en connaissances est d'autant plus grand pour les agricultures durables que des rotations de plusieurs années en sont le fondement. Au cours de sa vie professionnelle, un exploitant agricole connaîtra cinq à dix rotations au maximum. De plus, elles ne sont pas toujours exactement identiques. La capitalisation des connaissances y est donc difficile. **De même, notre approche plus théorique construite à partir du cycle de Nonaka corrobore la difficulté de capitaliser et de produire de nouvelles connaissances.**

Nous proposons donc de spécifier et de développer une solution informatique de gestion des connaissances pour y remédier.

Cependant, pour être efficace, cet outil devra mobiliser les savoirs du monde agricole élargi, dans ses composantes les plus dynamiques, depuis l'agriculteur jusqu'au chercheur. (Sheath and Webby 2000) ont d'ailleurs montré le caractère très profitable d'une démarche collective de partage d'expériences et de connaissances entre plusieurs acteurs du monde agricoles en terme de production et de revenu. Au plan local, une fois développé, cet outil joue le rôle d'outil de veille technologique. Les agriculteurs y puisent des savoirs nouveaux à sélectionner par rapport à des contextes pédologiques, climatiques et économiques proches des leurs. Des démarches exclusivement empiriques seraient ainsi réduites. Les agriculteurs ont cependant à tester et à valider ces savoirs extérieurs dans leur propre environnement. A l'inverse, certains agriculteurs peuvent alimenter l'outil de leurs solutions novatrices. Les institutions agricoles, dont la recherche, auraient à valider ces expériences locales et à diffuser également de nouvelles solutions validées au plan national. L'outil de gestion des connaissances répond donc au double besoin de la gestion patrimoniale des connaissances mais également à une démarche d'innovation.

Dans cet article, nous avons également dégagé les thèmes prioritaires à traiter dans cet outil, grâce à une analyse systémique portant sur la criticité des connaissances.

Cette dernière est apparue plus pertinente qu'une démarche basée sur les processus critiques de production.

Il reste à construire et à proposer des modèles s'appuyant sur des représentations humainement efficaces d'un point de vue cognitif. La méthodologie Mask (Ermine 2007a) offre des modèles pertinents qui peuvent être autant de points d'entrée pour exprimer les connaissances et pour ouvrir vers un patrimoine documentaire. Celui-ci pourrait s'enrichir par des textes pour les connaissances explicites mais également par des vidéos pour représenter des savoirs tacites du type réglage de machines.

Enfin compte tenu de la diversité des agricultures durables, qu'elles soient raisonnées, intégrées ou biologiques, nous avons signalé que la mise en œuvre d'outils différenciés est nécessaire pour assurer un minimum d'adhésion par les acteurs et de cohérence dans le contenu respectif de ces outils. Les transferts de connaissances entre type d'agricultures durables se pratiquent déjà et pourraient être accélérés par des outils mettant facilement leurs connaissances respectives à la disposition de tous.

Sur ces bases, un prototype en agriculture biologique sera prochainement réalisé.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Y. Chilin Charles et D. Lucas pour leur participation à ces travaux (Chilin Charles 2008; Lucas 2008).

Nous remercions également les agriculteurs qui nous ont accordé de leur temps pour répondre à nos questions.

BIBLIOGRAPHIE

- Alavi, M. and D. Leidner (2001). "Knowledge management and knowledge management systems : Conceptual foundations and research issues." MIS Quarterly Vol.25 n°1 Pages 107-136.
- Aubertin, G. (2007). Cartographier les connaissances critiques: une démarche stratégique pour l'entreprise.

- Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 125 à 144.
- Balmisse, G. (2006). Outil du KM Panorama, choix et mise en oeuvre Seconde édition actualisée, Knowledge consult: 81 pages.
- Boughzala, I. (2007b). Ingénierie de la collaboration pour le KM. Vers le KM 2.0 Quel management des connaissances imaginer pour faire face aux défis futurs. Vuibert. Paris: pages 21-33.
- Bourdon, I. (2004). Les facteurs de succès des systèmes intégratifs d'aide à la gestion des connaissances. Montpellier, Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc: 397 pages.
- Chilin Charles, Y. (2008). Analyse et modélisation des systèmes d'information en protection des cultures Cas de l'agriculture conventionnelle Mémoire de fin d'études d'ingénieur. Clermont-Ferrand, Enitac Cemagref: 115 pages.
- Colson, F. (2006). L'Etat et les conseillers agricoles Des Etats généraux du développement aux CTE : les enjeux politiques de l'encadrement technique de l'agriculture. Conseiller en agriculture. Paris, Inra, Educagri éditions: Pages 59-69.
- Dieng-Kuntz, R. (2007). Capitalisation des connaissances via un web sémantique d'entreprise. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science Pages 255 à 272
- Doré, T., J. R. Estrade, et al. (2006). "L'agronomie aujourd'hui " Editions Quae 384 pages.
- Ermine, J.-L. (1998). "Capter et créer le capital savoir." Annales des mines: Pages 82 à 86.
- Ermine, J.-L. (2007a). Introduction au Knowledge Management. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 23 à 45.
- Griffon, M. (2002). Agriculture, écologie et équité, une trajectoire à poursuivre. Un agronome dans son siècle

- Actualités de René Dumont. Paris, Karthala - INAPG: Pages 187-194.
- Grundstein, M. (2000b). From capitalizing on company knowledge to knowledge management. Knowledge Management: Classic and Contemporary Works M. Press, Daryl Morey, Mark Maybury, and Bhavani Thuraisingham: 451 pages.
- Grundstein, M. (2002). Gameth : un cadre directeur pour repérer les connaissances cruciales pour l'entreprise, Lamsade Université Paris-Dauphine: 18 pages.
- INRA and Cemagref (2005). Pesticides, agriculture et environnement Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux Expertise scientifique collective. Versailles.
- Le Boterf, G. (2008). Travailler efficacement en réseau une compétence collective, Eyrolles Editions d'organisation.
- Le Bris, N. (2007). La gestion des connaissances chez Mann+Hummel Automotive France. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 277 à 287
- Leprêtre, O. (2007). Technologie et gestion des connaissances. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: pages 237 à 253.
- Lucas, D. (2008). Analyse des systèmes d'information relatifs à la protection des cultures. Le cas des producteurs en grandes cultures minimisant l'utilisation des pesticides (agricultures biologiques et intégrées) Clermont-Ferrand, Enitac Cemagref: 48 pages.
- Magne, M.-A. (2007). Modéliser le système d'information des agriculteurs Le cas des éleveurs de bovins allaitants. Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc Montpellier Supagro: 342 pages.
- Mazoyer, M. (2002). Larousse agricole, Larousse.
- Meynard, J.-M., Ed. (2008). Produire autrement : réinventer les systèmes de culture. Systèmes de culture innovants et durables. Paris.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche (2009). Circulaire du 04 mars 2009 : Note d'orientation et de cadrage pour la mise en oeuvre d'un réseau d'épidémio-surveillance dans le domaine végétal.
- Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement Comité de la prévention et de la précaution (2002). Risques sanitaires liés à l'utilisation de produits phytosanitaires. La documentation française. Paris: 47 pages.
- Nonaka, I. and N. Konno (1998). "The concept of "Ba" : building a foundation for knowledge creation." California management review: Volume 40 n°3 Pages 40-55.
- Nonaka, I. and H. Takeuchi (1995). "The Knowledge-Creation Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation." New York/Oxford, Oxford University Press.
- Polanyi, M. (1966). The tacit dimension. London, Routledge and Keoan Paul
- Quaddus, M. and J. Xu (2004). "Adoption and diffusion of knowledge management systems: field studies of factors and variables." Elsevier ScienceDirect Knowledge-Based Systems volume 18: 107-115.
- Reix, R. (2004). Systèmes d'information et management des organisations 5ième édition. Paris.
- Rémy, J., H. Brives, et al. (2006). Conseiller en agriculture. Paris, Inra, Educagri editions.
- Ricciardi, R. I., A. C. De Oliveira Barroso, et al. (2007). Analyse de processus et cartographie de domaines pour l'évaluation de la connaissance d'un centre de radiopharmacie. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 321 à 332.
- Royer, I. and P. Zarlowski (2003). Echantillon Méthode de recherche en management 2ème édition. Paris Raymond-Alain Thiétart, Dunod, pages 188-223.
- Ruault, C. (2006). Le conseil aux agriculteurs "bio" : un analyseur des interrogations et évolutions du conseil en agriculture.

- Conseiller en agriculture, Inra, Educagri éditions: Pages 183-204.
- Sheath, G. and R. Webby (2000). The results and success factors of a farm monitoring and study group approach to collective learning in New Zealand. Cow up a tree Knowing and learning for change in agriculture, Case studies from industrialised countries. Inra. Paris: pages 111-119.
- Soulier, E., M. Zacklad, et al. (2002). La gestion coopérative des connaissances. EGC'2002 Extraction et Gestion des Connaissances, actes de la session industrielle.
- Viola, J.-M. and H. Morin (2007). L'expérience de cartographie des connaissances critiques dans un organisme public du Québec. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 309 à 317.