

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'habilitation à diriger des recherches

Université Paris Est

Ecole doctorale ABIES

La recherche agronomique au prisme de la conception

Soutenu publiquement le 21 juin 2019, devant le jury composé de :

Catherine Delgoulet, MCF-HDR Paris Descartes, rapporteure

Mireille Navarrete, DR INRA, rapporteure

Guillaume Martin, CR-HDR INRA, rapporteur

Bernard Yannou, PR CentraleSupélec, examinateur, président

Laurent Hazard, DR INRA, examinateur

Lorène Prost

Chargée de recherches, INRA UMR LISIS 1326

Juin 2019



Remerciements

Je remercie très chaleureusement Catherine Delgoulet, Mireille Navarrete, Guillaume Martin, Bernard Yannou et Laurent Hazard qui ont accepté de participer à mon jury et qui ont pris le temps de discuter mon travail. Je les remercie d'autant plus que ce travail pluridisciplinaire les décale potentiellement de leurs champs disciplinaires ou de leurs objets de recherche : merci de leur curiosité et de leur intérêt envers des travaux qui auraient pu leur sembler « exotiques ».

Un très grand merci à Laurent Hazard qui a accepté de m'accompagner pendant la rédaction de ce mémoire sur la base de notre intérêt commun pour la conception. Mon attachement à l'agronomie le désespère un peu, je crois. Je lui suis d'autant plus reconnaissante de son ouverture d'esprit, de son attachement au dialogue scientifique et de sa bienveillance.

Merci à tous les collègues qui ont accepté que je me mette en retrait quelque temps pour rédiger ce document et qui ont pallié cette absence relative, ajoutant à leur charge de travail déjà lourde: ceux de la cellule IDEAS, ceux de Briennon et des AAC, ceux de PEPS notamment. Vous avez rendu l'aboutissement de ce document possible. Merci aussi à mes collègues qui ont récemment soutenu leurs HDR, pour leurs éclairages sur cet exercice, voire leur aide administrative ! (François, David, Fred, Flore notamment)

Merci aux stagiaires et aux doctorants que j'ai eu le plaisir d'encadrer. Quentin, Marie, Celina, ç'a été (et c'est encore !) un plaisir de travailler avec vous au travers de l'encadrement de vos thèses, j'ai été très chanceuse. Continuez à suivre vos intuitions. Vous encadrer m'a aidée à avancer sur mes questions de recherche autant que sur le travail de recherche en tant que tel. Merci au dispositif des Journées des Doctorants (JDD) du SAD (animateurs et participants) pour me permettre de continuer à apprendre sur les façons de faire vivre un dialogue scientifique et les façons d'y former.

Merci, du fond du cœur, à mon cocon de travail : des collègues et partenaires de travail avec lesquels le travail est un plaisir. De la bienveillance, de l'écoute et une pertinence terrible ! Marianne et Marie-Hélène en première ligne toujours, mais aussi Flore bien sûr et Magali, mes collègues au sein de la cellule IDEAS (Jean-Marc, Gwenola, Caroline, Sophie), et tous ceux avec qui j'ai pu collaborer depuis mon arrivée à l'INRA (à l'INRA, au CNAM, à Télécom, au CIRAD, dans les écoles d'agronomie, etc). Un merci tout particulier aux conseillers, animateurs et agriculteurs qui m'ont fait une place à côté d'eux au fil de nos travaux communs. Merci enfin au personnel administratif qui rend mon travail possible, aussi bien à l'UMR LISIS qu'à l'UMR SADAPT et l'UMR Agronomie : merci à tous de tolérer mes sollicitations trans-unités...

On dit parfois de l'activité scientifique qu'elle est solitaire. Sans doute par moments mais décidément pas tout le temps. D'autant que j'ai désespérément besoin de convivialité et de bonne humeur au travail. Merci à tous mes collègues, au LISIS, à l'UMR d'Agronomie, à l'UMR SADAPT, à IDEAS, aux JDD, au département SAD en général et en dehors de l'INRA de m'amener tout cela : au-delà des débats scientifiques, les rires partagés font beaucoup et j'y ai récolté des amitiés qui me sont chères.

A mes tout-petits qui ne le sont plus tant que ça, puissiez-vous vous concevoir une belle vie. Et à leur papa avec qui je co-conçois la mienne.

Curriculum Vitae détaillé	7
En préambule : Parcours	17
1 D'une formation initiale d'ingénieur agronome à la recherche : premiers pas (2000-2004)	18
2 Une thèse à l'interface entre agronomie et ergonomie de conception (2004-2008)	18
3 De la conception d'artefacts à la conception de systèmes de culture (2008-2014)	21
3.1 Concevoir des systèmes de culture ?	21
3.2 Poursuite des travaux sur la conception d'artefacts en agronomie	23
3.3 Une conception participative, ouverte et distribuée ?	23
4 Une transition marquée par le projet IDEAS (2014-2015)	25
5 Un projet scientifique, une stratégie scientifique (2015-2018)	26
5.1 Projet scientifique	26
5.2 Une stratégie scientifique reliée à celle d'IDEAS	28
Introduction	31
Chapitre 1. La conception, concept et représentations	35
1 Définir la conception	36
1.1 Design ou conception ?	36
1.2 La polysémie du terme <i>design</i>	37
1.2 Les définitions que je retiens	38
2 Histoire des travaux de recherche sur la conception (<i>design studies</i>)	39
2.1 De la description des activités de conception à une recherche sur la conception	39
2.2 Le mouvement des <i>Design Methods</i> : 1 ^{ère} et 2 ^{nde} générations (années 50-60)	40
2.3 Les années 80-90	40
2.4 Depuis les années 2000	42
3 Vers mon modèle de la conception	43
3.1 Trier parmi les théories intermédiaires de la conception	43
3.2 Un modèle dialogique	45
3.3 Un modèle développemental	46
3.4 Un modèle participatif ?	49
Chapitre 2. L'agronome concepteur, des OAD aux systèmes de culture	51
1 L'agronome concepteur d'outils d'aide à la décision (OAD)	52
1.1 Le contexte de mes travaux sur la conception d'outils d'aide à la décision en agronomie	52
1.2 L'échec des OAD, un problème de méthodes de conception de ces outils	53
1.2.1 Les méthodes de conception d'OAD : un non-objet de la recherche agronomique dans les années 2000	53
1.2.2 Des méthodes inspirées de l'ergonomie de l'activité et de la CHAT	54
1.3 Quelles productions méthodologiques ?	56
1.3.1 Poser le problème de conception en y ramenant les usages des utilisateurs	56
1.3.1.1 Caractériser invariants, diversité, contradictions de l'activité à outiller	57

1.3.1.2	Vers la formalisation d'un diagnostic des usages _____	61
1.3.1.3	Poursuivre la formalisation du diagnostic des usages _____	63
1.3.2	Enrichir la conception de l'activité future : mise en usage de prototypes _____	64
1.3.2.1	Principe _____	65
1.3.2.2	Quelle méthode ? _____	65
1.3.2.3	Quelle analyse des données ? _____	66
1.3.2.4	Quels impacts pour la conception ? _____	67
1.2.1.1	Formaliser une méthode de prototypage à base de simulation opérative : mise en usage de prototypes _____	67
1.3.3	Produire des méthodes d'analyse des processus de conception d'OAD _____	68
1.3.3.1	Analyser le rôle des participants dans des situations de conception ouverte et continue _____	68
1.3.3.2	Etudier les traces de développement _____	71
2	L'agronome, concepteur de systèmes de culture _____	75
2.1	Les méthodes de conception de systèmes de culture en agronomie : quelle place laissée à « l'usage » ? _____	75
2.1.1	Le tronc commun des travaux de Vereijken et ses collègues de Wageningen. _____	75
2.1.2	1 ^{ère} branche de travaux complémentaires : outiller l'étape de conception _____	77
2.1.3	2 ^{ème} branche : se ré-intéresser à l'implémentation des prototypes et valoriser les interactions avec les acteurs pour améliorer les prototypes et leur diffusion. _____	78
2.1.4	Synthèse _____	79
2.2	Appliquer des acquis de la conception d'artefacts à la conception de systèmes de culture _____	80
2.2.1	Une conception qui implique les agriculteurs : des ateliers de conception avec les agriculteurs _____	80
2.2.1.1	Contexte _____	80
2.2.1.2	Principe _____	81
2.2.1.3	Quelle méthode ? _____	82
2.2.1.4	Le développement des ateliers de conception avec agriculteurs _____	83
2.2.2	Une conception qui se continue dans l'usage : la création du tableau de bord et la démarche de gestion dynamique Transit'Eau _____	84
2.2.2.1	Le principe _____	84
2.2.2.2	Quelle méthode ? _____	84
2.2.2.3	Le développement de l'outil Tableau de bord comme outil de gestion dynamique de processus de conception (démarche Transit'Eau) _____	88
2.3	Le système de culture, un artefact ? en transition vers la suite... _____	89
2.3.1	Histoire du concept _____	89
2.3.2	Concevoir un processus de production _____	90
Chapitre 3. L'agriculteur, un concepteur - étudier l'activité de conception des agriculteurs		93
1	État de la bibliographie sur l'activité de l'agriculteur qui fait évoluer ses pratiques _____	94
1.1	Les études de l'activité agricole _____	94
1.2	L'agriculteur décideur plutôt que concepteur : le modèle d'action _____	94
1.3	L'agriculteur gestionnaire d'un environnement dynamique _____	95
1.4	Analyser l'activité de l'agriculteur dans le changement technique _____	96
1.5	L'intérêt de regarder l'agriculteur en train de changer ses pratiques comme un concepteur _____	97
2	Comprendre l'activité de conception des agriculteurs _____	99
2.1	Analyse des activités de conception à l'échelle de l'agriculteur _____	100
2.1.1	Analyse des activités cognitives de conception via l'analyse de traces d'échanges dans le forum Agricool _____	100

2.1.1.1	Caractériser l'activité de conception via une analyse des activités cognitives _____	101
2.1.1.2	Analyse du couplage conception et développement professionnel _____	103
2.1.1.3	Synthèse : quels apports ? _____	105
2.1.2	Analyse de l'activité de conception des agriculteurs sous sa dimension processuelle _____	106
2.1.2.1	Comprendre le cheminement d'un agriculteur en train de reconcevoir son système de culture : une première caractérisation issue de la thèse de Q. Toffolini _____	106
2.1.2.2	Rendre visible l'activité de conception des agriculteurs - Modèle proposé par Marie Chizallet 108	
2.1.3	Quelle synthèse de ces analyses de l'activité de conception individuelle ? _____	114
2.2	L'activité de conception des agriculteurs : quelle dimension collective ? _____	115
2.2.1	Les échanges entre pairs, moteur de la conception ? _____	115
2.2.2	Une conception collective... de quoi ? _____	116
2.2.3	Vers des écosystèmes de conception ? _____	118
3	Quelle contribution des chercheurs agronomes pour soutenir l'activité de conception des agriculteurs ? _____	120
3.1	Alimenter en connaissances _____	120
3.1.1	Des connaissances agronomiques pour quoi faire ? _____	121
3.1.2	Des connaissances agronomiques aux propriétés particulières ? _____	123
3.2	Mettre en scène l'activité de conception _____	124
3.3	Soutenir l'activité dans sa dynamique _____	127
3.4	Le chercheur agronome, soutien des activités de conception des agriculteurs : un animateur ? _____	128
Chapitre 4. La recherche agronomique orientée vers l'action, une recherche par le design ?		
131		
1	Le prisme de la conception pour penser les liens entre agronomie et action _____	132
1.1	Les approches « conception » ont un lien particulier à l'action _____	132
1.2	Quel rapport à l'action la discipline agronomique entretient-elle ? une question aussi ancienne que la discipline _____	132
1.3	La pertinence du prisme « conception » pour analyser le rapport de l'agronomie à l'action _____	133
1.3.1	Pour gagner en efficacité sur la dimension ingénierique de l'activité des agronomes _____	134
1.3.2	Pour que l'agronomie relève les enjeux actuels du monde agricole _____	134
1.3.3	Quel retour de l'agronomie aux <i>design studies</i> ? _____	138
2	Faire de la conception pour produire des connaissances scientifiques originales _____	140
2.1	Quelles ressources bibliographiques pour penser la production de connaissances scientifiques dans la conception ? _____	140
2.1.1	Science versus Design _____	140
2.1.2	Sur quels cadres d'analyse s'appuyer pour étudier les liens entre production de connaissances scientifiques et conception ? _____	141
2.2	Relier production de connaissances et conception _____	142
2.2.1	Retracer l'émergence et la production de connaissances scientifiques lors d'une démarche de conception d'un OAD. Travaux pendant ma thèse _____	142
2.2.2	Analyser les liens entre production de connaissances et conception dans des travaux scientifiques initiés par une volonté de conception. Travaux du postdoctorat de Quentin Toffolini _____	146
2.2.2.1	Choix de méthodologie _____	146
2.2.2.2	Quels résultats ? _____	148
2.3	Utiliser la conception pour régénérer les concepts de l'agronomie _____	151

Chapitre 5. Projet	155
1 Quel projet de recherche ?	156
2 Quelle stratégie scientifique ?	157
2.1 Une représentation de l'activité de conception à affiner	157
2.2 Des propositions d'interprétation et d'action pour que la recherche agronomique soutienne les processus de conception des agriculteurs	160
2.2.1 Décliner les contributions de la recherche agronomique à la conception	160
2.2.2 Vers des propositions méthodologiques génériques	161
2.2.3 Des Outils d'Aide au Design : les nouveaux OAD à concevoir?	162
2.3 Comment produire des connaissances en agronomie grâce à la conception ?	162
3 Un dispositif de travail qui couple exploration et mise en débat	163
3.1 IDEAS : un dispositif de travail privilégié	163
3.1.1 IDEAS comme accélérateur de recherche ?	164
3.1.2 IDEAS comme vecteur de mise en débat et de mise en visibilité	164
3.2 Des dispositifs complémentaires pour explorer et défricher de nouvelles questions de recherche	165
Bibliographie	167

Curriculum Vitae détaillé

Lorène Prost

lorene.prost@inra.fr

38 ans, mariée, 3 enfants

Nationalité française

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES

- Depuis 2008* **INRA**, Grignon-Noisy Champs, Laboratoire Innovation Sciences Société (LISIS), UMR 1326 INRA-CNRS-ESIEE-UPEM, **Chargée de Recherches**
- 2013* **CNRS**, Paris, Laboratoire de Traitement et de Communication de l'Information (LTCl), UMR 5141 CNRS-Telecom ParisTech, **Séjour Postdoctoral**
- 2004-2008* **INRA**, Grignon, UMR Agronomie 211 INRA-AgroParisTech, **Attachée Scientifique Contractuelle**
- 2003-2004* **INRA**, Grignon, UMR SADAPT 1048 INRA-AgroParisTech, **Ingénieure de recherche**
- 2003* **SEFRA**, Etoile sur Rhône (26), **Stage Ingénieur**

QUALIFICATIONS

- 2008* **Doctorat d'Agronomie**, AgroParisTech, Paris sous la direction de Marie-Hélène Jeuffroy et Marianne Cerf. Très honorable avec les félicitations du jury
- 2003* **Ingénieur Agronome**, Institut National Paris-Grignon (INA P-G devenu AgroParisTech), Paris

FORMATIONS COMPLEMENTAIRES

- 2018* **Ecole Chercheurs** Favoriser la recherche interdisciplinaire et l'innovation par la conception innovante
- 2016* **Ecole Chercheurs** Produire et mobiliser différentes formes de connaissances pour et sur la transformation des systèmes agricoles : regards interdisciplinaires
- 2009* **Ateliers pratiques** Recherches participatives pour le développement
- 2007* **Ecole Chercheurs** Quelles recherches participatives pour quelles dynamiques de développement ?
- 2005* **Séminaire Réflexives®** Construction d'une problématique de recherche à partir du sujet de thèse
- 2005* **Formation à la CHAT (Cultural and Historical Activity Theory)** Séjour de 3 mois au Center of Activity Theory and Developmental Work Research. Théories de l'activité, développement professionnel. Helsinki (FIN).
- 2005* **Validation de 3 UV du master professionnel d'Ergonomie au CNAM en formation continue.** Ergonomie de conception

PUBLICATIONS

Articles - Revues scientifiques internationales à comité de lecture

1. **Coquil X, Cerf M, Auricoste C, Barcellini F, Cayre P, Chizallet M, Dedieu B, Hostiou N, Hellec F, Lussou J-M, Olry P, Omon B, Prost L. 2018.** Questioning the work of farmers, advisors,

teachers and researchers in agro-ecological transition. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 38 (5): 38-47. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0524-4>

2. **Prost L, Reau R, Paravano L, Cerf M, Jeuffroy M-H. 2018.** Designing agricultural systems from invention to implementation: the contribution of agronomy. Lessons from a case study. *Agricultural Systems*. 164 : 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.04.009>
3. **Chizallet M, Prost L, Barcellini F. 2018.** Supporting farmers' management of change towards agroecological practices by focusing on their work: a contribution of ergonomics. *Cahiers Agricultures*. 27 (3) :35005. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018023>
4. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Mischler P, Pernel J, Prost L. 2017.** Farmers' use of fundamental knowledge to re-design their cropping systems: situated contextualisation processes. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences*. 80:37-47. <http://doi.org/10.1016/j.njas.2016.11.004>
5. **Prost L, Berthet E T A, Cerf M, Jeuffroy M-H, Labatut J, Meynard J-M. 2017.** Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges. *Research in Engineering Design*, 28(1):119-129. <http://doi.org/10.1007/s00163-016-0233-4>
6. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L. 2016** Indicators used by farmers to design agricultural systems: a survey. *Agronomy for Sustainable Development*. 36:5. <http://doi.org/10.1007/s13593-015-0340-z>
7. **Barcellini F & Prost L, Cerf M. 2015.** Designers' and users' roles in participatory design: What is actually co-designed by participants? *Applied Ergonomics*. 50: 31-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.02.005>
8. **Ravier C, Prost L, Jeuffroy MH, Wezel A, Paravano L, Reau R. 2015.** Multi-criteria and multi-stakeholder assessment of cropping systems for result-oriented water quality action program. *Land Use Policy*. 42:131-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.07.006>
9. **Cerf M, Prost L, Jeuffroy MH & Meynard JM. 2012.** Participatory design of agricultural decision support tools: taking account of the use situations. *Agronomy for Sustainable Development*. 32:899–910. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0091-z>
10. **Prost L, Cerf M & Jeuffroy MH. 2012.** Lack of consideration for end-users during the design of agronomic models. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32 (2): 581-594. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0059-4>
11. **Lecomte C, Prost L, Cerf M & Meynard JM. 2010.** Bases to design a tool to evaluate new cultivars. *Agronomy for Sustainable Development*. 30 (3). 667-677. <https://doi.org/10.1051/agro/2009050>
12. **Prost L, Makowski D & Jeuffroy MH. 2008** Comparison of stepwise selection and Bayesian model averaging for yield gap analysis. *Ecological Modelling*, 219. 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.07.026>
13. **Prost L & Jeuffroy MH. 2007.** Replacing the nitrogen nutrition index by the chlorophyll meter to assess wheat N status. *Agronomy for Sustainable Development*, 27 (4). 321-330. <https://doi.org/10.1051/agro:2007032>

Articles - Revues scientifiques francophones à comité de lecture

1. **Chizallet M, Prost L, Barcellini F. 2019.** Comprendre l'activité de conception d'agriculteurs en transition agroécologique : vers un modèle trilogique de la conception. *Psychologie Française*. 64. 119-139. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2019.03.001>
2. **Girard N, Goulet F, Jankowski F, Fiorelli C, Fortun-Lamothe L, Martin P, Prost L, Vertès F. 2017.** Produire des connaissances pour et sur la transformation des systèmes agricoles. Retours sur une école-chercheurs interdisciplinaire. *Natures Sciences Sociétés*. 25 (3) : 276-284. <https://doi.org/10.1051/nss/2017055>
3. **Prost L, Lecomte C, Meynard JM & Cerf M. 2007.** Conception d'un outil d'analyse du comportement de systèmes biologiques : le cas de l'évaluation des variétés de blé tendre. *@ctivités*, 4 (2). 30-53. <https://doi.org/10.4000/activites.1682>
4. **Prost L, Lecomte C, Meynard JM & Cerf M. 2007.** Designing a tool to analyse the performance of biological systems: The case of evaluating soft wheat cultivars. *@ctivités*, 4 (2). 54-76. (traduction en anglais de l'article précédent)

Articles – soumis

1. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L.** Agronomic knowledge for cropping system design: attributes and dynamics of mobilization. *Journal of Rural Studies*
2. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Meynard JM, Borg J, Enjalbert J, Gauffreteau A, Goldringer I, Lefèvre A, Loyce A, Martin P, Salembier C, Souchère V, Valentin-Morison M, Van Franck G, Prost L.** Design as a source of renewal in the production of scientific knowledge in agroecology. *Agricultural Systems*

Chapitres d'ouvrages

1. **Taverne M, Clément S, Prost L, Barcellini F. 2019.** *Evaluation of the operationalisation of the TATA-BOX process.* In Bergez J-E, Audouin E, Therond O (Eds) *Agroecological transitions: from theory to practice in local participatory design.* Springer;
2. **Prost L, Chizallet M, Taverne M, Barcellini F. 2019.** *Towards a reflective approach to research project management.* In Bergez J-E, Audouin E, Therond O (Eds) *Agroecological transitions: from theory to practice in local participatory design.*
3. **Prost M, Prost L, Cerf M. 2017.** *Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien à leurs transitions professionnelles ?* In Poizat G, Bétrancourt M (Eds) *Technologies numériques et formation des adultes: enjeux et perspectives (Raisons éducatives, 21).* Bruxelles: De Boeck. <http://www.unige.ch/fapse/publications-ssed/files/3115/0703/8987/Livre21-PPRINT.pdf>
4. **Béguin P, Cerf M, Prost L. 2012.** *Co-design as an emerging distributed dialogical process between users and designers.* In B Elzen, M Barbier (Eds) *System Innovations, Knowledge Regimes, and Design Practices towards Sustainable Agriculture.* INRA et WUR Editions, ISBN: 2-7380-1306-6; URL: http://www4.inra.fr/sad_eng/Publications2/E-books/System-Innovations-for-Sustainable-Agriculture

Rapports diplômants

1. **Prost L. 2008.** *Modéliser en agronomie et concevoir des outils en interaction avec de futurs utilisateurs : le cas de la modélisation des interactions génotype-environnement et de l'outil DIAGVAR.* Thèse de Doctorat, AgroParisTech, Paris (France).
2. **Prost L. 2003.** *Optimisation agronomique et économique des itinéraires techniques en verger de Pêcher.* Mémoire de fin d'étude. Institut National Paris-Grignon, Paris (France).

Communication dans des conférences internationales

1. **Toffolini Q, Jeuffroy M-H, Meynard J-M, Prost L. 2018.** How co-design processes can contribute to and renew relations between scientific knowledge production and innovation? **3rd SISA conference (System Innovation towards Sustainable Agriculture)**, 6-8 november 2018, Baltic Studies Center, Riga (Latvia) (**full paper, communication orale**)
2. **Chizallet M, Barcellini F, Prost L. 2018.** Understanding and supporting the design of farmers work systems: the implementation of the "Chronicle of Change" method. **20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA)**, in Chronicle Workshop in intervention and evaluation research and practice - 26-30 août 2018, Florence, Italie. (**full paper, communication orale**)
3. **Chizallet M, Barcellini F, Prost L, Cerf M. 2017.** Supporting agro-ecological transition on farms: co-designing a change management support approach. **12th International Symposium on Organizational Design And Management (ODAM)**, 31 Jul-3 Aug 2017. Banff, Canada (**short paper, communication orale**).
4. **Chizallet M, Barcellini F, Prost L, Cerf M. 2016.** Supporting farmers' management of change towards agro-ecological practices by focusing on the work dimension: the contribution of ergonomics. **1st International Symposium on Work in Agriculture (ISWA)**, 8-11 November 2016. Maringa, Brésil (**full paper, communication orale**).
5. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L. 2016.** How "fundamental knowledge" supports the cropping-system re-design by farmers? **12th European IFSA Symposium (International Farming Systems Association)**. 12-15 July 2016, Newport, UK (**full paper, communication orale**)
6. **Cerf M, Prost L, Jeuffroy MH, Lusson JM, Omon B, Petit MS. 2016.** Upscaling of more sustainable cropping systems: a framework to analyse and support intermediation processes. **12th European IFSA Symposium (International Farming Systems Association)**. 12-15 July 2016, Newport, UK (**full paper, communication orale**)
7. **Cerf M, Prost L, Barcellini F, Barbier M, Jeuffroy MH. 2015.** Scaling up users' participation: design-use relations in transition towards the ecologization of agriculture. **Participating in innovation, innovating in participation.** Interdisciplinary Institute on Innovation (i3: <http://www.i-3.fr/>). 3-4 December 2015. Paris, France (**short paper, communication orale**)
8. **Jeuffroy MH, Cerf M, Prost L, Meynard JM. 2015.** Analysing farming system design activities in the light of Design Studies concepts. **5th International FSD Symposium (Farming Systems Design)**. 7-10 September 2015, Montpellier, France (**keynote**)
9. **Duru M, Benoît M, Bergez JE, Jeuffroy MH, Justes E, Martin G, Martin-Clouaire R, Meynard JM, Ozier-Lafontaine H, Prost L, Rapidel B, Toffolini Q, Sarthou JP, Therond O. 2015.** Bridging the gaps between ecological principles and actions for designing biodiversity-based agriculture. **5th International FSD Symposium (Farming Systems Design)**. 7-10 September 2015, Montpellier, France (**keynote**)

10. **Ballot R, Chantre E, Guichard L, Jacquet F, Paravano L, Prost L, Ravier C, Reau R, Jeuffroy MH. 2015.** Design of cropping systems at territorial scale: methodological lessons from case studies. *5th International FSD Symposium (Farming Systems Design)*. 7-10 September 2015, Montpellier, France (**short paper, communication orale**)
11. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L. 2015.** The need for agronomic indicators to monitor and assess action and to enhance learning loops during cropping system redesign process. *5th International FSD Symposium (Farming Systems Design)*. 7-10 September 2015, Montpellier, France (**short paper, communication orale**)
12. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L. 2015.** Agronomic knowledge for cropping system design: characterization and dynamics of mobilization. *5th International FSD Symposium (Farming Systems Design)*. 7-10 September 2015, Montpellier, France (**short paper, poster**)
13. **Cerf M, Veiga I, Prost L, Barcellini F. 2015.** Designing for transition in agriculture: addressing the gap between design and innovation. *19th Triennial Congress of the IEA (International Ergonomics Association)*, 9-14 August 2015, Melbourne, Australia (**full paper, communication orale**)
14. **Chantre E, Prost L, Guichard L, Reau R. 2014.** Re-thinking agricultural practices to improve water quality: two participatory methodologies for collaborative learning. *11th European IFSA Symposium (International Farming Systems Association)*. 1-4 April 2014, Berlin, Germany (**full paper, communication orale**)
15. **Toffolini Q, Jeuffroy MH, Prost L. 2014.** Transition towards low-input cropping systems: characterization of actionable knowledge for technical change. *11th European IFSA Symposium (International Farming Systems Association)*. 1-4 April 2014, Berlin, Germany (**full paper, communication orale**)
16. **Reau R, Paravano L, Prost L, Ravier C. 2014.** Multi-stakeholder re-design in order to change water quality at catchment level. *13th European ESA Congress (European Society for Agronomy)*. 25-29 august 2014, Debrecen (HUNGARY) (**short paper, poster**)
17. **Barbier M, Cerf M, Dedieu F, Prost L. 2013.** Noisy Summer in France. The Ecophyto 2018 Plan as a tool for establishing a transition regime? *4th International Conference on Sustainability Transitions (IST)*. Zürich (Switzerland), 19-21 Juin 2013. (**short paper, communication orale**)
18. **Prost L, Berthet E, Cerf M, Jeuffroy MH, Labatut J, Meynard JMM. 2013.** Specific characteristics of innovative design in agriculture: How may design in agriculture challenge design theory? *6th SIG Design Theory Workshop- Design Society*. 4-5 Février 2013. (**short paper, communication orale**)
19. **Barbier M, Cerf M, Dedieu F, Prost L. 2011.** Midrange Studies of Transitions Dynamics in the Case of Pesticide Reduction: A Research Framework. *3rd International Conference on Sustainability Transitions (IST)*. Lund (SWE), 13-15 Juin 2011. (**short paper, communication orale**)
20. **Prost L, Béguin P, Jeuffroy MH, Maillot PA & Reau R. 2010.** Designing innovative cropping systems with stakeholders: how to begin? *XIth ESA Congress: Agro2010-S4 Innovation and Decision Support in Agriculture* (pp. 975-976 des Actes). Montpellier (France), 29 août-03 sept 2010 (**short paper, communication orale**)
21. **Béguin P, Cerf M & Prost L. 2010** Co-design as a distributed dialogical design. *IXth IFSA congress (International Farming Systems Association): Building sustainable rural futures* (pp. 393-401 des Actes). Vienna (Austria), 4-7 juillet 2010. (**full paper, communication orale**)
22. **Béguin P, Cerf M & Prost L. 2010** Co-design as a distributed learning design. *International workshop SISA (System Innovation towards Sustainable Agriculture): System Innovations, Knowledge Regimes, & Design Practices towards Sustainable Agriculture*". Lelystad (The Netherlands), 16-18 juin 2010. (**full paper, communication orale**)
23. **Prost L, Cerf M, & Jeuffroy MH. 2009** What modelling methods are used by researchers in agronomy? *2nd International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems*. Monterey (CA, USA), 23-26 août 2009 (**short paper, communication orale**)
24. **Prost L, Béguin P, Cerf M, Guichard L, Jeuffroy MH & Reau R. 2009.** Designing new sustainable cropping systems: a method combining the participation of various actors and the use of assessment tools. *2nd International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems*. Monterey (CA, USA), 23-26 août 2009 (**short paper, poster**)
25. **Cerf M, Thiery O, Mathieu A, Béguin P, Brives H, Casagrande M, David C, Debaeke P, Jeuffroy MH, Lecomte P, Nozières MO, Parnaudeau V, Prost L, Reau R, Roche B, Sabourin E, Scopel E, de Tourdonnet S, Triomphe B, & Vayssieres J. 2009.** Co-designing farming systems and decision support tools: a generic framework. *2nd International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems*. Monterey

(CA, USA), 23-26 août 2009 (short paper, poster)

26. **Jeuffroy MH, Debaeke P, Gauffreteau A, Lecomte C, Loyce C & Prost L. 2009.** Using agronomic models to predict cultivar performances under various environments and cropping systems. **2nd International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems.** Monterey (CA, USA), 23-26 août 2009 (short paper, poster)
27. **Makowski D, Morfin M, Casagrande M, Barbottin A & Prost L. 2009.** Selection and combination of models for cropping system design. **2nd International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems.** Monterey (CA, USA), 23-26 août 2009 (short paper, poster)
28. **Prost L, Cerf M & Béguin P. 2008.** Artefact based learning laboratory: mirroring and questioning issues while designing a cognitive tool. **2nd ATWAD Congress (Activity Theories for Work Analysis and Design): Activity analyses for developing work.** Helsinki (Finland), 12-14 mai 2008 (full paper, communication orale)
29. **Prost L, Cerf M & Jeuffroy MH. 2007.** Designing a tool for wheat cultivar assessment by analysing its potential uses. In Horn, R. (ed.), **1st International FSD Symposium (Farming Systems Design): Methodologies for Integrated Analysis of Farm Production Systems.** Catania (Sicily), 10-12 septembre 2007 (short paper, communication orale)
30. **Prost L, Jeuffroy MH & Cerf M. 2007.** Sharing the design of a cognitive tool between researchers and potential users. **14th ECCE Congress (European Conference on Cognitive Ergonomics): Invent! Explore!** (pp. 67-74 des Actes) London (United Kingdom), 28-31 août 2007 (full paper, communication orale)
31. **Prost L, Jeuffroy MH & Cerf M. 2005.** How and why should agronomist involve users in the design of agronomic models & tools? In **Fairness and Welfare in Rural-Urban Relations.** Mikkeli (Finlande), 8-9 décembre 2005. (abstract, poster)

Communication dans des conférences francophones

1. **Chizallet M, Barcellini F, Prost L. 2018.** Comprendre et soutenir le processus de conception d'un système de travail durable d'agriculteurs dans un contexte de transition agroécologique. **53^{ème} congrès de la SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française)** dans Symposium « Approches innovantes en prévention des risques : exemples d'interventions pluridisciplinaires en milieu agricole » - Actes du 53^{ème} Congrès de la SELF. Bordeaux, France. (long paper, oral presentation)
2. **Prost M, Prost L, Cerf M. 2017.** Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien à la transformation de leurs pratiques professionnelles ? **9^{ème} Conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE)**, 4-7 juillet 2017. Dijon, France (short paper, communication orale)
3. **Chizallet M, Barcellini F, Prost L, Cerf M. 2016.** Entrer dans l'Intervention Capacitante en Conduite du Changement par la construction d'une chronique du changement. **51^{ème} congrès de la SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française) : Ergonomie(S), Ergonome(S) Quelles évolutions à la croisée d'une discipline et d'un métier ?** 21-23 septembre 2016, Marseille, France. (full paper, communication orale)
4. **Toffolini Q, Prost L, Jeuffroy MH. 2013.** Caractéristiques des connaissances agronomiques actionnables pour s'engager vers des systèmes de culture durables. **Colloque National 2013 DinABio (Développement & Innovation en Agriculture Biologique).** Tours (France), 13-14 novembre 2013 (short paper, poster)
5. **Béguin P, Coutarel L, Prost L, Maillot PA. 2011.** Conduite de projet et réduction des risques environnementaux : le cas des AAC « grenelle » **46^{ème} congrès de la SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française) : L'ergonomie à la croisée des risques** (pp. 41-45 des Actes). Paris : SELF. (full paper, communication orale) , 14-16 Septembre 2011.
6. **Prost L, Cerf M & Béguin P. 2008.** La simulation en conception comme méthode de développement fondée sur l'artefact (SIMARDEV). **43^{ème} congrès de la SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française) : Ergonomie et Conception : concevoir pour l'activité humaine** (pp.235-243 des Actes). Ajaccio (France), 17-19 sept 2008 (full paper, communication orale)

Articles à destination des utilisateurs de la recherche (groupes professionnels, vulgarisation)

1. **Prost L. 2018.** Le design est-il un concept utile pour les agronomes ? *Agronomie, Environnement & Société* 8 (2).
2. **Reau R, Bedu M, Ferrané C, Gratecap J-B, Jean-Baptiste S, Paravano L, Parnaudeau V, Prost L. 2017.** Evaluation des émissions de nitrate des champs pour la conception de projets de territoire et l'accompagnement de la transition en aires d'alimentation de captage. *Innovations Agronomiques* 57, 99-115
3. **Cerf M, Barbier M, Jeuffroy M-H, Cardona A, le Bail M, Prost L. 2017.** La transition vers la réduction de l'usage des pesticides au prisme de l'intermédiation. *Innovations Agronomiques* 54, 133-148

4. **Prevost P, Capitaine M, Prost L, Omon B, Cerf M, Compagnone C. 2016.** Editorial « Savoirs agronomiques pour l'action ». *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 6(2). 9-14
5. **Prost L, Capitaine M, Dedieu B. 2016.** Quels renouvellements des savoirs agronomiques ? Dialogue entre agronomes et zootechniciens dans le numéro « Savoirs agronomiques pour l'action ». *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 6(2). 119-130
6. **Toffolini Q, Jeuffroy M-H, Prost L. 2016.** L'activité de re-conception d'un système de culture par l'agriculteur : implications pour la production de connaissances en agronomie, dans le numéro « Savoirs agronomiques pour l'action ». *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 6(2). 193-202
7. **Paravano L, Prost L, Reau R. 2016.** Observatoire et tableau de bord pour un pilotage dynamique des pertes de nitrate dans une aire d'alimentation de captage, dans le numéro « Regards agronomiques sur les relations entre agriculture et ressources naturelles ». *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 6(1). 127-134
8. **Le Gal P-Y, Prost L, Triomphe B. 2015.** Editorial « Innovations agricoles : quelle place pour l'agronomie et les agronomes ? ». *Agronomie, Environnement & Sociétés*. 5(2). 9-12
9. **Ballot R, Chantre E, Guichard L, Jeuffroy MH, Prost L, Reau R. 2014.** Quelle(s) méthode(s) pour construire collectivement et initier des changements de pratiques dans les AAC ? Séminaire GIRE GOUTE (ressources en eau : gestion intégrée et gouvernance territoriale), Départements EA et SAD, 25 et 26 mars 2014, Toulouse.
10. **Paravano L, Prost L, Reau R. 2012.** Bac Lauduchy et la Croix Rouge : quel programme d'actions ? la démarche de travail, atouts et limite. Présentation au Ministère de l'Ecologie et du développement durable, 11 juin 2012.
11. **Paravano L, Prost L, Reau R. 2012.** Bac de La Croix Rouge et de Lauduchy : Un Programme D'action Dynamique Pour Demain. Rapport produit pour le comité de pilotage de l'AAC de Brienon
12. **Gauffreteau A, Jeuffroy MH, Lecomte C, Prost L. 2012.** Journées ASF Céréales à Paille, IBP, Interaction Génotype*Environnement et Stabilité de l'expression du phénotype, 10 mai 2012.
13. **Notice d'utilisation de DIAGVAR. 2012.** DIAGVAR : un outil pour valoriser les Interactions Génotype x Milieu et Améliorer la Caractérisation des Milieux et des Variétés de blé. <http://www6.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/Productions/Outils-et-modeles/DIAGVAR> en lien avec le dépôt du logiciel DIAGVAR en 2009
14. **Paravano L, Duchenes V, Prost L, Reau R. 2011.** Améliorer le diagnostic territorial des captages "Grenelle" par une analyse pluriannuelle des pressions agricoles. Poster présenté à la Journée Captages organisée par le GIS GC HP2E « protection des zones de captage vis-à-vis des pollutions diffuses : retours d'expérience » le 3 février 2011.
15. **Gauffreteau A, Jeuffroy MH, Lecomte C, Prost L. 2011.** Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Les défis de la filière des semences et des plants, Journée d'information du 4 février 2011.
16. **Lecomte C, Prost L & Gauffreteau A. 2009.** Présentation d'une méthode pour améliorer la connaissance des aptitudes variétales, intérêt des modèles, besoins de développements nouveaux. *Innovations Agronomiques*, 7. 105-119. revue INRA à comité de lecture

ENCADREMENT SCIENTIFIQUE

Thèses

Quentin Toffolini (INRA/AgroParisTech, UMR Agronomie ; INRA, UMR Lisis), (oct 2012-fev 2016).
Titre : « Caractériser les connaissances actionnables pour le changement de pratiques dans des situations de reconception de systèmes de culture ».

2 publications internationales acceptées et 3^{ème} publication soumise. 1 publication en français.
Plusieurs communications dans des congrès internationaux et francophones.

Thèse en agronomie.

Bourse ED ABIES

Marie Chizallet (CNAM CRTD / INRA UMR LISIS) (depuis oct 2015). Titre : "Accompagner la transition agro-écologique : soutenir la conduite du changement des agriculteurs pour développer un travail durable."

1 publication internationale acceptée, 1 publication francophone acceptée, plusieurs communications dans des congrès internationaux et francophones

Thèse en ergonomie

Bourse ED Abbé Grégoire

Celina Slimi (INRA UMR LISIS / Département Sciences de l'Education, Université de Bretagne Occidentale). Titre : « Le partage d'expériences : une ressource clé pour soutenir les agriculteurs dans le développement d'une capacité de conception innovante ? »

Bourse ½ Département SAD INRA, ½ ED ABIES

Postdoctorats

Quentin Toffolini (INRA/AgroParisTech UMR SADAPT) (sept 2017-nov 2018). Titre : « La conception comme source de renouveau dans la production de connaissances scientifiques en agroécologie »

1 publication soumise, 1 communication internationale

Financement LabEx BASC (Biodiversité, Agrosystèmes, Société, Climat)

Stages

3 stages de M1, 7 stages de M2 ou de fin d'études d'ingénieur

Participation à des comités de thèse

6 comités de thèse : Vincent Lefèvre (ISARA), Maxime Catalogna (INRA UR Ecodéveloppement), Pauline Della Rossa (CIRAD), Anne Périnelle (CIRAD-INRA), Marie-Laure Balandier (INRA UMR Agronomie), Louis Rénier (INRA UR Ecodéveloppement, CIRAD UMR Innovation)

ANIMATION DE LA RECHERCHE

Animation de collectifs de recherche

IDEAS (INSTITUTE FOR DESIGN IN AGRIFOOD SYSTEMS), INRA & AGROPARISTECH

- 2014-2015 : CHARGE DE MISSION INRA par les départements EA et SAD sur « l'intérêt et la faisabilité de la création d'un Centre de Ressources dédié à la CONCEPTION dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation ». avec Marie-Hélène Jeuffroy. La mission avait pour objectifs (i) de préciser le positionnement scientifique susceptible de fédérer une contribution originale de l'INRA aux recherches sur la conception, puis (ii) d'initier une réflexion sur ce que pourrait recouvrir un tel Centre de Ressources.

- DEPUIS 2015 : CELLULE DE PILOTAGE ET D'ANIMATION

Structuration d'un réseau de chercheurs franciliens travaillant sur et pour la conception de systèmes agri-alimentaires couplant un volet recherche, un volet centre de ressource et un volet formation (initiale et continue)

PRIORITE PEPS (Partage d'Expériences, Production de Savoirs) du département de recherche SAD, INRA

- DEPUIS 2017 : CELLULE DE PILOTAGE ET D'ANIMATION

Organisation d'écoles-chercheurs

ECOLE CHERCHEURS « FAVORISER LA RECHERCHE INTERDISCIPLINAIRE ET L'INNOVATION PAR LA CONCEPTION INNOVANTE »

- 2018 : COMITE SCIENTIFIQUE D'ORGANISATION

47 participants

ECOLE CHERCHEURS « PRODUIRE ET MOBILISER DIFFERENTES FORMES DE CONNAISSANCES POUR ET SUR LA TRANSFORMATION DES SYSTEMES AGRICOLES : REGARDS INTERDISCIPLINAIRES »

- 2016 : COMITE SCIENTIFIQUE D'ORGANISATION

62 participants

Formation doctorale du département SAD

JOURNEES DES DOCTORANTS DU SAD (JDD)

- DEPUIS 2017 : MEMBRE DE L'EQUIPE D'ANIMATION

une semaine de formation chaque année

<https://seminaire.inra.fr/journees-doctorants-dpt-sad/>

Participation à des réseaux

GROUPE DISCIPLINAIRE DES AGRONOMES DU SAD INRA

- DEPUIS 2010 : PARTICIPATION AU GROUPE

ARPEGE (Association pour la Recherche en Psychologie Ergonomique et ErGonomie)
- DEPUIS 2016 : MEMBRE DE LA COMMISSION « **CONCEVOIR POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE** »
- 2016-2017 : ORGANISATION DE SYMPOSIUMS aux congrès SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française, 2016) et EPIQUE (Conférence de Psychologie Ergonomique, 2017)

ENSEIGNEMENTS

Responsabilité, animation

AGROPARISTECH PARIS

- DEPUIS 2012 : RESPONSABLE D'UN MODULE D'ENSEIGNEMENT, 30h/an

Gestion du module « *Inscription des connaissances biotechniques et du chercheur dans les dynamiques de changements techniques et sociaux* », master 2 AAE (de l'Agronomie à l'AgroEcologie)

- DEPUIS 2014 : EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MASTER 2 AAE, AGROPARISTECH PARIS
participation à la programmation pédagogique, suivi d'étudiants

Enseignements

AGROPARISTECH PARIS

- DEPUIS 2012 : 30h/an

« *Inscription des connaissances biotechniques et du chercheur dans les dynamiques de changements techniques et sociaux* »

GROUPE ESA ANGERS

- DEPUIS 2012 : 3 h/an en moyenne

« *Conception de systèmes de culture innovants : outils et méthodes* »

Cours dupliqué à l'ISARA LYON en 2015-2016

VETAGROSUP CLERMONT FERRAND

- 2018-2019 : 4 h

« *L'agriculteur concepteur : place des agriculteurs dans l'innovation* »

EXPERTISES

Revues

Science and Public Policy (2016)

Information Systems Journal (2017)

Agricultural Systems (2017)

Travail Humain (2018)

Agronomy for Sustainable Development (2018)

Economie Rurale (2018)

Jurys

2018 : Recrutement d'un maître de conférences AGROPARISTECH PARIS en agronomie / sciences animales, pour la conception d'agroécosystèmes innovants articulant élevage et production végétale pour la transition agroécologique.

Département : SVS / SIAFEE

CNECA N° 6 ou N°5/ MC 684-05

Projets

Rapporteure pour l'appel à projet « Initiative d'Excellence » de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées (2015)

Rapporteure pour l'obtention d'une bourse de thèse du département SAD-INRA (2018)

Rapporteure pour l'Appel à Projets ESR 2019, volet "Recherche" de la Région Nouvelle-Aquitaine

CONTRATS DE RECHERCHE

En cours

DYNAM'EAU Gestion dynamique du projet d'une AAC (2019)

Appel d'offres AFB 2019-2020

Coordination L.Prost

QU'EAUVALIDIS Renouveler les projets de territoire à enjeu « eau de qualité »

par l'évaluation concomitante (2019-2020, coord R Reau INRA)

Appel d'offres AFB 2019-2020

Responsable de tâche

AGOR@RI Les médias sociaux au service des agriculteurs engagés dans l'agro-écologie (2019-2021, coord H Gross ACTA)

Appel d'offres CASDAR Appel à projets Innovation et Partenariat 2018

Participation

Terminés

ECOSYST'N Gestion dynamique des programmes d'action sur l'azote dans les AAC et les bassins par les animateurs territoriaux ». (2016-2018, coord R Reau, V Parnaudeau, INRA).

Appel d'offres ONEMA-AFB 2016-2018.

Responsable de tâche

TATABOX Transition agroécologique des territoires: une boîte à outil pour concevoir et mettre en œuvre une transition agroécologique des territoires agricoles avec les acteurs locaux (2013-2017, coord JE Bergez, INRA).

Appel d'offres ANR Agrobiosphere.

Responsable de tâche.

EXPLORATION DES FORMES D'INNOVATION OUVERTES EN AGRICULTURE VIA LES COMMUNAUTES D'ECHANGE DE PRATIQUES EN LIGNE ENTRE AGRICULTEURS (2014-2015).

Financement du département INRA SAD & LISIS

Coordination L Prost

DYCOT, Dynamique De Production De Connaissances Dans Un Processus De Transition » (2013-2016).

Financement du MP SMACH INRA.

Coordination L Prost et A Cardona (INRA)

PESTIMUTE GEN « Intermédiation et Transition : processus de généralisation et d'institutionnalisation d'expériences locales de réduction de pesticides ». (2013-2016, coord M Cerf INRA)

Appel d'offres PSPE « Pour et Sur Ecophyto 2018 ».

Responsable de tâche

Non financés

ANR AGRINNEXP - Nouvelles formes de production et de circulation des expériences au service des innovations pour la transition agroécologique. Non retenu en 2018 et 2019 (coord F. Goulet, CIRAD)

ANR JCJC IDAGRI – Reconcevoir l'agriculture. Non retenu en 2016 (coord L. Prost)

NARRATOPIA Horizon H2020 ICT-10a-2015. Non retenu en 2015 (coord M. Baker, CNRS-Télécom ParisTech)

ANR JCJC INTERAGRI - Interagir Pour Agir: des échanges traditionnels aux échanges virtuels entre pairs pour concevoir une transition agroécologique. Non retenu en 2015 (coord L. Prost)

COLLABORATIONS

INRA

UMR LISIS : notamment Marianne Cerf (depuis 2004), Patrick Steyaert (depuis 2012), Marc Barbier (depuis 2010), Pierre-Benoît Joly (2015), Douglas Robinson (depuis 2018)

UMR Agronomie : notamment Marie-Hélène Jeuffroy (depuis 2004), Raymond Reau (depuis 2009), Laurence Guichard (2012-2016), Claudine Ferrané (depuis 2016), Corentin Barbu (depuis 2018)

UMR SADAPT : Jean-Marc Meynard (depuis 2013), Elsa Berthet (depuis 2013), Marianne Le Bail (depuis 2012), Chloé Salembier (depuis 2016)

UMR AGIR : Jacques Eric Bergez, Olivier Thérond, Michel Duru (2013-2017) Nathalie Girard (depuis 2013), Julie Labatut (2013-2016), Laurent Hazard (depuis 2017)

UR ECODEVELOPPEMENT : notamment Aurélie Cardona (depuis 2012)

UR ASTER : Fabienne Barataud (depuis 2015)

UMR SAS : Virginie Parnaudeau (depuis 2015)

UMR GMPA : Caroline Pénicaud (depuis 2016)

UMR EPIA : Gwenaél Vourc'h (depuis 2017)

DEPARTEMENTS SAD, EA, CEPIA (depuis 2015), *mission SAD EA « centre de ressources CONCEPTION»*

DEPARTEMENT SAD : *priorité PEPS, équipe d'animation des JDD*

Recherche hors INRA

CRTD CNAM : Flore Barcellini (depuis 2010), *co-encadrement de thèse et de stage, projet Tatabox, co-publication*

Sciences de l'Education, Université de Bretagne Occidentale : Magali Prost (depuis 2013), *projet « Exploration des formes d'innovation ouvertes en agriculture via les communautés d'échange de pratiques en ligne entre agriculteurs. », co-encadrement de thèse, co-publication, travail de terrain*

LTCI Télécom ParisTech : Françoise Détienne, Michael Baker (depuis 2013), *séjour postdoctoral, montage de projets, écriture de publication en cours*

AGROPARISTECH Gwenola Yannou Le Bris (depuis 2016) *IDEAS*, Alexandra Jullien et Safia Médiène, *participation à l'équipe enseignante du Master 2 AAE*

AGREENIUM : Philippe Prévost (depuis 2014), *organisation des Entretiens du Pradel, édition de deux numéros de la revue AES*

IRSTEA : Marie Taverne, UMR Territoires (depuis 2013) *projet Tatabox, travail de terrain et publications en cours,*

VETAGRO SUP : Mathieu Capitaine UMR Territoires (2013-2017), *organisation des Entretiens du Pradel, édition de deux numéros de la revue AES, co publication*

CIRAD : Eric Scopel (depuis 2013) *suivi de la thèse de Q Toffolini, échanges*, Frédéric Goulet (depuis 2015) *co organisation d'une Ecole Chercheur, projet PESTIMUTE, montage projet ANR, priorité PEPS du département SAD*

Recherche - internationale

Laura Seppänen, Yrjö Engeström (CATDWR, Finlande), *séjour 2005*

Boelie Elzen (Université de Twente, Pays Bas), *symposium IFSA 2016*

Laurens Klerkx (Wageningen University, Pays Bas), Gordon Hickey (McGill University, Canada), *séminaire de travail en octobre 2016, n° spécial pour Agricultural Systems 2017*

Andrew Thatcher (Witwatersrand University, Afrique du Sud), *accueil de M Chizallet / automne 2017*

Partenaires non chercheurs

Chambre d'agriculture de l'Yonne : Laurette Paravano, Edith Foucher, Eric Bizot (depuis 2010)

Chambre d'agriculture régionale de Normandie : Bertrand Omon (depuis 2018)

RMT Systèmes de culture innovants (SdCi) (depuis 2010)

ACTA : Hélène Gross (depuis 2018, projet AGOR@GRI)

Animateurs d'Aires d'Alimentation de Captage : notamment Marine Gratecap (Syndicat d'eau du Roumois et du plateau du Neubourg), Sylvain Duthoit, Dorian Fontanilles (chambre agriculture Marne)

CIVAM : notamment Jean-Marie Lusson

En préambule : Parcours

Avant-propos : j'ai utilisé mon positionnement pluridisciplinaire pour construire un mémoire d'HDR dont le contenu emprunte aux différentes normes disciplinaires et qui m'aide à faire un point sur mes travaux. J'ai ainsi choisi de faire un document un peu plus long que la norme en agronomie, avec une partie « parcours » plus personnelle que factuelle (une orientation que j'aime toujours beaucoup dans les HDR de mes collègues) et avec un mémoire davantage ciblé sur une relecture fouillée de mes travaux que sur une recherche originale.

1 D'une formation initiale d'ingénieur agronome à la recherche : premiers pas (2000-2004)

Ma relation à la recherche a tout d'abord été une relation contrariée... Après un cursus en classes préparatoires où j'avais eu une certaine appétence pour les travaux de recherche, j'ai démarré une formation d'ingénieur agronome à l'INA P-G (Institut National Agronomique Paris-Grignon, devenu AgroParisTech) durant laquelle la recherche agronomique a davantage été un repoussoir pour moi. Au début des années 2000, cette recherche donnait une large place aux travaux de modélisation des processus écophysologiques à l'œuvre dans les peuplements végétaux et je ne parvenais pas à m'intéresser à de tels travaux. « A quoi ça sert ? », c'était une question récurrente pour moi d'autant que beaucoup de ces travaux revendiquaient être des travaux de recherche appliquée, au motif que ces modèles pourraient être utiles un jour aux agriculteurs. J'en tirais des conclusions sévères – caricaturales et naïves sans doute- sur l'utilité de la science agronomique publique vis-à-vis des attentes des agriculteurs ou des filières. J'ai donc choisi en dernière année de ne pas aller vers une formation par la recherche (DEA, Diplôme d'Etudes Approfondies) mais de rester dans le cursus ingénieur (spécialisation en Agronomie Environnement, option Maîtrise de la qualité dans les filières végétales) pour aller ensuite vers des métiers du développement ou de recherche-développement. J'avais ainsi choisi de faire mon stage de fin d'études à la SEFRA, une association drômoise construite autour d'une station expérimentale sur l'arboriculture portée par des chambres d'agriculture, des organisations de producteurs et des organismes professionnels. J'y ai fait une étude de l'optimisation agronomique et économique des itinéraires techniques en vergers de Pêcher (Prost, 2003). Cela reste un excellent souvenir, j'ai beaucoup apprécié de devoir travailler sur des cultures pérennes (et directement consommables...).

Mais une fois mon diplôme validé, j'ai eu besoin, pour des motifs personnels, de rester quelques mois de plus à Grignon. Marianne Le Bail et Marianne Cerf, auprès de qui j'avais fait un projet d'étudiant pendant ma spécialisation (projet collectif de quelques semaines en fin de cursus ingénieur, avant le stage de fin d'étude), m'ont alors proposé de m'engager en main d'œuvre occasionnelle à l'INRA pour poursuivre ce projet d'étudiant qui portait sur les variétés de blé. Ce travail partait du constat que malgré un catalogue variétal pléthorique, très peu de variétés de blé étaient finalement cultivées. Or, avoir trois ou quatre variétés sur la moitié nord de la France, c'est se priver de la possibilité d'adapter la variété aux terroirs, c'est donc s'appuyer sur les intrants pour standardiser au mieux la culture de la variété. Le projet d'étudiant visait à comprendre comment les différents acteurs de la filière blé choisissaient les variétés de blé, des sélectionneurs aux multiplicateurs jusqu'aux agriculteurs et transformateurs. Durant les mois de main d'œuvre que j'ai effectués, j'ai poursuivi et synthétisé les entretiens que j'avais eus avec ces acteurs et j'ai mené des enquêtes auprès de coopératives visant à identifier la place de la variété dans ces structures.

2 Une thèse à l'interface entre agronomie et ergonomie de conception (2004-2008)

J'ai eu l'occasion à cette époque de discuter avec Marianne Cerf autour de mes questions sur la recherche appliquée, l'utilité de la science et celle des modèles. Marianne était alors impliquée dans une action transversale INRA appelée IMPACT (pour « impact et gestion des innovations variétales ») sur le développement d'outils de caractérisation des variétés de blé. Porté côté INRA par Marie-Hélène

Jeuffroy, ce projet visait notamment à transformer en outil opérationnel un modèle statistique développé par Christophe Lecomte depuis de nombreuses années, qu'il était en train de valoriser dans une thèse. Que ce soit dans les travaux de Christophe ou le projet FSOV, les acteurs de la profession étaient très impliqués : les sélectionneurs avec le GIE Club des 5 qui réunissait 4 (...) des plus grandes maisons de sélection françaises, le GEVES en charge de l'évaluation officielle des variétés et Arvalis, institut technique du blé qui lui-aussi produisait chaque année des évaluations sur les nouvelles variétés inscrites. L'idée était alors de co-concevoir avec eux cet outil pour qu'il leur soit utile. Marie-Hélène et Marianne m'ont proposé de travailler pour ce projet durant quelques mois comme ingénieure de recherche contractuelle pour rencontrer les futurs utilisateurs potentiels et discuter de l'adaptation de l'outil à leurs besoins. Cela avait du sens à mes yeux : je commençais à être à l'aise avec ce domaine « variétés de blé » et j'avais l'opportunité de faire en sorte qu'un modèle issu de la recherche devienne un outil utile. De sorte que lorsque Marie-Hélène et Marianne m'ont proposé de traiter cette question plus à fond dans une thèse à l'UMR Agronomie, j'ai été partante. Je trouvais séduisante l'idée de la faire de la recherche sur comment faire une recherche plus utile... sans doute mon appétence initiale à la recherche qui réapparaissait là. Le projet de thèse était également un projet qui revendiquait l'interdisciplinarité, c'est aussi une dimension qui m'a semblé pertinente pour le sujet à explorer, et qui m'a plu pour l'ouverture qu'elle suppose, et le retour réflexif qu'elle produit sur les disciplines explorées.

Du fait de son sujet exploratoire, assumant une ambition participative et interdisciplinaire, le projet de thèse faisait l'objet d'un financement de thèse « ASC » (Attaché Scientifique Contractuel) par l'INRA, un financement sur concours qui ciblait des sujets considérés comme risqués scientifiquement mais sur lesquels il était important de former de jeunes chercheurs pour de futurs recrutements. J'ai réussi le concours en faisant valoir ma motivation et ma curiosité face à un sujet que j'interprétais comme un problème de conception. J'ai en effet choisi d'interpréter la problématique de l'utilité des modèles agronomiques et de l'échec de leur transformation en outils utilisés comme une question scientifique renvoyant à une problématique de conception de ces modèles. Pour cela, j'ai investi le champ de l'ergonomie de conception et des théories de l'activité, à travers une formation continue au CNAM et un séjour de quelques mois dans le laboratoire de Yrjö Engeström (CATDWR à l'époque, CRADLE aujourd'hui). Dans l'ergonomie de l'activité française, j'ai découvert une discipline scientifique qui me semblait être très parallèle de l'agronomie systémique dans laquelle je m'inscrivais au département SAD. Deux *nomos*, très orientés par leurs approches systémiques et la volonté non pas seulement de comprendre mais d'agir et d'aboutir à des finalités pratiques en portant une attention toute particulière à l'activité des travailleurs. Lorsque mes collègues du SAD racontent l'histoire de ce département de recherche « dissident » de l'INRA, fondé à la fin des années 1970, ils disent que le département s'est soudé autour de ce credo : « les agriculteurs ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font ». L'ergonomie de l'activité ne dit pas autre chose et étend cette affirmation à tous les opérateurs au travail. Cherchant à optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes dans lesquels ces personnes agissent, l'ergonomie s'est d'abord constituée au travers de l'idée d'« adapter le travail à l'homme » là où le discours dominant (on se situe dans les années 50) portait plus à adapter l'homme au travail. De ce fait, les ergonomes ont énormément travaillé à faire reconnaître l'activité réelle qu'un opérateur développe pour répondre à une tâche. J'ai découvert tout cela avec beaucoup de curiosité et d'enthousiasme lors de ma formation à CNAM : le projet politique et éthique qui avait fait émerger l'ergonomie, la préoccupation initiale liée aux conditions de travail des ouvriers, l'élargissement à d'autres formes de travail avec toujours cette attention à l'humain. J'y ai aussi découvert avec beaucoup

d'admiration le monde de la formation continue qui permet à des auditeurs de tous âges et tous profils de venir se former et/ou réinitialiser leur vie professionnelle, autant de belles rencontres à la fois parmi les auditeurs et les formateurs.

L'approche de la « conception » par la discipline ergonomique est double. Il postule d'une part que lorsqu'on conçoit un outil, une machine, une organisation qui va s'imposer à des opérateurs, il faut ramener l'activité de ces opérateurs dans la conception de cet outil, machine, organisation et il faut se donner les moyens de construire ce que sera l'activité future de ces opérateurs avec le nouvel outil, la nouvelle machine, la nouvelle organisation afin d'ajuster la conception à cette activité. L'autre axe de travail des ergonomes de la conception, c'est de s'intéresser à l'activité des concepteurs eux-mêmes afin de la rendre plus soutenable et plus efficace. J'ai appris cela, ainsi que les méthodes pour y parvenir, via ma formation au CNAM.

J'ai effectué un séjour en Finlande auprès de Laura Seppänen, Reijo Miettinen et Yrjö Engeström pour approfondir la dimension développementale de ces processus de conception que j'avais découverte à cette formation. Lorsqu'on introduit un nouvel outil de travail dans l'activité d'opérateurs, cela a des effets : mis en face d'un outil qui peut avoir un sens et une utilité pour eux, les utilisateurs peuvent repenser leur travail ; mis en face des connaissances et savoir-faire des utilisateurs dans leur travail, les concepteurs peuvent avoir de nouvelles idées ; soumis à l'utilisation, l'objet conçu peut être transformé. Ce que j'avais commencé à découvrir via le concept de genèses instrumentales initié par Pierre Rabardel, je l'ai creusé dans le concept d'*expansion* d'Engeström qui s'accompagnait d'outils méthodologiques pour comprendre les phénomènes à l'œuvre (sa vision du système d'activité) et pour accompagner le développement (*Change Laboratory*[®]). Cela m'a permis d'affirmer une triple exigence dans ma thèse : une exigence de conception d'un outil, une exigence de produire sur le volet méthodologique de cette conception, une exigence de mettre en lumière le développement occasionné par ce processus pour l'outil, pour les utilisateurs et pour les concepteurs-chercheurs agronomes. Si j'ai finalement soutenu ma thèse comme une thèse d'agronomie, j'ai pris soin de publier sur ces travaux à la fois en ergonomie et en agronomie. En effet, même si je suis convaincue que les questions de conception sont des questions qui doivent être traitées et débattues en agronomie, je suis également convaincue que ces questions de conception nécessitent d'investir d'autres disciplines qui comptent la conception parmi leurs objets d'étude, comme l'ergonomie. Cela m'a permis de développer la stratégie qui reste la mienne aujourd'hui : tenir une position interdisciplinaire entre agronomie et sciences de la conception (je reviendrai sur ce basculement de l'ergonomie aux sciences de la conception). Au-delà de ce positionnement scientifique, cette thèse a aussi été l'occasion d'un travail intense avec plusieurs acteurs de la sélection des variétés de blé dans un cadre de gestion de projet que j'ai apprécié : beaucoup d'entretiens, de réunions, de séances de travail autour de la manipulation d'un prototype, de retours. Beaucoup d'échanges aussi avec de nombreux ingénieurs et chercheurs qui étaient des ressources sur les questions qui émergeaient les unes après les autres lors de la conception de l'outil d'aide à l'évaluation variétale : des généticiens, des statisticiens, des écophysiologistes, des agronomes, des ergonomes, des informaticiens notamment. Ça a été pour moi un premier apprentissage du dialogue scientifique interdisciplinaire. Et tout cela dans un environnement de travail privilégié, avec deux directrices de thèse disponibles, attentives, impliquées et intéressées par les questions de recherche que j'abordais. Bref, une expérience qui m'a permis de découvrir une forme de recherche qui, cette fois, m'a passionnée.

3 De la conception d'artefacts à la conception de systèmes de culture (2008-2014)

3.1 Concevoir des systèmes de culture ?

En finançant ma thèse par le biais d'un financement ASC, l'INRA reconnaissait la thématique de ma thèse comme une thématique d'avenir mais peu investie et se donnait donc les moyens de former une personne qui ait les compétences adéquates pour s'y inscrire. Et de fait, un poste a été ouvert en 2008, sur la thématique de la conception de systèmes agricoles innovants, ce qui m'a permis de me présenter au concours et d'être recrutée dès le fin de ma thèse, dans le département SAD (équipe PRAXIS de l'unité SADAPT qui est devenue l'unité Sciences en Société -SenS- de 2010 à 2015 puis le Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Sociétés - LISIS- depuis 2015).

J'ai donc été recrutée comme chargée de recherche pour travailler sur la conception de « systèmes de culture ». Changer d'objet de conception n'a pas été simple : je passais de la conception d'artefacts matériels - une problématique finalement bien connue dans les secteurs industriels même si peu abordée en tant que telle en agronomie - à la conception de « système de culture », un concept d'agronome désignant plutôt un processus de production qu'un artefact. Le premier effet de ce changement d'objet a été de changer les acteurs avec lesquels j'interagissais : moins d'instituts techniques ou d'organismes nationaux, plus d'agriculteurs et de conseillers agricoles. C'est d'ailleurs cela qui m'a guidée pour entrer dans la thématique de la conception de systèmes de culture. En cohérence avec le fait qu'il faut connaître l'activité de ceux pour lesquels on conçoit, j'ai pris le parti d'aller « sur le terrain ». Je participais alors au projet POPSY (« Systèmes de production de grande culture, environnement, politiques publiques », ANR-08-STRA-12-02), dont l'une des tâches visait à contribuer à la mise au point de systèmes de culture, en se focalisant sur les dynamiques de conception/évaluation et sur les dispositifs techniques qui les outillent. Raymond Reau qui participait à la même tâche m'a proposé d'aller voir une conseillère agricole en Bourgogne, Laurette Paravano, dont il avait entendu dire qu'elle était « super », avec l'espoir d'identifier un groupe d'agriculteurs avec lesquels travailler. Nous sommes alors juste après le Grenelle de l'Environnement (2009-2010) et Laurette est en charge d'Aires d'Alimentation de Captage (AAC) Grenelle dans l'Yonne. Sur ces aires, il faut déployer tout un nouvel arsenal méthodologique et réglementaire pour diagnostiquer d'où vient la pollution des eaux constatée et proposer un plan d'action passant par le changement de pratiques des agriculteurs. Laurette nous a proposé d'intervenir avec elle dans une de ses aires car, malgré les préconisations des ministères ou du BRGM, elle était dans le flou sur la façon de s'y prendre. L'Yonne a en effet fait partie des départements qui ont été pionniers dans la mise en route des AAC Grenelle, les acteurs découvraient donc en marchant les nouvelles propositions de procédure qui venaient se surimposer à toutes les législations de protection de qualité de l'eau. Cette rencontre avec Laurette et Raymond, finalement fortuite, fait partie des événements qui ont construit ma première partie de carrière. Cela fait aujourd'hui près de 10 ans que nous travaillons ensemble dans l'Yonne, à Briennon-sur-Armançon, avec des périodes d'adhérence forte et de désadhérence plus légère pour reprendre les termes d'Yves Schwartz (Schwartz, 2009). Je suis très attachée à ce terrain. J'y ai beaucoup tâtonné sur ma place, mes questions de recherche, mes apports... J'ai procédé par induction (on pourrait dire aussi par improvisation...) en misant sur le temps long. Je pense que ça commence à payer aujourd'hui mais ce fut long pour celui qui regarderait juste les résultats comptables de la recherche (publications notamment) et cela a nécessité que nous trouvions régulièrement de nouvelles formes de financements pour maintenir notre travail sur ce terrain. Je pense que tout ce chemin était nécessaire.

Sur le fond, Raymond et moi arrivions avec l'idée que des méthodes et outils (d'évaluation notamment) nous permettraient de concevoir des systèmes de culture. Mais c'est ce terrain qui m'a permis de réaliser définitivement que ce ne serait pas nous, scientifiques, qui concevions les systèmes de culture. Vu la nature de l'objet « système de culture », nous ne pourrions que soutenir les agriculteurs dans leurs activités de conception, pas nous substituer à eux alors que j'étais bien conceptrice -avec d'autres- de l'outil DIAGVAR pendant ma thèse. Prendre conscience de ce décalage a été clé pour moi pour prendre en main la problématique « conception de systèmes de culture ». Cela m'a permis de me recentrer sur la problématique suivante : « s'il faut soutenir les activités de conception des agriculteurs, il faut explorer ce que sont ces activités de conception pour ces acteurs ». J'ai alors investi différemment l'ergonomie de conception et plus largement les travaux scientifiques sur la conception pour y voir plus clair sur les activités de conception en général. Et j'ai commencé à réfléchir sur la spécificité des activités de conception des agriculteurs, en insistant notamment sur la dimension « processus » de cette activité de conception, un processus dont on peut analyser les différents pôles. C'est à cette époque (2012) que Marie-Hélène Jeuffroy et moi avons construit et co-dirigé un projet de thèse intitulé « Produire des connaissances agronomiques actionnables pour la conception de systèmes de culture durables et innovants ». Ce projet de thèse proposait de partir de l'analyse de situations concrètes d'agriculteurs impliqués dans une activité de reconception de leurs systèmes de culture pour analyser les caractéristiques des connaissances agronomiques qu'ils recherchent, acquièrent, utilisent pour les mobiliser dans leur activité de conception de leurs systèmes de culture et revenir alors vers les agronomes pour discuter leur production de connaissances. Quentin Toffolini a brillamment mené ce projet ambitieux à terme dans la thèse qu'il a soutenue début 2016. Son analyse des trajectoires d'agriculteurs en train de faire évoluer leurs pratiques est une première pierre à l'analyse fine des activités de conception que peuvent développer les agriculteurs. Et à partir de cette analyse, il a étudié la pertinence d'une part des indicateurs agronomiques et d'autre part des connaissances agronomiques à outiller les processus de conception des agriculteurs. Ce faisant, il posait de premières briques relatives à la façon dont la recherche agronomique pouvait contribuer aux processus de conception des agriculteurs. La thèse de Quentin a aussi été l'occasion de creuser la question des processus de production de connaissances dans et pour la conception. Si j'avais commencé dans ma thèse à ébaucher l'idée que des processus de conception étaient aussi des processus de production de connaissances originales, c'est la thèse de Quentin, puis son post-doctorat, j'y reviens dans le paragraphe suivant, qui m'ont remise au travail sur cette question. Ce qui était en jeu initialement pour moi, c'était de démontrer que la position ingénierique de certains agronomes n'était pas antagoniste d'une production de connaissances scientifiques. La thèse de Quentin m'a permis de traduire cet enjeu en une question de recherche sur la nature spécifique des connaissances scientifiques à produire pour alimenter l'activité de conception des agriculteurs.

Cette période de mon parcours, notamment le travail à Brienon avec Raymond Reau, m'a amenée à changer mon positionnement de recherche sur le terrain, ce que je n'avais pas forcément souhaité ni planifié même si je ne le regrette pas. En étant en accompagnement de Raymond qui était porteur d'une compétence agronomique forte, je me suis décalée vers une position différente : un peu de facilitation, un peu d'expertise méthodologique, beaucoup d'observation. De même, dans le co-encadrement de Quentin avec Marie-Hélène Jeuffroy, j'étais davantage utile pour mes compétences sur la conception que sur l'agronomie. C'est donc une période où j'ai adopté une posture plutôt analytique.

3.2 Poursuite des travaux sur la conception d'artefacts en agronomie

En parallèle de ces travaux sur la conception de systèmes de culture, j'ai poursuivi mes travaux sur la conception des outils en agronomie. C'est l'époque (2009) où je commence à travailler avec Flore Barcellini, alors jeune recrutée comme moi mais au CNAM, comme maître de conférences en ergonomie au CRTD (Centre de Recherche sur le Travail et le Développement). Flore avait travaillé durant sa thèse sur la conception dans une communauté de développement de logiciels libres. Elle montrait l'articulation entre la conception de l'artefact Python (langage de programmation sous licence libre) et la conception du collectif de conception du langage. Elle avait développé un cadre pour analyser les activités réelles de conception avec une attention particulière à la dimension collective de cette activité. Cela avait du sens pour moi car cela disait qu'il ne suffit pas de « bien » concevoir un outil pour qu'il soit utilisé, il faut aussi construire la communauté des utilisateurs qui feraient vivre l'outil et son usage. Or que voyais-je à l'INRA au même moment ? Les agronomes de l'Institut continuaient à développer de nombreux outils d'aide à la décision, de façon plus en plus participative (sans que ce label n'épuise la question des objectifs et méthodes de la participation). La conception de certains était plutôt prometteuse mais que se passait-il ensuite ? L'INRA ne reconnaissait pas comme son rôle le fait de suivre ces outils, d'en assurer une maintenance ou de se sentir en charge de développer de nouvelles versions. Cela a un peu changé depuis, avec la constitution d'une direction pour le partenariat et l'innovation même si cela reste un vrai débat. En conséquence, la plupart des outils était de toute façon condamnés car l'ingénieur ou le chercheur qui les avait initiés finissait par s'épuiser, sans ressources pour faire un travail de suivi auquel il n'était plus formé. L'approche développée par Flore offrait un nouvel angle d'attaque : au-delà de s'intéresser à l'usage pour concevoir un outil, on pouvait également s'intéresser à construire un collectif autour de cet usage pour penser le développement de l'outil sur un temps plus long. C'est ainsi que Flore et moi, accompagnées de Marianne Cerf, avons commencé à travailler en 2010 sur l'outil MASC© qui avait été développé par un collectif de chercheurs et ingénieurs agronomes qui souhaitait progressivement se désengager de la responsabilité de cet outil. En adaptant le cadre construit par Flore pour analyser les différentes activités du collectif de concepteurs, nous avons cherché à pointer les différents rôles tenus lors de la conception et à faire discuter les concepteurs sur la façon de faire tenir à d'autres les rôles-clés pour le devenir de l'outil. Finalement, c'est sur l'éclairage de la réalité des processus de conception que nous avons avancé à cette époque, davantage que sur la conception de communautés d'utilisateurs, mais je montrerai plus loin que cette préoccupation sur le collectif de conception est restée présente, de façon ténue, pour réapparaître plus massivement aujourd'hui dans mes projets de recherche.

3.3 Une conception participative, ouverte et distribuée ?

A ce stade de ma carrière (2012-2013), j'ai identifié deux champs sur lesquels j'avais besoin et envie de monter en compétence. Le premier était méthodologique. Dans mes travaux avec Quentin, avec Flore ou à Brienon, je travaillais essentiellement à partir d'entretiens et de retranscriptions de réunions et échanges. C'est sur ce matériau que je cherchais des traces relatives à l'activité de conception d'agronomes et d'agriculteurs. Or La formation que j'avais reçue au CNAM ou en Finlande regardait la conception comme une 'activité', c'est-à-dire à un niveau déjà systémique mettant en relation des sujets, des outils, des objectifs. Il me semblait donc nécessaire de me familiariser avec les nombreux travaux d'ergonomie micro-analytiques qui décryptent les activités cognitives des processus de conception, notamment pour traquer plus finement les traces de développement dans la conception. Le second faisait suite aux travaux développés avec Flore Barcellini sur les modèles de « conception ouverte et

continue ». Je souhaitais poursuivre l'idée que la conception dans le monde agricole se rapprochait de tels modèles et je souhaitais notamment explorer le sujet des communautés d'échange de pratiques en ligne qui existent entre les agriculteurs. Le sujet me semblait intéressant et prometteur par rapport à la thématique de conception. Parler de conception ouverte et distribuée était une façon de reconnaître l'activité de conception de différents acteurs du monde agricole, au premier rang desquels les agriculteurs. Or le développement de collectifs d'agriculteurs échangeant en ligne sur leurs pratiques était un lieu à observer cette activité. En analysant ces communautés d'échanges en ligne sous l'angle de leur rôle dans les processus de conception des agriculteurs, je me donnais un nouveau moyen d'analyser les places relatives des agriculteurs, agronomes et autres acteurs dans les processus de conception et je poursuivais mon exploration de la nature des contributions qui soutiennent les agriculteurs dans ces processus.

C'est à partir de ces deux champs que j'ai choisi d'effectuer un séjour postdoctoral au laboratoire LTCl de Télécom ParisTech (2013), avec Françoise Détienne et Michaël Baker. Ce laboratoire avait en effet développé des concepts et méthodes pour la micro-analyse du contenu des réunions de conception, ce qui me permettait de monter en compétence sur les méthodologies d'analyse de traces de conception. D'autre part, le laboratoire avait un savoir-faire reconnu sur l'analyse du fonctionnement de communautés en ligne : Françoise Détienne et Michael Baker avaient ainsi travaillé avec Flore Barcellini sur les dynamiques d'échanges sur des articles Wikipédia ou dans le cadre de sa thèse sur la communauté du langage Python. La question de l'analyse des échanges en ligne entre agriculteurs n'était quasiment pas traitée à l'époque dans le monde agricole et le LTCl disposait d'une expertise forte sur la façon d'analyser les processus de conception en ligne, même s'il l'appliquait à des cas d'étude très différents. J'ai donc exploré cette thématique (très large) via un projet d'élèves ingénieurs et via une collaboration avec une ancienne doctorante du LTCl, Magali Prost, qui avait analysé des forums d'échanges entre enseignants. A la suite de ce travail exploratoire qui nous a permis d'identifier les forums, rencontrer leurs administrateurs et faire de premières analyses des échanges qui s'y déroulaient, nous avons cherché à construire un postdoctorat autour du rôle des forums d'échange dans les transitions agroécologiques, puis une thèse. Trouver des financements sur ce sujet a été long, le sujet a beaucoup mûri grâce aux interactions entre Magali Prost, Marianne Cerf et moi. Et entre temps, l'exploration des interactions entre agriculture et numérique par la recherche est devenue plus intense, avec le développement de l'agriculture numérique, comme en témoigne la création de #DigitAg¹ par exemple. Finalement, via l'exploration du sujet des communautés d'échanges en ligne entre agriculteurs, ce sont davantage des questions relatives à la nature collective des processus de conception des agriculteurs et à la nature, la mise en forme et la validité des connaissances échangées en lien avec leur capacité à outiller la conception qui sont ressorties, et moins directement celles relatives à l'objet « numérique ».

En parallèle de ces travaux très orientés sur les agriculteurs, j'ai également participé entre 2013 et 2016 au projet Pestimute Gen que coordonnait Marianne Cerf. Ce projet s'intéressait aux activités d'intermédiation qui accompagnent la réduction de l'usage de pesticides dans le monde agricole, c'est-à-dire les activités portées par des acteurs divers (acteurs du conseil agricole, acteurs appartenant plutôt à la sphère de l'action publique et chercheurs) qui favorisent la circulation des idées et contribuent à faire tenir ensemble des acteurs et des logiques d'actions parfois divergentes vers l'objectif de réduction des pesticides. Ce projet a été l'occasion d'échanger avec d'autres collègues sur les connaissances

¹ Institut Convergences Agriculture Numérique, <http://www.hdigitag.fr/fr/>

agronomiques mobilisées dans ces activités d'intermédiation, ce qui faisait écho au travail de thèse de Quentin Toffolini ou à mes explorations des communautés d'échanges en ligne entre agriculteurs. Il m'a aussi permis de mieux connaître les acteurs potentiels des processus de conception ouverte. Si ce travail m'a permis de décentrer ma vision des acteurs de la conception au-delà d'un duo agriculteur / chercheur agronome, ce duo reste clé pour moi, j'ai d'autres collègues dont Marianne Cerf qui traitent spécifiquement de l'activité des agronomes du développement dans les processus de changement.

4 Une transition marquée par le projet IDEAS (2014-2015)

A la fin des années 2013-2014, je termine donc une période où j'ai mené différentes explorations autour des processus de conception dans le monde agricole : j'ai des travaux qui subsistent sur la conception d'artefacts et les processus de développement qui en découlent et j'ai des travaux en cours sur les processus de conception de systèmes de culture où je regarde de plus en plus les agriculteurs comme des concepteurs (avec une ouverture plus exploratoire sur la dimension collective de cette conception via les communautés de conception) et les agronomes comme des acteurs qui doivent soutenir ces processus (avec une ouverture vers des travaux à tonalité épistémologique sur la production de connaissances des agronomes). Au-delà de la diversité des objets traités, je creuse la nature effective de ces processus, en cohérence avec l'attachement de l'ergonomie à l'activité des opérateurs et je m'interroge sur la façon de les soutenir. J'ai donc ouvert une diversité de voies de travail mais la question se pose pour moi de donner plus de visibilité aux approches « conception » dans la discipline agronomique. Au-delà de mes propres travaux, je travaille dans un collectif local (Marie-Hélène Jeuffroy, Marianne Cerf, Jean-Marc Meynard notamment) qui partage mon intérêt sur les « approches conception » pour traiter des enjeux d'innovation dans le monde agricole et qui s'interroge également sur comment donner de la visibilité et de l'ampleur à ces approches, c'était d'ailleurs une des raisons du financement ASC de ma thèse et de recrutements INRA orientés sur la thématique Conception (voir le rapport SAI - Systèmes Agricoles Innovants-Meynard et al., 2006). Si nous nous interrogeons sur cette mise en visibilité, c'est que nous croyons à l'intérêt de nos approches, bien sûr, mais c'est aussi que nous recevons un nombre de plus en plus important de sollicitations de collègues chercheurs ou non chercheurs sur l'animation de processus de conception participatifs. La conception d'OAD est toujours aussi active en agronomie (à la fois en recherche et dans le développement agricole) et la thématique de la reconception des systèmes de culture prend de l'ampleur, comme en témoigne la montée en puissance du réseau mixte technologique (RMT) « Systèmes de culture innovants ». Ces deux domaines sont de plus redynamisés par les enjeux de transition agroécologique et par l'irruption de toutes les questions et opportunités liées à l'agriculture numérique. De plus les méthodes participatives qui étaient relativement originales au moment de ma thèse dans des contextes d'agricultures des pays développés sont presque devenues une norme (cette normalisation n'épuisant pas, encore une fois, le sujet de la variété des objectifs et réalités de la participation pour les différents acteurs). En conséquence, nous sommes régulièrement sollicités pour contribuer, ponctuellement ou plus intensément, à des projets relatifs à la conception d'artefacts ou à la conception de systèmes de culture et nous nous posons la question de savoir comment répondre à ces sollicitations.

Ces interrogations vont coïncider avec la volonté du département SAD, rapidement rejoint par le département E&A puis par la direction scientifique d'AgroParisTech, de se doter d'une stratégie de recherche ambitieuse sur le traitement de question de la conception dans le monde agricole. Marie-

Hélène Jeuffroy et moi-même nous voyons alors confier une mission visant à étudier la faisabilité d'un centre de ressources sur la conception valorisant la dynamique existante au sein de plusieurs unités d'Ile de France (2014-2015). Nous étions ainsi plusieurs, dans les UMR Agronomie, SAD-APT et SenS (à l'époque, devenue LISIS entre temps), à avoir pour objet de recherche la conception et à être en relation avec d'autres pôles de recherche basés aussi en Ile de France comme l'UMR I3² et le CRTD du CNAM. Il paraissait donc opportun d'examiner si ce premier noyau de collaboration autour de recherches sur la conception pouvait bénéficier plus largement aux chercheurs qui, à l'INRA, développent des travaux sur et pour la conception dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation. Il nous était demandé d'explorer l'intérêt et les conditions de faisabilité d'un centre de ressources sur et pour la conception dans des domaines incluant l'agriculture, l'environnement et l'alimentation, et prenant appui sur la dynamique scientifique d'ores et déjà initiée en Ile de France entre les différentes unités Inra et non Inra. Cette mission nous a permis d'argumenter de la pertinence d'une entrée « conception » pour traiter des enjeux d'innovations dans le monde agricole. Nous avons alors proposé de constituer un réseau qui articule différentes missions : 1) fédérer les recherches franciliennes sur la conception de systèmes agri-alimentaires (ouvrant donc ces recherches aux collègues de l'alimentation et de la transformation qui étaient investis dans des approches de conception), 2) compléter la formation initiale et continue de personnes souhaitant contribuer à ces enjeux d'innovations par des apports sur la conception (sa nature, les outils mobilisables...) et 3) mettre à disposition les ressources développées par les uns et les autres pour soutenir les processus de conception. Ces trois volets « recherche », « formation » et « centre de ressources » ont été repris par les tutelles qui ont entériné la création d'IDEAS (Initiative for DEsign in Agrifood Systems). Je fais aujourd'hui partie de la cellule de pilotage de ce réseau.

Le fait de construire ce réseau a été l'occasion de me poser un certain nombre de questions, sur un plan scientifique (qu'est-ce que j'apportais spécifiquement dans ce réseau, avec ma position interdisciplinaire ? quels étaient les objets de recherche sur lesquels j'avais une vision originale ?) et sur un plan stratégique (comment je pensais le déploiement d'une proposition de recherche dans un espace large et pas uniquement académique ?). J'explique dans la partie suivante comment j'essaie d'y répondre depuis.

5 Un projet scientifique, une stratégie scientifique (2015-2018)

Je détaille tout d'abord les différents travaux de recherche que j'ai développés depuis 2015 avant de revenir sur la dynamique IDEAS et le projet stratégique qu'IDEAS porte.

5.1 Projet scientifique

Les paragraphes précédents en rendent compte : j'ai développé différents travaux pour explorer la pertinence d'un prisme « conception » en agronomie et pour le monde agricole plus largement : travaux sur la conception d'artefacts, travaux sur la conception de systèmes de culture, travaux sur les connaissances utiles aux processus de conception et produites à l'occasion de ces processus. Tous ces travaux correspondent à une forme de recherche avec laquelle je me sens à l'aise : une recherche exploratoire, qui ouvre des voies. En prendre conscience m'a conduit à deux priorisations depuis 2015 :

² UMR i³ : Institut Interdisciplinaire de l'Innovation, <http://i3.cnrs.fr/>

faire apparaître la cohérence de ces différentes explorations et continuer l'exploration des voies les plus fragiles.

D'une part, j'ai cherché à stabiliser la cohérence de ces différentes explorations, ce document d'HDR en témoigne, en investissant plus intensément la bibliographie des *design studies*. Pourquoi investir dans le champ des *design studies* ? Le travail de création d'IDEAS mais aussi celui fait à Briennon ou encore la teneur des sollicitations que les gens m'adressent m'ont poussée à m'interroger sur ma contribution sur les terrains d'intervention. Moins qu'une compétence agronomique poussée, c'étaient mes connaissances relatives aux processus de conception, à leur animation et à leur outillage que j'apportais. Sans pour autant cesser de me positionner dans la communauté des agronomes, j'ai fait le choix d'investir plus finement le volet « conception » d'où mon choix d'investir plus largement la bibliographie des *design studies* et de prendre place dans cette communauté de recherche également, d'abord par des publications puis des interactions plus poussées avec les chercheurs des *design studies*. Pourquoi chercher à faire exister les questions de conception en agronomie ? Ma conviction est que les questions que je porte, sur la contribution des agronomes aux processus de conception des agriculteurs et sur la production de connaissances agronomiques utiles à la conception, sont des questions importantes pour la communauté scientifique des agronomes qui s'interrogent sur le rôle qu'ils peuvent avoir dans les évolutions de l'agriculture. En initiant un processus réflexif, ces questions participent au nécessaire renouvellement de l'agronomie pour faire face aux défis du monde agricole. Et je considère que la publication d'un grand nombre de mes travaux dans des revues d'agronomie montre que ce positionnement fonctionne.

D'autre part, j'ai choisi de continuer à explorer les deux voies qui sont les plus fragiles, les plus novatrices de mon point de vue : celle des activités de conception des agriculteurs, et celle des liens entre conception et production de connaissances.

Sur l'exploration des activités de conception des agriculteurs, je cherche à la fois à tester la pertinence de l'idée que les agriculteurs ont une « activité de conception » et à comprendre comment soutenir cette activité (c'est ainsi que je vois une contribution potentielle de l'agronome chercheur). Le doctorat de Marie Chizallet (2015-2019), que je co-encadre avec Flore Barcellini, m'a permis d'avancer sur ces deux plans simultanément. Intitulé « *Soutenir l'activité de conception des agriculteurs pour soutenir le développement de systèmes de travail durables dans un contexte de transition agroécologique* », ce travail de thèse en ergonomie se focalise sur la question des transformations du travail chez des agriculteurs qui développent une agriculture plus agroécologique. Il repose sur le choix de considérer la transition agroécologique comme un projet de conception d'un système de travail durable que l'agriculteur(s) doit conduire sur son exploitation. La thèse se construit alors sur deux points. Tout d'abord il s'agit de comprendre l'activité de conception mise en œuvre par les agriculteurs, le système de travail qu'ils sont en train de concevoir et en quoi ce système de travail tend vers plus de durabilité. Le second point consiste à élaborer, puis à analyser, une forme d'intervention inspirée de l'ergonomie constructive (Falzon, 2013) et des outils d'intervention qui soient à même de soutenir l'activité de conception des agriculteurs au cours de leur transition. Concernant le soutien aux activités de conception des agriculteurs, je participe aussi, avec d'autres dont notamment Catherine Pasquier (UMR SADAPT), à l'analyse des formes d'animation appelées « ateliers de conception » pour comprendre ce que font les agronomes dans ces ateliers et comment cela soutient, ou pas, des activités des agriculteurs qu'on pourrait qualifier d'activités de conception.

Sur l'exploration des liens entre conception et production de connaissances, j'ai co-encadré avec Marie-

Hélène Jeuffroy et Jean-Marc Meynard le travail de postdoctorat de Quentin Toffolini (2017-2018). Nous cherchions à creuser plus strictement notre intuition selon laquelle les processus de conception dans lesquels peuvent s'investir des chercheurs appartenant à des disciplines biotechniques permettent une production de connaissances scientifiques de qualité et différentes de celles produites par des démarches de recherche plus classiques. Du fait des questions explorées dans sa thèse, Quentin était tout indiqué pour ce projet ambitieux. Pour y parvenir, nous avons étudié la production de savoirs scientifiques par des chercheurs (agronomes, généticiens, écologues) engagés dans des démarches de conception, à partir de cas d'étude de processus de recherche plus ou moins étalés dans de temps (entre 4 et 20 ans) mais tous guidés par une intention initiale de conception. Nous avons pu montrer que des savoirs originaux sont effectivement produits au sein des processus de conception et nous avons étudié par quels mécanismes ils sont produits, mettant notamment en évidence le rôle-clé de la confrontation aux situations réelles. Ce travail a nécessité de faire un certain nombre de choix frustrants (par exemple, juger de la production scientifique au regard uniquement des articles publiés dans des revues à comité de lecture) mais il ouvre cependant des perspectives passionnantes pour aller encore plus loin dans la compréhension des liens entre conception et production de connaissances.

Je démarre également l'encadrement d'un travail de thèse à l'interface de ces deux voies d'exploration. Je prends part depuis 2 ans à la priorité « Partage d'Expériences et Production de Savoirs » du département SAD où la notion d'expérience est une proposition pour dépasser la notion de connaissances en y intégrant un lien plus fort à l'action, au sujet et à sa situation. La mobilisation de la notion d'expérience est au cœur de la thèse de Celina Slimi qui démarre tout juste (octobre 2018) sur le thème du « *Partage d'expériences : une ressource clé pour soutenir les agriculteurs dans leur transition agroécologique* ». Il s'agit d'étudier ce que sont ces expériences et en quoi elles outillent une capacité des agriculteurs à se lancer dans des dynamiques de conception innovante et vis-à-vis de leur développement professionnel. Ce faisant, la thèse devrait permettre de progresser encore sur l'aspect collectif des activités de conception des agriculteurs et la façon dont ces activités sont partagées au sein de communautés ou d'écosystèmes de conception.

Enfin, même si c'est encore très préliminaire, les travaux qui ont lieu à l'UMR LISIS, qui est une unité rassemblant des scientifiques travaillant sur des domaines bien au-delà des domaines INRA, sont pour moi une occasion de penser à la généralité de ce que je travaille, au-delà de l'agronomie. Pour être plus explicite, j'ai évoqué plus haut le fait que l'agronomie m'attirait par son côté *nomos*, son caractère particulier couplant une approche scientifique à une ambition d'ingénierie. C'est à partir de là que j'ai commencé à explorer le travail des agronomes chercheurs avec le prisme de la conception. Mais les travaux de mes collègues montrent que d'autres disciplines ont des caractéristiques proches, à cheval entre science et technologie. Leurs travaux, issus de la sociologie et notamment des STS (*Science and Technology Studies*) tendent même à dire que de telles disciplines et des approches résolument orientées « design » prennent de l'ampleur aujourd'hui, face aux enjeux de transitions des sociétés et à l'ambition de la science de contribuer à ces transitions. En développant un discours critique par rapport à cette tendance, ces travaux sont susceptibles de m'aider à prendre du recul dans la façon dont je mobilise l'approche conception.

5.2 Une stratégie scientifique reliée à celle d'IDEAS

Au travers de mon investissement dans IDEAS, je participe à la construction d'une stratégie scientifique qui articule un travail scientifique à une stratégie d'intervention et de partenariat dans le monde agricole

et alimentaire. Cette stratégie me semble avoir particulièrement du sens puisque les approches « conception » qui nous fédèrent dans ce collectif encourageant, de fait, à repenser les interactions entre recherche, développement, acteurs du monde agricole en général, selon un modèle de conception ouvert et distribué. C'est en soi une proposition de forme de science en société que nous tentons de faire émerger avec IDEAS.

Cette stratégie suppose que nous fassions vivre conjointement les trois missions dont nous nous sommes dotés dans IDEAS. Sur le plan scientifique, il faut continuer à fédérer les recherches qui existent pour entretenir des débats de plus en plus informés sur la conception. Sur le plan de la formation, il faut former des partenaires et collègues à l'outillage conceptuel et méthodologique de la conception. Sur le plan des ressources, il faut valoriser tout le savoir-faire déjà acquis par le biais du centre de ressources. Ces trois missions alimentent mes propres réflexions sur la contribution que nous, chercheurs, pouvons faire pour soutenir les activités de conception des différents acteurs du monde agricole. Chacune de ces missions est un enjeu en soi.

Pour la première mission, il s'agit de produire des articles collectifs de positionnement, visant à produire du débat et à mettre en visibilité nos travaux. Nous réfléchissons aux possibilités de coopération, du niveau francilien jusqu'au niveau international. Nous avançons également sur une des thématiques que nous avons voulu mettre au cœur d'IDEAS, celui du couplage entre production et alimentation. C'est en effet une particularité d'IDEAS que de rassembler des chercheurs des sciences agronomiques au sens large, des départements INRA E&A, SAD, BAP et SPE, et des chercheurs de l'alimentation et de la transformation, appartenant plutôt au département CEPIA³. En quoi le fait d'embarquer toute la chaîne de la production à la consommation fait naître des enjeux spécifiques en termes de conception ? Personnellement, je ne suis pas encore investie dans ce couplage, je suis centrée sur des objets agricoles mais j'en vois les enjeux et l'intérêt, d'autant plus que de plus en plus de demandes qui sont adressées à IDEAS viennent d'acteurs de l'alimentation ou de la transformation qui cherchent à s'articuler au maillon « production ».

La mission de formation d'IDEAS se déploie aussi bien vers des formations initiales que des formations continues. Il s'agit en effet que nous pensions une offre de formation complète, vers les étudiants, vers les partenaires du développement agricole mais aussi vers les chercheurs. Il s'agit aussi d'intégrer cette offre à l'existant, aux propositions des établissements de formation initiale, dans le campus de l'université Paris Saclay et aux propositions de la formation continue. Et il s'agit enfin de construire des contenus de formation qui traduisent bien notre vision participative, ouverte, distribuée et innovante de la conception, en évitant ainsi les apports normatifs et en sachant privilégier l'échange d'expériences et la réflexion des participants sur leurs propres activités. Outre ce que j'indiquais plus haut, à savoir que cette mission de formation m'aide à réfléchir sur la nature des contributions que nous pouvons faire pour soutenir des processus de conception, il s'avère que cette mission de formation rencontre un volet que je pratique finalement de façon assez intensive dans mon activité de recherche. Je participe ainsi à la formation d'étudiants ingénieurs, par des cours ponctuels mais aussi par l'animation d'un module du master 2 AAE (de l'Agronomie à l'AgroEcologie) d'AgroParisTech qui me permet de participer à l'équipe enseignante de ce master. En termes de formation continue, j'ai participé à l'organisation de deux écoles-chercheurs (dispositifs de formation INRA vers les scientifiques), au dispositif des « Journées des

³ E&A : Environnement et Agronomie. SAD : Sciences pour l'Action et le Développement. BAP : Biologie et Amélioration des Plantes, SPE : Santé des Plantes et Environnement. CEPIA : Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture

Doctorants du SAD » (<https://seminaire.inra.fr/journees-doctorants-dpt-sad/>) et à des journées de partages d'expériences avec des acteurs de la R&D agricole.

Enfin la mission « centre de ressources » d'IDEAS vise à mettre à disposition une série de travaux, réflexions mais aussi outils et méthodes qui nous semblent utiles, pour des chercheurs et partenaires non chercheurs choisissant de s'investir dans des démarches de conception. Il nous faut mettre à jour ce que seraient des ressources alors même que chacune a été développée dans le cadre d'un projet particulier, dans une situation particulière. Cela nous oblige à un travail exigeant sur la nature de nos productions. Et ce travail se double d'un autre travail, celui de définir un modèle de fonctionnement économique autour de ressources qui peuvent être mises à disposition. C'est clairement un challenge pour moi et celui, parmi les challenges d'IDEAS, qui me décale le plus de mes compétences actuelles. Il suppose une vision économique, que je maîtrise peu, et qui s'articule à une politique d'innovation de la recherche que je trouve elle-même complexe. Je suis donc clairement en position d'apprentissage sur ce volet ! Nous avons d'ailleurs choisi, au sein de la cellule de pilotage d'IDEAS, de nous adjoindre les compétences d'ingénieurs issus du management de l'innovation et de la conception industrielle pour nous aider dans le développement de ce centre de ressources d'ici deux ans.

Pour conclure...

Le document de synthèse que je présente dans la suite est « le fruit d'une partie de ces recherches, d'une partie de ces rencontres » pour reprendre la jolie formule de Flore dans sa propre HDR. En retraçant dans ce chapitre « Parcours » l'histoire de ces recherches et de ces rencontres, j'espère avoir fait sentir à quel point les recherches que j'expose dans la suite du document sont redevables de toutes les collaborations qui les ont construites.

Introduction

Qu'est-ce que l'agronomie⁴ ? Une science, une technologie, une ingénierie ? Voilà une entrée en matière bien ambitieuse... et une question à laquelle je n'essaierai surtout pas de répondre ! L'épistémologie débat depuis longtemps de ce qu'est la science, les « Sciences Studies » en étudient les pratiques depuis plusieurs décennies maintenant, tous ces travaux montrent qu'il n'y pas de réponse univoque à la question de la nature scientifique de l'agronomie. Parmi tout ce qui a pu être débattu, je mentionnerai simplement les positions de critiques du positivisme. Pour eux, la science ne se préoccupe pas uniquement d'établir des lois et régularités. Elle crée des objets auxquels elle «croit». Les études sociales des activités scientifiques et de l'innovation montrent également que la création d'objets innovants associés à des connaissances nouvelles repose sur une hybridation forte entre science et technologie. La frontière entre science et technologie semble alors s'estomper et c'est là que, de mon point de vue, l'agronomie se niche. Alors oui, l'agronomie a un caractère ingénierique, une proximité à l'action, une vision transformatrice. Beaucoup d'agronomes, y compris dans le champ de la recherche, ne travaillent pas uniquement à comprendre ce qui se passe dans les champs. Ils travaillent aussi avec l'idée qu'ils peuvent accompagner, équiper, outiller les agriculteurs qui cultivent ces champs ou plus largement les acteurs du monde agricole au sens large qui agissent sur le champ et dans le champ.

Ce qui me semble intéressant, c'est de chercher à comprendre en quoi ce caractère ingénierique rend l'agronomie spécifique, dans ses objets de travail, ses méthodes et les connaissances qu'elle établit. Cette question passionne les chercheurs agronomes français depuis longtemps déjà (Hénin, 1945; Sebillotte, 1974), elle est investiguée aussi par les chercheurs en sciences sociales qui ont produit des éclairages sur l'agronomie (e.g. Cerf, 1996b). S'intéresser au design, ou à la conception pour utiliser le terme français, me semble offrir des pistes pour penser et soutenir le caractère ingénierique de l'agronomie. On peut en effet choisir de considérer les agronomes - chercheurs et non chercheurs- comme des concepteurs ou des personnes qui ont pour vocation de soutenir la conception d'autres acteurs : concepteurs de systèmes de production agricole, d'outils d'aide à la décision, de variétés, de races animales, d'expérimentations etc ; soutiens à la conception par les agriculteurs de leurs systèmes de production. C'est, de fait, une piste qui est de plus en plus empruntée par les agronomes de la recherche et du développement. Ils utilisent le terme de « conception » depuis les années 80, au début pour parler de conception d'outils d'aide à la décision divers puis pour évoquer la conception de systèmes de production agricoles, que ce soit des itinéraires techniques, des systèmes de culture, systèmes d'élevage ou systèmes d'exploitation (Meynard, 1985; Capillon and Fleury, 1986; Cerf, 1996a; Meynard et al., 2000, 2006; Loyce and Wery, 2006). A l'international également, on a pu voir se renforcer l'utilisation du terme « *design* » dans des travaux d'agronomie au sens large : au sujet de la conception de modèles agronomiques (autour des grands modèles : australiens, américains, européens...) et d'outils d'aide à la décision (Cox, 1996; McCown, 2001; Prost et al., 2012) ou dans les travaux sur le Reflexive Interactive Design (Koerkamp and Bos, 2008; Bos et al., 2009) par exemple. S'est ainsi constituée une communauté « Farming Systems Design » depuis 2007. L'usage du terme de design ou de conception s'est encore amplifié avec la montée en puissance des discours sur l'agroécologie et le besoin pour l'agriculture de repenser sa place et son impact dans la société. Les enjeux auxquels l'agriculture fait face nécessiteraient de déployer de la conception innovante (Meynard et al., 2006; Berthet, 2014a) pour la réinventer en profondeur. Il y a, donc, l'utilisation du terme de design ou de conception qui, comme on l'a dit, s'impose de plus en plus

⁴ Ma formation d'agronomie ainsi que les terrains sur lesquels j'ai pu travailler font que je limite mon propos à l'agronomie au sens strict. Pour autant, il me semble que la zootechnie est susceptible de trouver un intérêt à la conception au même titre que l'agronomie, cela fait partie des propositions de mon projet à venir (0).

en agronomie. Il y a également ce que l'on peut relire, a posteriori, comme mobilisant du design ou de la conception. C'est ce dont témoigne par exemple le travail de Chloé Salembier qui propose une relecture d'un large pan de l'histoire de l'agronomie française pour étayer l'idée que les agronomes ont toujours mis en œuvre des raisonnements de conception, aux propriétés spécifiques (Salembier et al., 2018).

Derrière ces termes de conception ou de design, les agronomes engagent un certain nombre de compétences, outils, étapes, savoir-faire, postures. Ils ont développé leurs propres méthodes de rationalisation de cette activité qui consiste à produire des artefacts (matériels ou immatériels) : diagnostic, outils d'évaluation, méthodes de conception participative, modélisation, expérimentation, prototypage, conception de novo et conception pas à pas, etc. L'agronomie a donc fait (ou est en train de faire) sa propre digestion du concept de conception. Mon travail de recherche s'est développé en même temps que ce mouvement, j'en fais une relecture dans ce document. Mon travail de recherche fait le pari que pour permettre à la communauté des agronomes d'être utile à la transformation du monde agricole, il est utile de revenir aux sources de ce concept de conception et de tirer parti de tout ce qui a pu être débattu dans les *design studies*. Il fait aussi le pari que les questions que traitent les agronomes sont susceptibles de (et légitimes à) trouver un écho dans les *design studies*, du fait du rapport original qu'elles entretiennent au vivant. Il s'agit d'hybrider deux communautés de recherche dans lesquelles je m'investis symétriquement. J'en explore les implications dans ce document : qu'est-ce que cela produit de relire et de développer des travaux de l'agronomie au prisme de la conception, pour les chercheurs agronomes et pour les chercheurs au travail sur la conception ? Juste une anecdote pour soutenir mon argument que ces deux communautés de recherche qui s'ignorent globalement ont beaucoup à échanger. On peut trouver dans l'ouvrage de Simon, *the Sciences of the Artificial*, que beaucoup considèrent comme fondateur des *design studies*, cet extrait : *"The very species upon which we depend for our food our corn and our cattle are artifacts of our ingenuity. A plowed field is no more part of nature than an asphalted street and no less. These examples set the terms of our problem, for those things we call artifacts are not apart from nature. They have no dispensation to ignore or violate natural law. At the same time they are adapted to human goals and purposes. They are what they are in order to satisfy our desire to fly or to eat well. As our aims change, so too do our artifacts and vice versa"*(Simon, 1969) . C'est à la page 3 de son livre de 1969 et il n'y a eu que très peu de références au monde agricole dans les travaux des *design studies* depuis. Il est temps de continuer à explorer en quoi l'agriculture et l'agronomie relèvent de la conception...

Je détaillerai dans le premier chapitre de ce document ce qu'est la conception et les questions qu'aborde la communauté de recherche au travail sur cette question. Cela me permettra de clarifier mon propre modèle de la conception, c'est-à-dire la représentation que je m'en fais. J'aborderai ensuite dans le second chapitre les travaux que j'ai pu réaliser à partir de l'idée que le chercheur agronome était un concepteur : concepteur d'outil d'aide à la décision, concepteur de systèmes de culture, deux positions que j'ai adoptées au début de mes travaux de recherche. J'expliquerai comment ces travaux m'ont progressivement conduite à vouloir faire fonctionner l'idée que l'agriculteur était lui-même un concepteur. Je détaille ainsi dans le troisième chapitre comment j'ai mis à l'épreuve cette idée d'une activité de conception des agriculteurs, et comment j'ai analysé la façon dont les chercheurs agronomes pouvaient soutenir cette activité. Dans le quatrième chapitre, je discute des implications épistémologiques qu'apporte un prisme « conception » à la discipline agronomique et aux connaissances scientifiques qu'elle produit. Le cinquième chapitre, enfin, est dédié à mon projet de recherche pour les prochaines années.

Chapitre 1. La conception, concept et représentations

Afin de mieux faire comprendre, dans les chapitres qui suivront, comment je fais fonctionner le prisme de la conception sur différents pans de la recherche agronomique, je propose un détour par les communautés de recherche qui ont pour objet de recherche la conception. Dans ce chapitre, je propose ainsi de clarifier ma définition de la conception, qui est un concept clairement polysémique. Je parcours ensuite une histoire des travaux de recherche qui portent sur la conception pour mettre à plat les différentes représentations que les auteurs ont de la conception et j'explique avec quelle représentation de la conception je travaille.

1 Définir la conception

Définir la conception est en soi un challenge. Proposer une définition de la conception, c'est s'assurer d'entrer en conflit avec un grand nombre de collègues... Cela peut sembler inacceptable au regard du fait qu'une communauté scientifique, celle des *design studies*, se revendique de travailler spécifiquement sur la conception. D'après moi, c'est davantage un signe de jeunesse de cette communauté, et de vitalité. Je proposerai dans cette première partie de faire état des débats autour de cette notion de conception, avant de donner la définition que je retiens dans mes travaux.

1.1 Design ou conception ?

En France, une première difficulté à lever pour débattre de la définition de la conception, c'est de décider si l'on parle de « design » -en français⁵- ou de « conception ». Il y a évidemment une vraie filiation entre ces deux termes mais chacun porte une connotation spécifique. Les auteurs français qui parlent de « conception » font remonter l'histoire de ce concept à Vitruve et à son traité *De Architectura* qui constitue le premier témoignage écrit analysant une activité organisée pour faire naître un objet qui n'existait pas. Ce sont plutôt des auteurs appartenant à l'*engineering design*. Ce n'est pas tant le terme de conception qu'ils traquent dans cette histoire que les écrits portant sur une activité qu'ils identifient à une activité de conception. Les auteurs français qui utilisent le terme de « design », quant à eux, ont tendance à relier l'émergence de cette notion du design à l'essor des arts décoratifs et donc du « design industriel » au XIX^{ème} siècle : il s'agit du moment où des artistes ont décidé d'investir la production industrielle. Ce sont plutôt des auteurs qui ont une acception artistique de la notion de design. Relier le concept de design à celui de design industriel relie en conséquence de façon très forte le terme de « design » à une dimension esthétique. C'est la raison, il me semble, de l'emploi privilégié du terme de conception dans l'*engineering design* français. Mais d'autres chercheurs expliquent, de façon convaincante pour moi, que l'histoire du terme « design » peut en réalité remonter à la Renaissance italienne et que l'assimilation du design au design industriel ne représente qu'un moment de l'histoire du concept. C'est ce qu'explique notamment Stéphane Vial dans son *Que sais-je sur le Design* (Vial, 2015a) : historiquement, le sens premier du terme design n'est pas celui de design industriel, mais celui de « projet » ou « méthodologie de conception » à la Renaissance. C'est seulement à l'âge de la société de consommation de masse, afin de donner un nom à une nouvelle profession, que le terme design a acquis provisoirement le sens restreint de design industriel. A la Renaissance, le concept de *disegno* émerge en effet pour englober deux temps de la réalisation de projet : la *conception* et la *réalisation*, c'est-à-dire à la fois le *dessein* (but, intention, visée) et le *dessin* (figure, image, croquis). C'est la complexification des projets à mener (notamment architecturaux) qui a conduit les penseurs de la Renaissance à assumer ces deux dimensions et à chercher à rationaliser leur articulation. Le *disegno* permet de penser une démarche interactive « *entre deux temps forts qui se déploient dans deux lieux spécifiques, le temps de la conception qui prend pour cadre le travail en atelier, le temps de la réalisation qui s'opère sur le chantier avec toutes ses contraintes* » (Boutinet, 1990 p. 170). Les notions de *disegno* en italien comme celle de *design* en anglais portent bien cette double acception de *conception* et *réalisation* qu'on a du mal à traduire en français puisqu'on a bien gardé deux termes (*dessein* et *dessin*). On voit ici le travers -ou du moins le risque- à utiliser le terme de conception pour traduire *disegno* ou *design* en français : il pourrait donner l'impression qu'on met davantage l'accent sur la dimension

⁵ Pour distinguer le mot français design et le mot anglais, je mettrai dans la suite le terme design en italique lorsque je ferai référence au mot anglais.

« invention » que sur la dimension « réalisation ». Le terme de design serait donc plus englobant que celui de conception si on revient à ses origines mais il a été très connoté par sa dimension esthétique à partir du XIX^{ème} siècle et de son assimilation au design industriel. Et c'est dans ce sens que s'utilise majoritairement, encore aujourd'hui, le terme français de design, notamment par le grand public. Pourtant, les designers et chercheurs intéressés par le design en France ont bien conscience que la notion se réouvre depuis les années 1990. Comme Vial l'explique (2015a) : « *Il existe une troisième acception du terme design qui recouvre toutes les nouvelles formes de design qui apparaissent depuis la crise des années 1990 et qui, s'ajoutant à lui, ne sont pas (ou ne peuvent pas être réduites à) du design industriel. Si le design industriel n'est pas mort, la notion de design ne s'y limite plus* ». Des revues comme Sciences du Design qui problématisent le terme de design bien au-delà de la thématique du design industriel en témoignent.

Du fait des usages en vigueur au sein de l'INRA (au sein des directions aussi bien que pour les chercheurs au travail sur ce sujet), j'ai choisi dans ce document de conserver le terme de « conception ». Pour autant, c'est bien l'acception *design-disegno* que je mets derrière ce terme de conception, c'est-à-dire une acception qui articule l'invention (on pourrait parler d'idéation également) à la réalisation et qui ne focalise pas uniquement sur la dimension « raisonnement » de l'activité de conception. Cela explique que mes communautés de référence en France sur la notion de « conception » soient aussi bien celles qui traitent du design que celles qui traitent de la conception. A l'international, le problème semble ne pas se poser car tous les chercheurs emploient le terme de *design*. On va voir néanmoins juste après que les mêmes ambiguïtés existent derrière ce terme.

1.2 La polysémie du terme *design*

La polysémie du terme *design* est largement débattue dans la communauté des *design studies*. J'y reviendrai dans la partie suivante, ces débats s'expliquent en partie par la jeunesse de cette communauté. Si on situe la constitution de cette communauté dans les années 60 (mais, une fois encore, j'y reviendrai plus en détail dans le paragraphe Chapitre 1.2), on peut facilement comprendre qu'il ait été nécessaire de débattre des contours de cette communauté et qu'il le soit encore. Mais au-delà de cette jeunesse, on a affaire à un objet qui se laisse assez mal définir. Je citais Boutinet plus haut qui reliait l'apparition du *design* au besoin de faire face à une montée de la complexité et de fait, cette complexité l'imbibe largement. Jones, dans son ouvrage de référence *Design Methods* (1970) avait fait un premier constat de la diversité des définitions du design dès 1970, j'en reproduis certaines :

- *Finding the right physical components of a physical structure*
- *A goal directed problem solving activity*
- *Decision making, in the face of uncertainty, with high penalties for error*
- *Simulating what we want to make (or do) before we make (or do) it as many times as may be necessary to feel confident in the final result*
- *The conditioning factor for those parts of a product which come into contact with people*
- *The use of scientific principles, technical information and imagination in the definition of a mechanical structure, machine or system to perform pre-specified functions with the maximum economy and efficiency*
- *Relating product with situation to give satisfaction*
- *The performing of a very complicated act of faith*
- *The optimum solution to a set of true needs of a particular set of circumstances.*

- *The imaginative leap from present facts to future possibilities.*
- *A creative activity - it involves bringing into being something new and useful that has not existed previously.*

Love, près de 30 ans après, s'est de nouveau penché en détail sur la diversité des acceptions du terme *design*. Dans son doctorat de 1998 (soutenu en philosophie) puis des articles de 2000 et 2002 (Love, 1998, 2000, 2002), il a répertorié et interprété les sens donnés au terme *design* et ce, dans le souci de mieux asseoir les travaux de recherche sur le *design* sur une théorie de la conception. Il a ainsi étudié près de 400 textes proposant des définitions de *design*, et en a tiré presque autant de versions différentes... Je cite ici son article de 2002: « *There is a continuing dilution of definitions of core terms such as 'designing', 'designs', 'design' and 'design process' to the point where they potentially include so much that they no longer clearly define anything. In 1992, the author reviewed around 400 texts: most contained definitions of 'design' or 'design process' that were both unique and insufficiently specific (e.g. 'design is a process of engineering', 'design is drawing'). This problem is not trivial. It is unlikely that any substantive, coherent and unified body of theory can be developed in a situation where the most important core concepts are indeterminate* » (Love, 2002 p.355).

1.2 Les définitions que je retiens

Face à ce foisonnement, je prends le parti ici de me rattacher à quelques définitions. La première est celle de Simon. En réalité, ce sont deux définitions issues de son ouvrage « les sciences de l'artificiel » qui sont régulièrement citées : « *The designer is concerned with how things ought to be, how they ought to be in order to attain goals, and to function* » (Simon, 1969 p. 5) reprise un peu plus loin de façon presque identique : « *Design is concerned with how things ought to be, with devising artifacts to attain goals* ». (p.114). L'autre définition est « *Everyone designs who devises courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones* » (Simon, 1969 p. 111). Ces définitions ont été fondatrices des premiers travaux académiques sur le *design*. Elles ont été critiquées depuis comme étant trop larges, comme l'illustre ce trait de Galle (2008) : « *Indeed this [la définition "Everyone designs who devises courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones"] 'covers most forms of design'. It also covers (forgive me the example) my planning to pick my nose when no one looks. But I cannot imagine why we should extend the scope of design research that far; the definition needs fine-tuning* ». Pour autant ces définitions restent pour moi clé par l'accent qu'elles mettent sur le caractère intentionnel de la conception. En écho à la discussion sur la double acception invention & réalisation que je mets derrière le terme de conception, j'aime aussi la définition de Reswick (1965) cité par Jones (1970): « *bringing into being something new and useful that has not existed previously* » ainsi que celle de Nelson & Stolterman (2003) : « *when we create these new things – tools, organizations, processes, symbols and systems- we engage in design. To come up with an idea, and give form, structure and function to that idea, is at the core of design as a human activity* ».

A partir de cet éclaircissement des définitions que je retiens de la conception dans la suite de ce document, j'essaie dans la partie suivante de brosser rapidement un tableau des recherches sur la conception.

2 Histoire des travaux de recherche sur la conception (*design studies*)

Il existe aujourd'hui plusieurs synthèses qui retracent l'histoire des travaux qui ont porté sur la conception (e.g. Love, 1998; Roozenburg and Dorst, 1998; Bayazit, 2004; Cross, 2007; Choulier, 2008; Dorst, 2008, 2016; Vial, 2015b; Papalambros, 2015; Cooper, 2017). J'en propose ci-dessous ici un résumé forcément partiel.

2.1 De la description des activités de conception à une recherche sur la conception

C'est sans doute Gero qui fait remonter cette histoire le plus loin. Dans le texte qu'il a écrit pour la revue de Papalambros qui concatène les réactions de chercheurs renommés des *design studies* sur le présent et le futur de la recherche en *design* (2015), il explique : *“Designing has been written about for at least 4,000 years, starting with the Epic of Gilgamesh 35/38 (approximately 2,100 BC), where instructions for a producing a boat are given, and the Code of Hammurabi (approximately 1,750 BC), where the social implications of poor design and construction are detailed. Vitruvius' De architectura (around 50 BC) covered both machine and building design, and outlined design knowledge in the form of both prescriptive and performance rules. He also described evidence-based approaches related to the selection of materials. In 1452, Leon Battista Alberti published De re aedificatoria: Ten Books of Architecture, which introduced the notion of design process as an intellectual activity. These and other works prior to modern times attest to designing being an identifiable act in both the military and civil domains.”*

Si les activités de conception sont documentées depuis longtemps, la scientification de la conception arrive, elle, au cours du XXème siècle. Cross la fait remonter aux années 1920 avec les mouvements *De Stijl* puis *Bauhaus* qui prônent une volonté d'objectiver et rationaliser la conception en architecture d'abord puis la conception d'objets plus largement (Cross, 2007⁶). Cette préoccupation se généralise après la seconde guerre mondiale. En architecture, il faut reconstruire vite, en étant plus systématique et plus efficace. Sur le volet ingénierique également, la recherche opérationnelle (operations ou operational research) qui s'est largement développée autour de thématiques militaires durant la guerre infuse les travaux sur la conception. Les nouvelles méthodes et techniques qui ont été utilisées pour concevoir et développer les armes et équipements de guerre se répandent, notamment dans le champ de l'engineering design. Cela se concrétise par l'émergence de ce qu'on appelle le mouvement des « *Design Methods* » dans les années 1950.

⁶ *“in the early 1920s, the De Stijl protagonist, Theo van Doesburg (1923) expressed this perception of a new spirit in art and design: ‘Our epoch is hostile to every subjective speculation in art, science, technology, etc. The new spirit, which already governs almost all modern life, is opposed to animal spontaneity, to nature’s domination, to artistic flummery. In order to construct a new object we need a method, that is to say, an objective system.’ A little later, the architect Le Corbusier (1929) wrote about the house as an objectively-designed ‘machine for living’: ‘The use of the house consists of a regular sequence of definite functions. The regular sequence of these functions is a traffic phenomenon. To render that traffic exact, economical and rapid is the key effort of modern architectural science.’ In both of these comments, and throughout much of the Modern Movement, we see a desire to produce works of art and design based on objectivity and rationality, that is, on the values of science” (Cross, 2007 p. 95).*

2.2 Le mouvement des *Design Methods* : 1^{ère} et 2^{nde} générations (années 50-60)

Initié par des chercheurs comme Rittel, Archer, Alexander ou Jones, ce mouvement croit en une science universelle de la conception incluant l'architecture et l'ingénierie et reposant sur une méthode logique et systématique du processus de conception. Il s'agit de « *rationaliser le travail créatif, réduire la probabilité d'oublier quelque chose d'important, permettre au design d'être enseigné et transmis, faciliter la planification, améliorer la communication entre disciplines travaillant sur le design* » (Gericke and Blessing, 2011 ma traduction). Vial l'écrit ainsi : « *les Design Methods ont aboli une illusion: la croyance dans l'idée romantique que le processus de design serait un processus créatif reposant essentiellement sur l'intuition solitaire d'un designer-artiste inspiré* » (Vial, 2015a pp. 87–88). Ce mouvement monte en puissance dans les années 1950 et 1960, un de ses points d'orgue sera la parution de l'ouvrage de Simon « *The Sciences of the artificial* » (Simon, 1969). Pourtant cet ouvrage lui-même s'inscrit dans une série de contestations qui naissent autour des *Design methods* et qui sont portées par plusieurs des chercheurs qui avaient contribué à faire émerger le mouvement. Rittel, Jones, Alexander s'insurgent contre la « *tentative continue de fixer l'ensemble de la vie à l'intérieur d'un cadre logique* » (Jones cité par Cross, 2007). Ils prônent des approches plus phénoménologiques du *design*. Rittel en parlera plus tard comme de la seconde génération des *Design methods*. C'est à cette époque qu'il caractérise ce qu'il appelle des *wicked problems* souvent traduits en français comme des problèmes « flous⁷ ». Il défend l'idée que les concepteurs font face à des problèmes dont la formulation n'est pas donnée, est souvent incluse dans une problématique d'ordre supérieure et toute tentative de formulation du problème induit une formulation de la solution ce qui nécessite d'être extrêmement attentif à la façon de poser le problème initial de conception (Kunz and Rittel, 1972). En conséquence Rittel va plaider pour que ces *wicked problems* soient traités avec les différentes parties prenantes qui sont légitimes à participer à leur formulation et, bien sûr, à celle de leurs solutions. Ainsi la seconde génération des *Design methods* pose les premières pierres des approches de conception participative qui vont prendre de l'essor dans les années 1970 en Scandinavie notamment (e.g. Schuler and Namioka, 1993; Kensing and Blomberg, 1998) et donner lieu ensuite aux travaux sur le *co-design* (e.g. Sanders and Stappers, 2008) et l'*open design* (e.g. Boisseau et al., 2018; Gasparotto, 2019).

Plus largement, les chercheurs de cette génération vont contester les approches systématiques, comportementalistes, qui assimilent le comportement humain à un traitement de l'information. Ce faisant, ils dessinent une ligne d'opposition qui va s'exprimer fortement dans les années 1980-90 et qui perdure encore à mon sens aujourd'hui.

2.3 Les années 80-90

Au cours de ces années, on distingue assez aisément deux fils de travaux dans la communauté des *design studies*.

Se poursuivent d'une part les travaux sur les méthodes de conception, plutôt du côté des ingénieurs. On poursuit la rationalisation du processus de conception et son séquençement, pour identifier des métiers, des filières, des compétences à mobiliser tout au long du processus. Ce sont de ces travaux qu'émergeront par exemple dans les années 1980 les approches allemandes bien connues qui continuent aujourd'hui à faire référence en *engineering design* (Hubka and Ernst Eder, 1987; Pahl and Beitz, 2013).

⁷ Une traduction plus proche du terme anglais serait de parler de problèmes « malicieux » !

De fait, ces travaux ont permis d'édicter un certain nombre de normes sur la conception et sa gestion (norme BS 7000 en Grande-Bretagne, norme VDI 2221 en Allemagne, norme AFNOR FD X50-127 en France). Ces travaux sur les méthodes vont bien sûr se transformer avec les avancées scientifiques en cours, notamment le développement des travaux sur l'intelligence artificielle, mais ils conservent l'idée de rationaliser, organiser le processus de conception, et donc sa gestion, au travers de l'identification d'étapes standardisées.

Vont émerger d'autre part des travaux cherchant à développer une meilleure compréhension de l'activité de conception telle qu'elle se pratique réellement en revendiquant une approche plus constructiviste et relativiste. Roozenburg et Dorst expliquent que les auteurs de ces travaux «*présentent des modèles alternatifs de conception, qu'ils préfèrent voir comme des métaphores. Dans ces modèles, ou métaphores, ils mettent l'accent sur le rôle des connaissances tacites, de l'expérience, des compétences, de l'interprétation, de la réflexion et des pratiques socioculturelles*» (Roozenburg and Dorst, 1998 ma traduction). La conception y est travaillée comme un processus social et situé. On trouve dans ce courant les travaux de Bucciarelli, Coyne et bien sûr Schön. Celui-ci va faire une contribution majeure aux *design studies* par ses travaux des années 1980 (Schön, 1983, 1992). Il y décrit les concepteurs comme des praticiens réflexifs qui apprennent en cours d'action, en «*conversant*» avec la situation et il développe une «*épistémologie de la pratique*» qu'il oppose à un modèle de rationalité technique (voir Roozenburg and Dorst, 1998 pour plus de détails sur les travaux de Schön). Les travaux relatifs au *participatory design* s'amplifient également, autour de la conception logicielle initialement mais de façon de plus en plus large.

Il reste une ligne de travaux des années 80-90 qui, à mon sens, oscillent entre ces deux approches de la conception, je pense aux travaux de psychologie et ergonomie cognitives. Ces travaux ont retenu de Simon que la conception était un type d'activité cognitive plus qu'une profession. Ils vont donc s'attacher à observer, analyser, qualifier l'activité cognitive de conception comme une activité de résolution de problèmes spécifiques⁸ (les *wicked problems* de Rittel) mettant en œuvre une rationalité limitée⁹ (*bounded rationality*). Bien que très reliés aux travaux de Simon, ces travaux ont su utiliser la lignée des travaux de Schön pour avancer plus finement dans la caractérisation des activités cognitives de conception. Ils ont ainsi poussé plus loin le questionnement sur la spécificité des problèmes de conception (Visser, 2009) voire même contesté que l'activité de conception ne soit qu'une activité de résolution de problème (Hatchuel, 2001). Ils ont fortement développé les questionnements sur la part créative de l'activité de conception (voir Crilly and Cardoso, 2017 pour une revue). Ils ont également intégré la dimension collective de cette activité en ouvrant des champs de recherche sur la collaboration dans la conception et l'analyse des processus collectifs à l'œuvre dans les réunions de conception (Détienne, 2006). Ce sont des travaux assez proches des approches 'practice-based' évoquées plus haut, si ce n'est qu'ils privilégient un point de vue résolument cognitif sur la conception, là où Bucciarelli, Coyne ou Schön adoptaient des points de vue socio-cognitifs plus larges, plus systémiques, davantage reliés aux théories de l'action située. Je les situerais pourtant à l'interface entre les approches *design methods* et *practice based* car ces deux sensibilités se retrouvent dans les travaux évoqués. En effet, la description empirique fine qui a été faite des raisonnements de conception et processus cognitifs qui les

⁸ Qui se distinguent d'autres classes de problèmes : de transformation d'état (récupération d'un dysfonctionnement) ou d'induction de structures (diagnostic)

⁹ Face à un choix complexe, l'opérateur ne cherche pas à cribler et évaluer l'ensemble de ses possibilités mais à trouver une solution raisonnable dans une situation d'incertitude, et ce dans un temps lui-même raisonnable

accompagnent a pu déboucher –ou non- sur de la prescription quant aux façons d’organiser des activités de conception (réunions de conception par exemple, voir Stempfle and Badke-Schaub, 2002).

2.4 Depuis les années 2000

Le mouvement des travaux de recherche sur le *design* depuis les années 2000 est relativement difficile à synthétiser de mon point de vue. C’est peut-être dû au manque de recul sur cette période. Mais c’est aussi dû à une extension de la littérature qui s’intéresse au *design*. Vial le dit dans le Que sais-je sur le design : « *Affranchie de la tutelle du design industriel, la notion de design est entrée depuis une 20aine d’années dans une nouvelle ère [...] on assiste à une véritable extension du domaine du design, qui est à la fois un élargissement des pratiques et une dilatation de la notion* » (Vial, 2015a p. 51). On parle de design social, design de services, design d’interaction, écodesign, design organisationnel, design d’environnements... Cooper (2017) en parle ainsi: « *I noted the nature of the discipline [design research] boundaries has changed significantly, from design disciplines that cover various forms of the material world, products, interiors, fashion, textiles and graphics, to less tangible domains such as services, interaction and transformation design [...] Design research has always addressed innovation, users, materials and production, etc. however new fields such as social innovation, policy design, open design and design for specific sectors such as design for health and design against crime, etc. are common*”

Les trois fils de travaux décrits précédemment restent actifs : celui sur les méthodes de conception et l’organisation des processus de conception, celui sur l’analyse fine des pratiques de conception, celui sur les activités cognitives de la conception (avec un fort essor des travaux sur la créativité et les effets de fixation). Je rajouterais deux fils qui me semblent émerger avec les années 2000.

Le premier fil marque le retour de travaux cherchant à établir une théorie générique du *design* c’est-à-dire qui relierait tous les domaines où on parle de *design*. Je parle de retour car ces travaux ont été très vifs dans les années 80 avec différentes propositions : Theory of Technical Systems (Hubka and Eder, 1988), General Design Theory (Yoshikawa, 1981), Axiomatic Design (Suh, 1990, 1995), Total Design (Pugh, 1991) ou Function Behaviour Structure –FBS– (Gero, 1990). Les années 2000 voient les débats autour de ces théories ranimés (Gero and Kannengiesser, 2000; Dorst and Vermaas, 2005; Chakrabarti and Blessing, 2016) et avec l’arrivée de nouvelles théories : Coupled Design Process (Braha and Reich, 2003), Infused Design (Shai and Reich, 2004) ou la théorie C–K (Hatchuel and Weil, 2009; Agogué et al., 2013) (voir Le Masson et al., 2013; ou Chakrabarti and Blessing, 2016 pour des revues). On peut imaginer que ce retour se fait aussi en partie en réaction à l’extension des domaines du design. Je reproduis ici un extrait d’une communication de Dorst s’exprimant sur ces tentatives d’unification des théories du design qui en montre les enjeux et difficultés (Dorst, 2016) : “*Herbert Simon and others set out to create a body of work on a ‘science of the artificial’ [Simon, 1992] that would be based on a fundamental understanding of the man-made world, and of the processes that all humans would have in common to create it [Hatchuel, 2001]. Through their logical analyses they were seeking to create a deep, underlying shared body of work that through its coherence would be the bedrock for more ‘applied’ (practice-oriented) knowledge, and that through its depth and rigour would demand recognition as an equal to the ‘hard’ academic disciplines [Cross, 1984]. Fifty years and many attempts later ([Suh, 1998][Roozenburg, 1995]) we have to confess that apart from some delightfully stubborn exceptions (C-K Theory), much of the design research community has more or less given up on this quest. It is hard to say what sparked this turnaround – it could be the fact that the proposed fundamental theories of design turned out to be divisive rather than unifying, pitching the art-and-design discourse against the engineering-design discourse and the*

academic researchers against the practitioners [Cross, 1984]. But perhaps the project to create a grand theory of design was abandoned simply because it had become irrelevant in more post-modern times where the other sciences were steadily becoming less monolithic themselves. But still, the ambition to provide a pure, strong and coherent basis for design research has been immensely valuable in its day and there is merit in keeping it alive (although today we might be better off not striving for a single, but multiple theories of design). A coherent basis for design research would help design researchers learn from each other's studies and better build on each other's knowledge. The emancipatory agenda is also still open - a stronger theoretical basis for the field would definitely help to further the recognition of design in academia [Dorst, 2013]".

Le second fil apparaît en réaction à la récession des années 1990 qui s'articule avec une mondialisation et au développement des technologies de l'information. Cela occasionne une crise du design que certains accusent d'être un agent du consumérisme. Apparaît alors une réflexion pour que le design se centre moins sur les objets créés et plus sur le sens que construisent les produits de la conception. C'est ce que Krippendorff appellera le tournant sémantique du *design*: *"Design has to shift gears from shaping the appearance of mechanical products that industry is equipped to manufacture to conceptualizing artifacts, material or social, that have a chance of meaning something to their users, that aid larger communities, and that support a society that is in the process of reconstructing itself in unprecedented ways and at record speeds. [...] Designing artifacts to make sense, to have meanings and social significance, actually, going back to lost meanings in the original Latin word "design," entails a radical shift for the practice of design. It is a turn toward considerations of meaning — a semantic turn"* (Krippendorff, 2005 p. xvii). Les concepteurs prennent conscience de l'impact de ce qu'ils proposent dans le monde social et la construction des sociétés, au-delà des objets qu'ils créent et ils cherchent à réintégrer une réflexion sur le sens et la responsabilité dans leurs travaux sur la conception (Papanek, 1995; Krippendorff, 2005; Findeli and Bousbaci, 2005). Ce tournant se voit aussi dans l'inflexion des recherches sur la conception participative qui réaffirment un enjeu politique - présent dans les premiers mouvements sur la participation dans les années 1970—à la participation des utilisateurs dans les processus de conception qui va donc au-delà d'une simple recherche d'efficacité dans la conception (Bjögvinsson et al., 2012). Il y a donc réaffirmation du « dessein » que portent les processus de conception, et rattachement de ce dessein à la construction d'un sens plus politique qui acte des effets des techniques sur les fonctionnements sociaux (Tromp and Hekkert, 2018). Dans ce sens, ces travaux se rapprochent de ceux du champ des Science and Technology Studies, notamment ceux récents portant sur l'anticipation des futurs (e.g. Laredo et al., 2002; Granjou, 2015; Rip, 2018) et de l'ergonomie prospective (e.g. Brangier and Robert, 2014).

3 Vers mon modèle de la conception

3.1 Trier parmi les théories intermédiaires de la conception

Je l'ai mentionné plus haut : il y a toujours eu des tentatives pour produire une théorie générale du design mais les différentes propositions de théorie emportent peu, pour l'instant, l'adhésion des chercheurs et praticiens du champ. Un autre niveau est extrêmement dynamique, celui des théories intermédiaires du design. On trouve en effet un grand nombre de revues de littérature proposant des modélisations et typologies de la conception. Mais elles sont extrêmement diverses, dans le sens où elles proposent une multiplicité de points de vue sur la conception. En cohérence avec l'histoire des études sur la conception, certains vont modéliser la conception comme un processus à organiser, d'autres comme une activité

3.2 Un modèle dialogique

Que ce soit les théories générales ou les théories intermédiaires de la conception, on a donc affaire à un champ foisonnant dans lequel il n'est pas facile de se repérer. Pour me construire une représentation de la conception, j'ai éprouvé le besoin de revenir à la nature fondamentale de la conception. Au-delà de la diversité des modélisations évoquées, il me semble qu'il y a un double mouvement dans la conception que la très grande majorité des auteurs pointent, en employant des termes variés :

- *dessein* et *dessin* (origine historique du terme *design*).
- *problem space* et *solution space* (e.g. Dorst and Cross, 2001), *Problem analysis and solution elaboration* (e.g. Visser, 2009), *Problem structuring* (ou *setting*) and *problem solving* (e.g. Simon, 1969; Goel and Pirolli, 1992)
- *exploration* et *search* (e.g. Hay et al., 2017)
- *analysis* et *synthesis* (e.g. Koberg and Bagnall, 1972)
- *intention* et *implementation* (e.g. Hacker et al., 1998)
- *expression d'une volonté* et *recherche d'une faisabilité* (e.g. Daniellou, 2004; Martin, 2012)
- *logos* (en tant que *raison, idée ou modèle* et qui renvoie à la construction du problème à traiter, au souhaitable et/ou à sa représentation) et *praxis* (le champ du concret et du sensible, et qui renvoie au possible, à la résolution concrète d'un problème et à l'effectuation de l'action et du travail). (e.g. Béguin, 2010)

D'autres encore gardent la même idée mais en faisant apparaître les itérations entre ces deux espaces : *See / move / see* pour Schön (1992) ou *co-evolution problem /solution* (Maher et al., 1996; Dorst and Cross, 2001). Comme en témoigne Backett (2017), il est aujourd'hui bien admis que les deux espaces co-existent : *"More recent theories of problem solving in design have abandoned the notion of problem and solution as discrete phases of a linear process and instead posit a model of design which is "an iterative interplay to 'fix' a problem from the problem space and to 'search' plausible solutions from the corresponding solution space." Accordingly, there is no single linear movement from problem and solution but the simultaneous co-development of both"*. Ainsi, et même si les théories intermédiaires de la conception se sont raffinées, ajoutant des phases (évaluation, tri notamment mais bien d'autres encore), il y a dans la conception ce balancement quasi ontologique entre l'expression d'un but, d'un objectif, et sa « traduction » pour aller vers un objet matériel ou immatériel dans le monde réel. En découle un modèle dialogique de la conception. J'emploie le terme « dialogique » et pas « dialectique » selon la proposition de Morin de mettre l'accent sur les interactions entre deux pôles contradictoires et non leur dépassement qui conduirait à une synthèse, un retour à l'unité. Les deux sont bien là et nécessaires l'un à l'autre.

De ce fait, au-delà de la multitude de phasage des processus de conception proposés par la littérature (je fais apparaître dans la Figure 2 quelques-unes de ces phases qu'on retrouve régulièrement dans la littérature) il me semble nécessaire et utile d'avoir en tête trois pôles de « tâches » dans les processus de conception :

- le pôle qui vise à formuler la problématique de conception à résoudre. Dans ce pôle, la littérature évoque deux enjeux qu'il me semble utile de distinguer. Le premier insiste sur la nécessité d'un travail relatif à la définition de la volonté relative au futur (le projet, le motif, l'intention, le souhaitable). Le second porte davantage sur la nécessité d'un travail de « diagnostic » de la

situation actuelle. Cela renvoie notamment à ce que les chercheurs travaillant sur les activités de conception collective ont appelé « synchronisation cognitive » ou « *grounding* » : qu'est-ce qui fait problème dans cette situation par rapport à la vision relative au futur, comment se représente-t-on le problème à résoudre ?

- le pôle qui vise à formuler des solutions de conception. Dans ce pôle, l'attention porte aussi bien sur la génération de solutions de conception (ce qui ouvre vers tous les questions de créativité) que sur leur exploration (ce qui inclut l'analyse des solutions de conception).
- Le pôle qui consiste à articuler les deux premiers. Si on prend au sérieux l'idée de dialogisme, alors le dialogue entre le pôle de la problématique et celui des solutions doit être organisé et outillé. Dire que la problématique n'est pas posée une fois pour toutes ne suffit pas. Il faut se donner les moyens de redébattre de cette problématique et de la faire évoluer. De même, les propositions de solutions qui émergent doivent être remises en perspective constamment de la problématique formulée : comment le faire concrètement ? A mon sens, c'est dans ce pôle que l'évaluation et l'implémentation parfois citées comme des phases de la conception au même titre que la formulation de problème et la génération de solutions doivent se situer. Elles permettent de faire vivre l'interaction, le dialogue entre les deux premiers pôles.

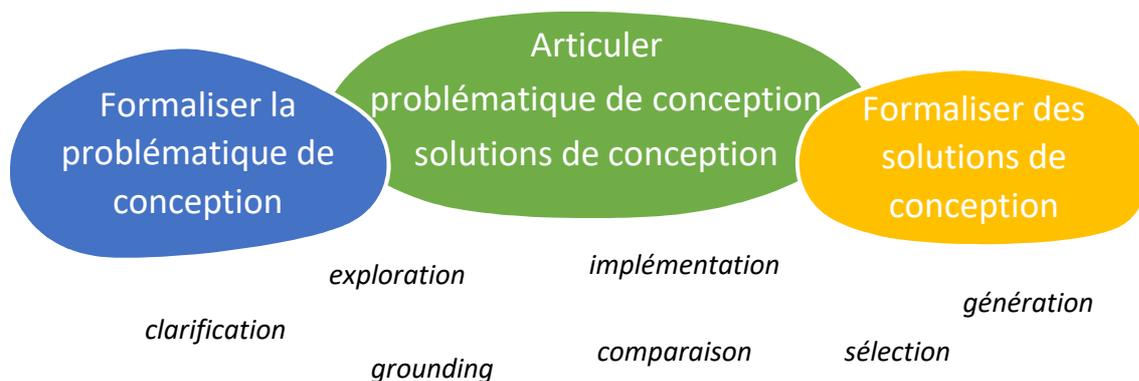


Figure 2: ma représentation du processus de conception, étape 1

3.3 Un modèle développemental

Si le caractère dialogique de la conception construit largement ma propre représentation du *design*, il en est un second qui construit cette représentation : le caractère développemental de la conception. Par-là, j'entends que la conception provoque du développement : le développement de l'artefact en train d'être conçu bien sûr, mais aussi le développement de ceux qui intégreront dans leur activité l'artefact conçu et également le développement de ceux qui participent à la conception. Cette vision développementale de la conception est très clairement reliée aux travaux des ergonomes français de l'activité qui, eux-mêmes, s'inscrivent dans les théories de l'activité et qui héritent des travaux de psychologie du développement de Leontiev, Vygotsky ou Luria. On peut parler de ce développement comme d'un processus d'apprentissage. Ce terme d'apprentissage a été notamment utilisé pour analyser des processus de conception collective et argumenter l'intérêt d'impliquer les utilisateurs dans les processus de conception (e.g. Bødker and Petersen, 2000; Béguin, 2003; Hatchuel, 2015). Il parlera peut-être davantage aux lecteurs que celui de développement, car la notion de développement est particulièrement complexe et polysémique. Je renvoie par exemple à la réédition de la thèse de Y. Engeström pour une discussion comparée des concepts de *learning* versus *development* (Engeström,

2014 chap. 3). En simplifiant à outrance, le développement renvoie à un apprentissage d'un ordre élevé qui viendrait questionner le rapport d'un sujet au monde.

Pourquoi relier conception et développement ? Lorsqu'ils se sont penchés sur le sujet du développement de l'enfant, les psychologues russes évoqués plus haut ont d'abord proposé un modèle de l'activité qui s'opposait au behaviorisme où l'activité s'analyse via des couples un stimulus / une réaction, et au cognitivisme où l'activité se réduit à un traitement cognitif d'information : « *Activity theorists argue that consciousness is not a set of discrete disembodied cognitive acts (decision making, classification, remembering), and certainly it is not the brain ; rather, consciousness is located in everyday practice ; you are what you do* » (Nardi, 1996). Ils revendiquent que l'unité pertinente pour analyser ou soutenir le développement est celle de l'activité. Ils ont également insisté sur le caractère médié de l'activité: “*Every elementary form of behavior presupposes direct reaction to the task set by the organism (which can be expressed with the simple Stimulus - Response formula). But the structure of sign operations requires an intermediate link between the stimulus and the response. This intermediate link is a second order stimulus (sign) that is drawn into the operation where it fulfills a special function; it creates a new relation between S and R. Consequently, the simple stimulus-response process is replaced by a complex, mediated act*” (Vygotski, 1978, pp.39-40). L'activité serait donc un système dans lequel les instruments du sujet conditionnent le rapport que le sujet entretient à son objet (c'est-à-dire son objectif, le motif de son activité). C'est ce qu'on peut représenter dans un modèle triadique de l'activité (Figure 3).

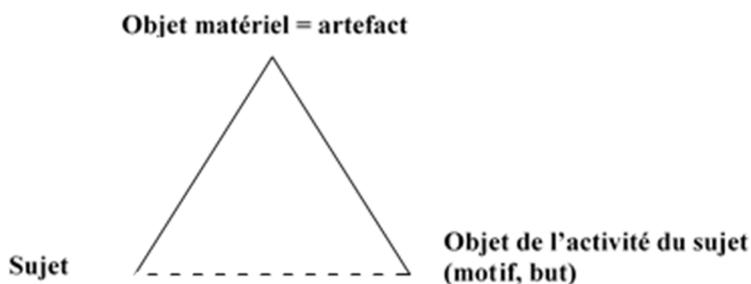


Figure 3: modèle triadique de l'activité instrumentale

C'est ce modèle qui structure par exemple la théorie des activités instrumentées de Rabardel (Rabardel, 1995). Engeström en a proposé une vision encore plus systémique dans son modèle du système d'activité (Figure 4). Il a proposé de penser le développement comme résultant de tensions, qu'il appelle « contradictions » au sein de ce système. Ces contradictions au sein des pôles du système ou entre pôles peuvent déstabiliser suffisamment le système pour que les sujets ressentent le besoin de le faire évoluer, provoquant ainsi le développement de l'activité. Or que se passe-t-il lors des processus de conception ? On propose de nouveaux instruments pour l'activité. Ces nouveaux instruments sont alors susceptibles de modifier l'ensemble de l'activité et d'en provoquer ainsi le développement s'ils créent ou qu'ils mettent en lumière des contradictions dans le système d'activité.

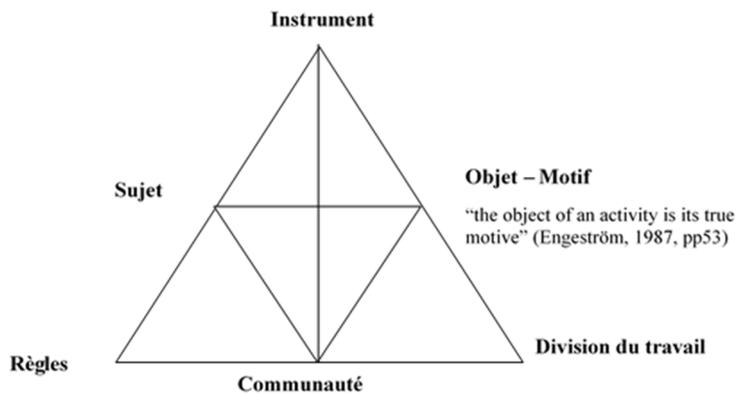


Figure 4: Représentation du système d'activité (Engeström, 1987)

Au-delà du niveau individuel, Rabardel (Figure 5) ou Engeström (Figure 6) ont également proposé de considérer que les systèmes d'activité sont en interaction les uns avec les autres. Dès lors, on peut regarder les processus de conception comme mettant en interaction les systèmes d'activité de concepteurs et d'utilisateurs potentiels qui sont tous susceptibles d'en voir leur activité transformée. Si cette vision développementale de la conception est assez largement partagée, on ne dispose pour autant que de peu de travaux empiriques qui détaillent précisément comment les processus de conception provoquent du développement. En cause, en partie, la difficulté méthodologique à identifier des traces de développement, voir par exemple la thèse de C.A Gagneur à ce propos (Gagneur, 2010).

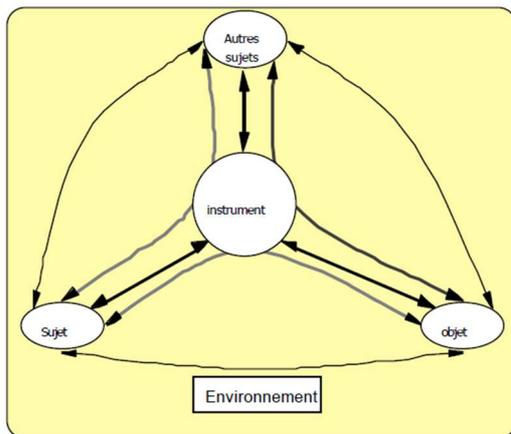


Figure 5: Modèle S.A.I.C (Situations des Activités Collectives Instrumentées) (Rabardel, 1995)

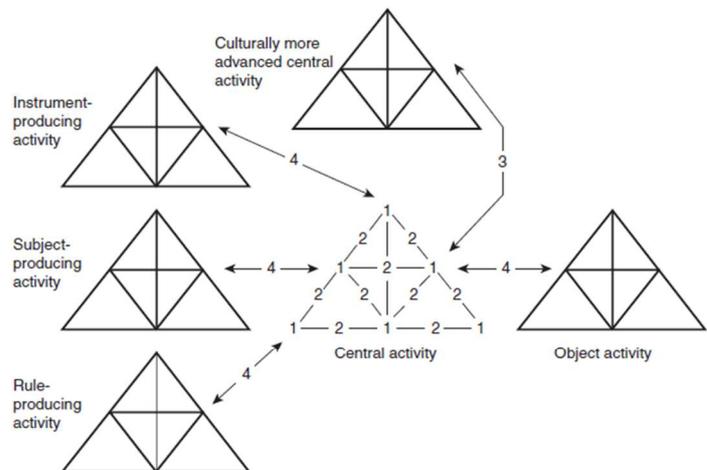


FIGURE 2.7. Four levels of contradictions within the human activity system.
 Level 1: Primary inner contradiction (double nature) *within* each constituent component of the central activity.
 Level 2: Secondary contradictions *between* the constituents of the central activity.
 Level 3: Tertiary contradiction *between* the object/motive of the dominant form of the central activity and the object/motive of a culturally more advanced form of the central activity.
 Level 4: Quaternary contradictions *between* the central activity *and* its neighbor activities.

Figure 6: les 4 niveaux de contradictions entre systèmes d'activité (Engeström, 2014)

Une des conséquences directes que je tire de cette vision développementale de la conception, c'est une attention particulière portée aux utilisateurs dans les processus de conception. Je développe dans le paragraphe suivant en quoi cela définit pour moi un modèle participatif, avec une acception précise de ce que je mets derrière le terme de participatif.

3.4 Un modèle participatif ?

A partir du moment où on adopte l'idée que des artefacts conçus sont susceptibles de transformer l'activité d'utilisateurs potentiels, alors cela oblige, selon moi, à réfléchir à la place que prennent ces utilisateurs potentiels dans la conception.

L'histoire de l'implication des utilisateurs dans la conception est longue : dès les années 1960, les premiers travaux prônent d'impliquer les utilisateurs dans le processus de conception de tout objet ou projet. C'est le mouvement du *participatory design* dont les travaux se poursuivront, nombreux (e.g. Schuler and Namioka, 1993; Kensing and Blomberg, 1998; Robertson and Simonsen, 2012; Simonsen and Robertson, 2012), y compris sous d'autres dénominations : conception centrée sur l'utilisateur, conception par les utilisateurs, conception en partenariat, co-conception... Il me semble intéressant de noter qu'assez rapidement, deux finalités du *participatory design* se sont distinguées :

- une finalité idéologique de démocratie au travail (*workplace democracy*), qui correspond plutôt aux premiers travaux en Scandinavie qui reposaient sur des dynamiques syndicalistes (e.g. Bjerknes and Bratteteig, 1995; Ehn, 2017) ,
- une finalité d'efficacité dans la conception, basée sur la prise de conscience de la complexité du processus, davantage développée à partir des années 1980-1990 par les chercheurs américains, notamment dans le domaine des nouvelles technologies, de l'informatique et des logiciels

En résultent de nombreuses variantes dans la littérature sur ce que peut recouvrir la notion de « participation » et sur les façons de la pratiquer (e.g. Muller and Kuhn, 1993). Pretty (1995) insiste d'ailleurs sur la banalisation du terme participation: « *it is such a fashion that almost everyone says that participation is part of their work* ». Il regrette notamment qu'on prétende faire de la participation à tout propos: « *many [...] activities which are termed 'participatory' do not conform to [our] definition, because they provide stakeholders with little or no influence, such as when they are involved simply as passive recipients, informants or labourers in a development effort* ». Il propose d'ailleurs une typologie de la participation allant de la « *manipulative participation* » à la « *self mobilization* » basée sur l'étude de plusieurs centaines de cas (Pretty, 1995). Cette idée d'une banalisation de la participation est largement acceptée aujourd'hui, d'où l'importance de bien spécifier ce que je mets derrière l'idée de recourir à la participation des utilisateurs dans la conception. Le postulat minimal qui rassemble la plupart du temps les auteurs qui se revendiquent de conception participative est le suivant : les utilisateurs pour lesquels on conçoit détiennent une connaissance, un savoir-faire, une expertise qu'il faut mobiliser dans la conception. Je formulerai les choses différemment : si les artefacts que l'on conçoit ont pour vocation d'être utilisés par « d'autres », alors il faut que ces « autres » participent à cette conception car leur activité peut en être impactée. Lorsqu'un utilisateur mobilise un artefact, ce qui se joue n'est alors pas uniquement de l'ordre d'une connaissance ou d'une expertise qui serait facilement extractible au moyen d'enquêtes ou d'observation. L'enjeu est de parvenir à ramener dans la conception l'activité de l'utilisateur potentiel, dans sa dimension systémique, multi-factorielle. C'est ce qui guide ma vision de l'implication de l'utilisateur dans la conception, plus que le vocable de « participatif ».

Un autre reproche que l'on peut faire à ce terme de conception participative, c'est d'acter une séparation entre concepteurs et utilisateurs. Or différents travaux ont pu montrer, depuis longtemps, que cette séparation n'était pas si évidente : ceux de von Hippel ou de Akrich qui insistent sur le rôle des utilisateurs dans les processus d'innovation (Von Hippel, 2005; Akrich, 2006), ceux de Cerf, Béguin et d'autres ergonomes qui montrent que la conception se poursuit dans l'usage (e.g. Henderson and Kyng, 1991; Béguin and Cerf, 2004), ceux de Brown sur la génération d'usages (Brown, 2013), ceux de Manzini sur le *diffuse design* et l'idée qu'on voit de plus en plus de concepteurs non professionnels (Manzini, 2015) comme en témoignent le développement de l'open source, l'irruption des fablabs (Atkinson, 2017), etc. Se réfugier derrière le label d'une conception participative n'épuise donc pas la question du rôle qu'on octroie à cette participation, ni bien sûr celle des façons de s'y prendre. C'est ce que pointe la notion d'open design qui cherche à renouveler et préciser le concept de conception participative sans toutefois y parvenir encore complètement (Boisseau et al., 2018).

Au cours de ce chapitre, j'ai tenté de repositionner l'acception que j'ai du terme de conception à travers un panorama des design studies. J'analyse la conception comme une activité, elle-même vue comme un processus dialogique, développemental et participatif. C'est à partir de cette acception que j'ai analysé en quoi la conception pouvait éclairer le travail des chercheurs agronomes et des agriculteurs. Le pari de mon travail de recherche est en effet de proposer de faire fonctionner un prisme « conception » sur différentes problématiques de travail des chercheurs agronomes : la conception d'outils d'aide à la décision et la conception de systèmes de culture. Le chapitre suivant se concentre sur les travaux que j'ai menés en faisant fonctionner l'idée d'un agronome chercheur-concepteur.

Chapitre 2. L'agronome concepteur, des OAD aux systèmes de culture

Ce chapitre rassemble les travaux que j'ai menés en faisant fonctionner l'idée d'un agronome chercheur concepteur. Le prisme « conception » permet en effet d'analyser l'activité ingénierique des chercheurs agronomes qui se placent en lien avec l'action des agronomes et agriculteurs qu'ils outillent. Il permet également de fournir des pistes permettant de rendre cette activité plus efficiente et pertinente. J'ai fait fonctionner cette idée de l'agronome chercheur-concepteur sur deux registres. Le premier, développé dans la partie 1 de ce chapitre, a concerné l'activité de conception d'outils d'aide à la décision (OAD) des agronomes. Le second, relaté dans la partie 2 du chapitre, problématise la notion de conception de systèmes de culture comme celle de processus de production et ouvre la réflexion sur la place des agronomes-chercheurs dans cette activité de conception.

1 L'agronome concepteur d'outils d'aide à la décision (OAD)

Dans cette partie, je regroupe les travaux que j'ai pu effectuer sur la conception d'outils d'aide à la décision (OAD), des artefacts conçus par le chercheur agronome. J'explique le contexte dans lequel se sont initiés mes travaux de recherche, celui du développement des modèles de culture en agronomie mais aussi de leur critique en lien avec leur échec à devenir des outils d'aide à la décision utiles aux non-chercheurs. J'explique que j'ai proposé d'interpréter ce problème comme un problème de conception de ces outils par les chercheurs agronomes. Ce positionnement m'a permis de développer des travaux sur les méthodes de conception -et notamment l'inclusion des utilisateurs potentiels dans la conception- et sur des méthodes d'analyse des processus de conception.

1.1 Le contexte de mes travaux sur la conception d'outils d'aide à la décision en agronomie

Le début de mes travaux de recherche coïncide avec un moment charnière dans les sciences agronomiques : c'est l'apogée des modèles agronomiques... et le début de leur remise en question. Apparus dans le champ de l'agronomie dans les années 1950 avec les travaux de de Wit (1978), les modèles agronomiques vont très largement profiter du développement de l'informatique et de la puissance de calcul ainsi offerte. Ils vont devenir un moyen privilégié de mettre à plat et d'éprouver des hypothèses relatives au fonctionnement d'objets agronomiques, à des échelles variées (modélisations de la plante, du peuplement végétal, de la parcelle agricole, du territoire), notamment en quantifiant les relations de fonctionnement entre les différents éléments du système via différents degrés d'explicitation des mécanismes. C'est l'époque de grands modèles de culture qui simulent le développement des cultures de façon dynamique, Sinclair et Seligman (1996) en ont raconté l'histoire. Différents groupes de modèle vont se développer dans différents pôles de recherche: aux Etats-Unis avec le projet International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT, Uehara and Tsuji, 1998) qui regroupe des modèles comme CERES ou DSSAT ; en Australie avec le système Agricultural Production system SIMulator (APSIM, McCown et al., 1996) ; aux Pays-Bas à Wageningen avec l'École de Wit (Bouman et al., 1996), incluant des modèles comme SUCROS, WOFOST ou LINTUL ; en Grande-Bretagne avec ARCWHEAT (Weir et al., 1984); en France avec STICS (Brisson et al., 1998).

Ces modèles sont de très bons outils heuristiques permettant aux chercheurs de décortiquer et re-synthétiser la complexité des phénomènes à l'œuvre dans les peuplements cultivés. En revanche, ils échouent sur un point, celui de leur transformation en outils d'aide à la décision (OAD). Il était facilement admis dans les années 1990 que les modèles de culture développés par les chercheurs allaient apporter des réponses aux agriculteurs et aux agents de développement : aider à prendre des décisions, aider à trancher entre différentes pratiques, simuler l'effet de pratiques avant de les mettre en œuvre au champ etc. L'idée sous-jacente était que faire un bon modèle (sous-entendu représentant bien la réalité) permettrait de faire un bon OAD (sous-entendu utilisé). Mais dans le courant des années 2000, force est de reconnaître que les modèles ne font pas de bons OAD et ces échecs commencent à être bien documentés comme en témoignent les travaux de McCown et d'autres (Boote et al., 1996; Cox, 1996; Passioura, 1996; Mutsaers and Wang, 1999; Lynch et al., 2000; McCown, 2001, 2002a, 2002b; McCown et al., 2002; Meynard et al., 2002; Parker, 2004; McCown and Parton, 2006). Ces auteurs proposent des explications à ces échecs en référant plutôt à un problème d'adoption (e.g. Lynch et al., 2000; Rose et al.,

2016; Ditzler et al., 2018). Au-delà de l'opérationnalisation des modèles de culture comme outils d'aide à la décision, c'est une question de fond qui se pose aux chercheurs agronomes. Si la discipline agronomique se met parfois en retrait du terrain pour étudier finement des processus d'écophysiologie, de pédologie, de biologie des ravageurs et auxiliaires divers, l'agronomie reste pour beaucoup d'agronomes chercheurs une discipline ingénierique où il s'agit de fournir des outils et concepts susceptibles d'aider les agriculteurs à « faire mieux ». Il s'agit alors de savoir comment fournir des outils et concepts qui soient les plus utiles possibles aux agriculteurs.

Le pari des travaux que j'ai initiés lors de ma thèse a été de réinterpréter ce problème d'adoption et d'utilité en un problème de conception. En cohérence avec les travaux de sociologie des techniques (ceux de Madeleine Akrich notamment) et d'ergonomie de la conception (ceux de Pascal Béguin par exemple), il s'agit de considérer que les concepteurs d'artefacts (objets matériels ou immatériels¹⁰) inscrivent dans les objets qu'ils conçoivent des représentations des usages et usagers¹¹ auxquels ils destinent ces objets. L'enjeu de la conception est alors d'affiner ces représentations selon plusieurs stratégies : avoir la vision la plus juste possible des usages potentiels, concevoir un objet suffisamment plastique pour qu'il puisse se conformer aux usages réels, laisser les usagers terminer la conception d'un objet non fini pour qu'ils puissent s'en saisir, etc. il s'agit donc à la fois de « **ramener l'usage dans la conception** » mais aussi de faire vivre l'idée que « **la conception se poursuit dans l'usage** ». La question de la méthode de conception et de l'inclusion d'un travail sur l'usage potentiel devient alors déterminante.

1.2 L'échec des OAD, un problème de méthodes de conception de ces outils

En faisant le choix d'analyser le problème de non-adoption des outils d'aide à la décision comme un problème lié à leur conception par les chercheurs agronomes, j'ai choisi de me focaliser sur les questions de méthode de conception des outils d'aide à la décision.

1.2.1 Les méthodes de conception d'OAD : un non-objet de la recherche agronomique dans les années 2000

Un premier travail de ma thèse a porté sur le niveau de problématisation dont bénéficiaient les méthodes de conception des modèles en agronomie. Via une étude bibliométrique de plus de 500 articles portant sur la construction de modèles, j'ai montré que ces méthodes de conception n'étaient pas un objet de recherche pour les agronomes (Prost et al., 2012). On voyait en effet émerger des articles la description d'une méthode très standardisée de conception des modèles : calage des grands choix de conception (phénomène modélisé, entrées / sorties, compartiments, échelles), calage des données utilisées pour construire le modèle, choix du formalisme mathématique, paramétrisation et calibration, validation du modèle, exemples d'utilisation du modèle. Cette description était quasiment invariable alors même que les objectifs assignés aux modèles pouvaient être très différents. Ainsi les auteurs revendiquant une utilisation de leur modèle auprès de non chercheurs ne semblaient pas construire leurs modèles

¹⁰ A ce sujet, je renvoie à Visser (Visser, 2002) : *“in the context of design, this term [artifact], rather than pertaining only to material objects (buildings or machine-tools), refers to all objects that intelligent entities (human or artificial) may create, that is, material or immaterial (music, software and other procedures). The antonym of “artifact” is natural (“object”) – it is not immaterial (“object”).”*

¹¹ J'utilise ici le terme d'usager en suivant une proposition de Madeleine Akrich : « *Utiliser ce mot d'usager permet en effet de ne pas préjuger de la position visée par l'analyste qui peut aussi bien s'intéresser à l'acheteur, au consommateur qu'à l'utilisateur au sens quasi-technique du terme, etc* ». (Akrich, 1998)

différemment de tous ceux pour qui ces modèles étaient avant tout des outils de recherche. En mettant en face de ce constat le fait que les OAD issus de modèles de culture ne se développaient pas, je pouvais ainsi faire l'hypothèse que les méthodes de conception adoptées par les chercheurs agronomes pour fabriquer des OAD à partir de modèles n'étaient pas adaptées et, plus spécifiquement, qu'elles n'étaient pas l'objet d'un travail spécifique.

A partir de ce constat, j'ai fait le choix de travailler cette question comme une question d'agronomie. Dès lors que des chercheurs agronomes développent des travaux visant à concevoir des outils pour les agriculteurs, alors ils sont en charge d'un travail visant à le faire le mieux possible. Faire le mieux possible, ce n'est pas uniquement inscrire dans l'outil les meilleures connaissances scientifiques possibles, les plus actuelles, les plus complètes, c'est assumer une réflexion poussée sur la façon dont il faut concevoir cet outil pour qu'il rencontre un usage. C'est aussi faire le pari que cette réflexion sur la façon de concevoir l'outil va générer des questions agronomiques différentes de celles que le chercheur aurait pu traiter sinon. C'est à partir de ces éléments que j'ai fait des propositions en matière de méthodes de conception des OAD.

1.2.2 Des méthodes inspirées de l'ergonomie de l'activité et de la CHAT

Pour faire des propositions de méthodes de conception des OAD, je me suis placée dans une branche des *design studies*, celle construite autour des théories de l'activité. J'ai repris d'une part les travaux des ergonomes de l'activité travaillant sur la conception et d'autre part les propositions issues de la Cultural and Historical Activity Theory (CHAT) proposée par Engeström. Pourquoi ces deux cadres ? D'une part parce qu'ils portent une vision développementale de la conception et cherchent à tenir ensemble la tenue d'un processus de conception efficace et qui prenne en compte l'impact potentiel de la conception dans les activités de chacun, je l'ai évoqué Chapitre 1.3.3 (p.46). D'autre part parce qu'ils assument une position d'intervention, c'est-à-dire une posture qui n'est pas qu'analytique mais aussi d'action. J'ai depuis croisé d'autres cadres qui reposent sur des principes proches hors des théories de l'activité (e.g. Design Thinking, Brown, 2008; méthode RID, Yannou et al., 2018) mais ce sont bien les cadres des théories de l'activité qui m'ont inspirée initialement. Que disent ces cadres sur la conception, comment construire des propositions méthodologiques à partir d'eux ?

Les ergonomes de la conception - comme tous les ergonomes - s'intéressent au travail avec l'objectif de le rendre plus efficace et non impactant pour la santé et le bien-être du travailleur. De quel travail parle-t-on lorsqu'il s'agit de conception ? D'abord, plutôt du travail de conception tel qu'il peut se dérouler dans le cadre d'entreprises faisant évoluer le travail de leurs opérateurs, via la modification de chaînes de production par exemple, ou la conception de nouveaux outils du travail pour ces opérateurs. Cela ne définit en rien un domaine strict de validité des recherches des ergonomes, je pointe juste ici le contexte majoritaire dans lequel ces recherches ont lieu. D'autre part, ce travail est en fait double. Béguin et Cerf (2004) l'expliquent bien, deux thématiques coexistent en ergonomie de conception. La première, qualifiée par ces auteurs d'« analyse de l'activité **dans** la conception », vise à comprendre le travail de ceux qui conçoivent : de quel type d'activité parle-t-on ? Les travaux relatifs à cette première thématique assument une certaine proximité avec ceux de l'ergonomie cognitive autour des études de l'activité de conception, individuelle et collective. La seconde cherche à ramener dans le processus de conception une analyse de l'activité de ceux pour lesquels on conçoit. Béguin et Cerf parlent d'« analyse de l'activité **pour** la conception ». Il s'agit d'enrichir le processus de conception en permettant aux concepteurs de mieux comprendre le travail de ceux qui utiliseront l'objet conçu. Cela pose une difficulté particulière. En

conception, le travail qui fait l'objet de l'intervention de l'ergonome n'existe pas encore. «*En conséquence, l'ergonome doit mettre en œuvre des méthodes d'approche de l'activité future, distinctes de l'analyse du travail réel*» (Daniellou, 2004). Pour y parvenir, les ergonomes ont notamment proposé de conceptualiser le processus de conception comme la conduite d'un projet au sein duquel ils participent pour que le travail des opérateurs soit présent. Ils proposent donc d'intervenir à la fois dans l'analyse et la construction du projet, via un travail sur *la volonté relative au futur* (Daniellou, 2004), et dans la projection de l'objet conçu dans une activité future, via un travail de simulation et de scénarisation de l'activité. Ils insistent également beaucoup sur le besoin de bien constituer le collectif qui participe au projet en mêlant décideurs, concepteurs, opérateurs et représentants du personnel. Leur modèle d'intervention (voir Figure 7) couple ces éléments. L'activité de l'intervenant est structurée autour de trois grands moments (Barcellini, 2015): 1) l'analyse stratégique du projet et l'analyse du travail visent la production de diagnostics (du projet et du travail) pour organiser et structurer le travail collaboratif à mettre en place, 2) La conduite de « simulations » vise à faire jouer ce que pourrait être l'activité future sur la base de scénarios d'action construits sur la base des diagnostics. Il s'agit par exemple de transposer certains éléments de l'activité future (par exemple, un prototype d'un nouvel outil) et demander à l'opérateur de mettre en œuvre une activité qui fera l'objet de l'analyse de l'ergonome à des fins de conception, 3) L'accompagnement » du projet souligne le fait que cette démarche s'inscrit dans une perspective longitudinale à mettre en œuvre tout au long de la conduite d'un changement, c'est-à-dire jusqu'à la mise en usage effective de la transformation.

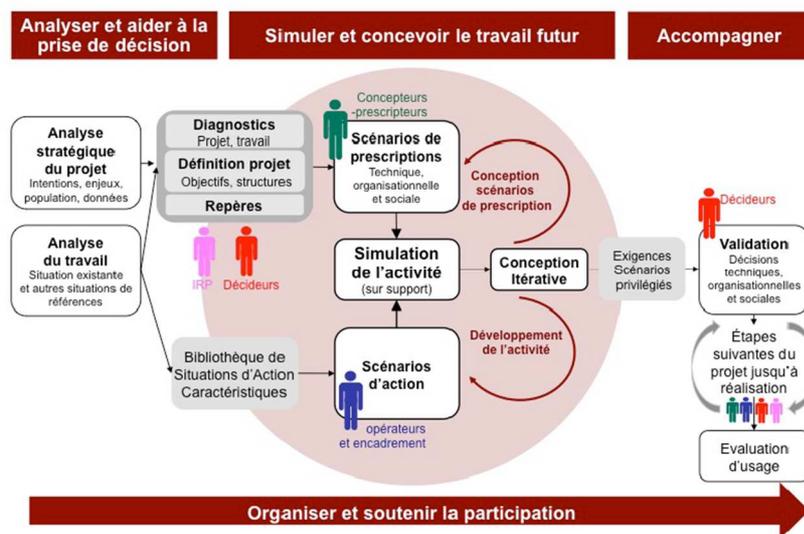


Figure 7: modèle de l'intervention ergonomique en conduite de projet (Barcellini, 2015, d'après Barcellini, Van Belleghem et Daniellou, 2013)

Les travaux d'intervention développementale construits par Engeström et son équipe visent à accompagner globalement des processus de changement de travail avec une visée d'apprentissage. Ces chercheurs ont mis au point une méthodologie d'intervention, appelée Change Laboratory® ou Competence Laboratory® (Figure 8), qui cherche à mettre en évidence les contradictions à partir d'une analyse de l'activité (Virkkunen, 2004) et à partir d'un processus de « *mirroring* » et de « *questioning* ». Ce processus vise à aider les acteurs à penser différemment les difficultés et problèmes qu'ils rencontrent au quotidien. Il s'agit de les aider à appréhender ces difficultés et problèmes de façon plus systémique ainsi que leurs conséquences sur la dynamique de l'activité (Seppänen, 2002). Les intervenants utilisent pour cela des miroirs, c'est-à-dire des traces de l'activité des acteurs (vidéos, interviews, chiffres variés

sur l'activité, etc.) pour permettre aux acteurs de prendre conscience de leur activité. Des outils, comme la représentation schématique en triangle du système d'activité d'Engeström (voir Chapitre 1.3.3, p.46) mais aussi les questions des intervenants qui vont aider les participants à prendre conscience de leur activité dans sa dimension systémique (c'est la dimension « *questioning* »), permettent aux participants de conceptualiser ces éléments, développer une nouvelle vision de leur activité et discuter des outils à mettre en œuvre pour y parvenir (voir Virkkunen, 2013 pour plus de détails).

A partir de ces propositions méthodologiques qui correspondaient à la représentation que je me faisais de la conception (un processus dialogique, développemental et impliquant les utilisateurs futurs dans la conception), j'ai testé différentes propositions méthodologiques que je détaille ci-dessous.

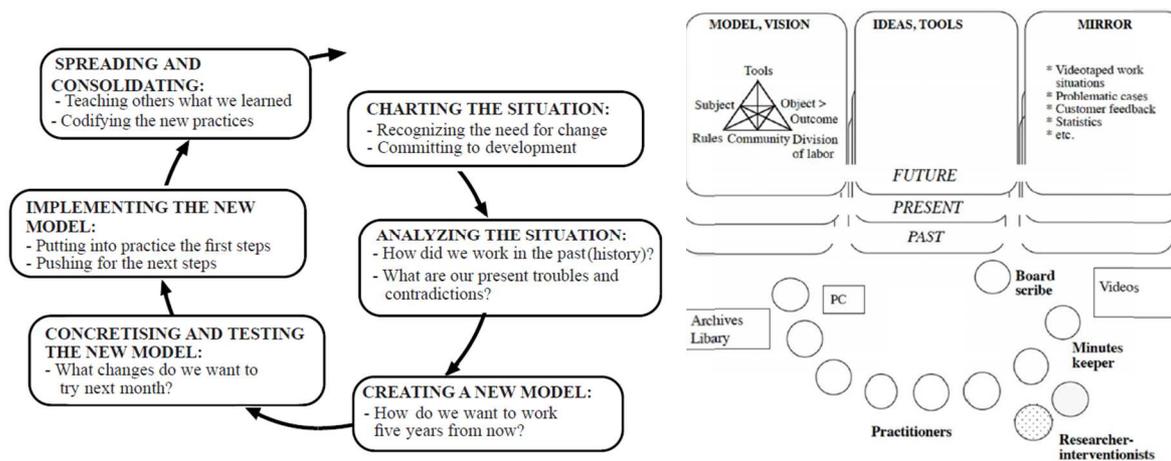


Figure 8: Change laboratory®. A gauche, les étapes. A droite la structure et instruments mobilisés (Virkkunen, 20113)

1.3 Quelles productions méthodologiques ?

1.3.1 Poser le problème de conception¹² en y ramenant les usages des utilisateurs

Un premier travail que j'ai effectué concernant la conception d'OAD dans le monde agricole a visé à décliner le principe fondateur des ergonomes travaillant sur la conception et du modèle de l'intervention ergonomique en conduite de projet : « **ramener l'usage dans la conception** ». Il s'agit en fait d'enrichir le processus de conception en permettant aux concepteurs de mieux comprendre le travail de ceux qui utiliseront l'objet conçu. On pourrait penser que cela passe par la participation d'utilisateurs potentiels à la conception mais qui faire participer, à quoi, comment ? La simple présence d'utilisateurs potentiels à des réunions de conception ne peut garantir qu'ils pourront parler de leur activité. Sans remettre en question ce principe de participation des utilisateurs à la conception, j'ai d'abord cherché à savoir comment donner à voir aux concepteurs (quels qu'ils soient, incluant ou pas les utilisateurs potentiels) l'activité de travail des utilisateurs potentiels des outils en cours de conception. Je présente ainsi dans cette partie une méthode qui s'est enrichie au fil du temps pour « ramener l'usage dans la conception ».

¹² J'emploie le terme de « problème de conception » comme synonyme de « problématique de conception » : il ne s'agit donc pas pour moi d'une façon de m'inscrire dans une filiation où la conception serait avant tout une forme de résolution de problème. Je rejoins ici Hatchuel (2001) dans l'idée que l'activité de conception excède celle de résolution de problèmes. Il me semble néanmoins que ce terme « problème de conception » est le plus à même d'être compris facilement.

1.3.1.1 Caractériser invariants, diversité, contradictions de l'activité à outiller

Principe

Béguin l'a expliqué (Béguin, 2007), on peut distinguer trois enjeux à ramener l'activité dans la conception. Le premier, que Béguin appelle « cristallisation » vise à construire un outil autour d'une représentation de l'activité des opérateurs la plus juste possible. Le second, appelé « plasticité », reconnaît qu'il est impossible de complètement anticiper l'activité, il faut donc donner à l'opérateur la possibilité de finir la conception en adaptant l'artefact et son activité aux circonstances. L'enjeu pour le concepteur est alors de définir des « espaces d'activité future possibles » (Daniellou, 2004). Le troisième, appelé « développement » retient que la conception est développementale et qu'il faut donc envisager et organiser conjointement le développement de l'artefact et celui de l'activité.

Lors de ma thèse qui portait sur la conception d'un outil d'aide à l'évaluation des variétés de blé, j'ai cherché à coupler ces trois enjeux dans une première étape du processus de conception, celle qui vise à formuler le problème de conception. Dans la formulation de ce problème, il y a évidemment une dimension technique forte mais, je l'ai expliqué, la formulation du problème ne peut faire l'impasse d'une compréhension de l'activité de ceux qui vont mobiliser l'artefact conçu. C'est pour alimenter cela que j'ai proposé une méthode pour ramener l'activité des utilisateurs potentiels dans la conception d'artefacts (Prost et al., 2007; Lecomte et al., 2010) et qui couple les trois enjeux distingués par Béguin :

- La mise en évidence de formes relativement stables de l'activité visée. Pour ce faire, je me suis attachée à identifier les caractéristiques communes des actions conduites par les différents métiers qui contribuent à l'évaluation des variétés, et à comprendre la dimension systémique de l'activité d'évaluation des variétés.
- La structuration de la diversité des actions d'évaluation. Dans le cas de l'évaluation des variétés, j'avais affaire à une activité qui se déclinait tout au long de la vie de la variété (chez les sélectionneurs, les évaluateurs, les multiplicateurs, les producteurs, les transformateurs). Comparer les actions de ces acteurs permettait de saisir la diversité des outils mobilisés et des formes d'organisation du travail. Structurer cette diversité a permis de faire ressortir des spécifications en matière de plasticité recherchée pour l'outil.
- La mise en évidence de contradictions (au sens d'Engeström) au sein de l'activité d'évaluation des variétés. Il s'agissait de construire une représentation de l'activité qui soit systémique et qui permette de renvoyer en « miroir » des tensions entre certains pôles de ce système. En particulier, il faut repérer des contradictions entre la façon dont l'activité est conduite et les nouveaux enjeux que les opérateurs souhaitent arriver à intégrer.

Ces différents plans devaient ensuite se traduire en spécifications sur l'outil.

Quelle collecte de données ?

Dans ma thèse, ce travail s'est appuyé sur un dispositif d'enquête sur l'activité d'évaluation des variétés et auprès des acteurs concernés : une analyse de documents relatifs à l'activité visée et des entretiens semi-directifs. Les entretiens avaient pour objectif de convoquer le réel de l'activité, c'est-à-dire ce qui se passe concrètement. Cela s'est fait en ramenant constamment la personne interviewée à des situations concrètes, des exemples, des illustrations qui permettent d'éviter les reconstructions un peu génériques que peuvent faire des acteurs lorsqu'on leur demande de parler de leur travail. Plus de 20 acteurs ont été rencontrés, de la sélection à la transformation. Ce qui a été particulièrement intéressant, c'est que l'évaluation variétale avait fait l'objet d'un certain nombre de travaux, notamment la thèse de Christophe Lecomte (Lecomte, 2005) mais aussi différents projets d'ingénieur. J'ai utilisé ce matériau

pour enrichir mon corpus de données. Notons que des observations du travail peuvent compléter ce dispositif d'enquêtes. C'est un des moyens privilégiés des ergonomes pour accéder à l'activité réelle d'opérateurs au travail, ils peuvent coupler de telles observations à des auto-confrontations : l'activité est filmée puis montrée à l'opérateur qui doit verbaliser, commenter, expliquer ce qu'il fait. Dans le cas de l'évaluation variétale, une telle approche était complexe. Comme beaucoup d'activités dans le monde agricole, l'évaluation s'effectue sur un temps long, à l'échelle de l'année au moins. Pour évaluer les nouvelles variétés, chaque évaluateur (et ils sont nombreux...) intègre des informations acquises tout au long du cycle de développement de la culture, au cours de visites d'essais, de contacts avec les expérimentateurs, mais aussi d'informations échangées et confrontées avec d'autres personnes en charge de l'évaluation des variétés à des moments pas forcément anticipés ou informels. J'ai donc écarté l'idée d'observer l'activité d'évaluation variétale à ce stade du processus de conception pour privilégier le travail à partir de données d'entretien mais l'observation reste un outil précieux. De même, j'ai travaillé à un grain d'analyse plus grossier que celui qu'aborde l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994) mais de nombreux travaux ont montré que cette technique pouvait s'avérer extrêmement pertinente pour collecter des données relatives à l'activité d'un acteur (voir Coquil, 2014 par exemple).

Quelle analyse des données ?

Dans le cas du travail sur l'évaluation variétale, les entretiens ont été transcrits puis synthétisés dans des tableaux croisant individus et grandes caractéristiques de l'activité d'évaluation variétale repérées à partir des transcriptions. Ont été sélectionnés les objectifs de l'évaluation et les critères de jugement des variétés, ces deux catégories renvoyant à la façon dont les acteurs conceptualisaient l'objet « variété », puis les outils de cette activité d'évaluation (4 grands types d'outils ont été caractérisés : le réseau d'expérimentation, le protocole de mesures et d'observations, les méthodes d'analyse statistique et l'expertise). Chacune de ces catégories a été détaillée par une série d'indicateurs décrits par les acteurs interviewés. Ce cadre a permis de faire émerger les invariants de l'activité d'évaluation variétale.

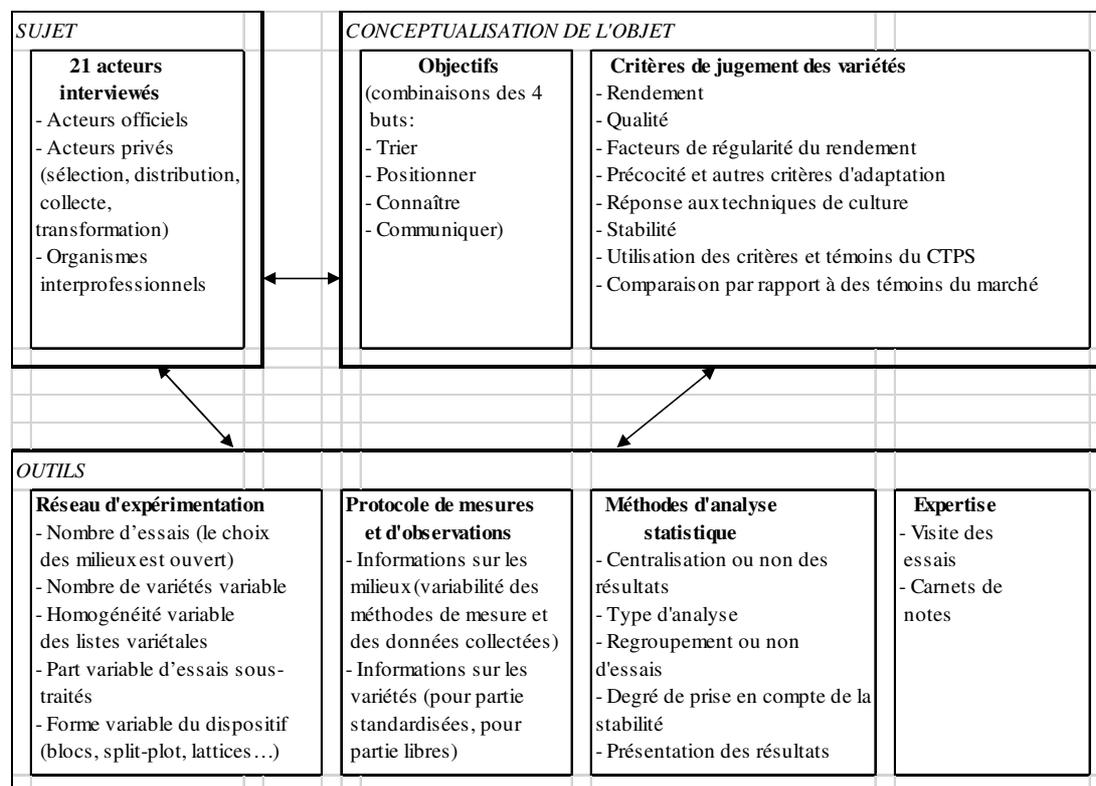


Figure 9: les caractéristiques retenues pour définir les objets et les outils de l'activité d'évaluation variétale

Les modalités de chacune de ces catégories ont émergé de l'analyse des transcriptions et ont fait l'objet d'une procédure de classification automatique pour structurer leur diversité. C'est le résultat de cette mise en correspondance qui nous a permis in fine de qualifier la diversité des actions d'évaluation (Figure 9) (voir Prost et al., 2007; Lecomte et al., 2010 pour plus de détails).

L'identification des contradictions a émergé de l'identification d'invariants et de la qualification de la diversité des actions d'évaluation. L'analyse que nous avons faite des traitements de données réalisés par les acteurs montrait qu'ils cherchaient à caractériser la stabilité des performances d'une variété, et ce quelle que soit la diversité des objectifs exprimés ou des actions d'évaluation. Or une telle analyse n'exige pas de connaître précisément les conditions agronomiques qui ont prévalu. Cependant, les acteurs souhaitaient pouvoir connaître le comportement des variétés face à des conditions de culture très variées. Ce décalage était ressenti par les acteurs qui disent ne pas être équipés pour produire ces informations. De fait les entretiens mettaient en exergue une impossibilité, sur la base des outils statistiques et de l'expertise disponible, à conduire une analyse globale des variations observées sur l'ensemble du réseau. Ce réseau était finalement le plus souvent considéré comme une juxtaposition d'essais indépendants et non comme une structure complexe dont la cohérence peut être mise à jour.

L'ensemble de ces résultats m'ont permis de construire une représentation de l'activité d'évaluation variétale (Tableau 1).

Tableau 1: représentation de l'activité d'évaluation variétale (Prost et al., 2007)

Invariants	Objet variété : historiquement construit sur l'idée de stabilité et de pureté 4 outils utilisés par tous mais ouverts : <ul style="list-style-type: none"> - Réseau d'expérimentation variétale - protocole de mesure et d'observation des variétés au sein du réseau - les méthodes d'analyse statistique - les visites in situ des essais Des règles et des contraintes temporelles et organisationnelles
Diversité	Diversité des conceptualisations de l'objet « variété » (combinaisons objectifs - critères de jugement) Diversité des instruments : <ul style="list-style-type: none"> - Forte diversité des réseaux (9 types) - Diversité moyenne des protocoles de mesure et d'observation : nature des informations recueillies - Faible diversité des outils de traitement et d'analyse des résultats Diversité des actions (combinaisons conceptualisations – configurations réseaux)
Contradictions	Contradiction Recherche d'une performance stable / Prise en compte de la diversité des comportements d'une variété dans les milieux Contradiction Informations recueillies / Facteurs limitants que les acteurs souhaitent repérer

Quel impact pour la conception de l'outil DIAGVAR ?

L'analyse des **invariants** a permis de faire émerger une représentation de l'activité d'évaluation variétale inspirée du système d'activité d'Engeström (Figure 10).

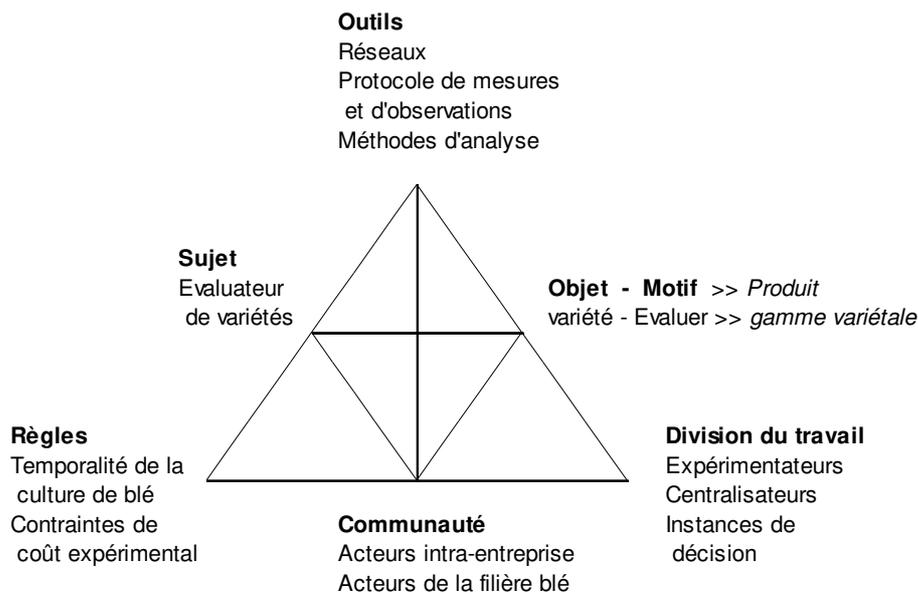


Figure 10: le système d'activité de l'évaluation variétale (Prost et al., 2007)

C'est à partir de cette représentation que certaines spécifications ont été construites :

- l'outil à concevoir doit permettre aux acteurs d'apprécier la stabilité du comportement d'une variété selon les critères de performance et les échelles spatio-temporelles qu'ils retiennent.
- Il doit tenir compte de la co-existence de différents outils et de la façon dont le réseau d'expérimentation variétale tend à les organiser les uns par rapport aux autres.
- les contraintes de gestion du réseau et la répartition du travail entre acteurs conduisent à chercher d'abord un outil qui valorise au maximum les données disponibles pour enrichir la connaissance des acteurs sur les variétés, en excluant des solutions qui conduiraient à accroître la quantité d'informations recueillies.
- compte tenu des contraintes temporelles liées au cycle du blé, les solutions proposées pour valoriser les données disponibles doivent être rapides à mettre en œuvre. L'automatisation des procédures d'analyse est donc souhaitable.

La caractérisation de la **diversité** a permis de formuler de nouvelles spécifications :

- les sorties de l'outil doivent être ajustées aux objectifs et critères d'évaluation de chaque acteur. Par exemple, certains voulaient une sortie permettant d'exclure des variétés selon certains critères qu'ils jugent réducteurs, d'autres voulaient voir comment une variété nouvelle se positionne dans une gamme construite sur des critères spécifiques à l'acteur. Il faut donc une diversité de mise en forme des sorties de l'analyse ou donner accès aux sorties brutes de l'analyse en laissant le choix de la mise en forme.
- L'outil doit permettre de travailler sur des configurations de réseaux variées avec, le cas échéant, des listes variétales hétérogènes et des données manquantes. En effet l'expertise permet souvent aux acteurs de pallier ces « trous d'informations ». Il faut donc imaginer une procédure qui valorise ce type d'information en tenant compte de son degré de précision. L'expertise joue aussi au moment de l'analyse : un acteur pourra ajuster les regroupements des essais selon la capacité des groupes à sérier des types de contraintes agronomiques. L'outil doit permettre aux acteurs de mobiliser cette expertise sur les sorties produites.

Enfin l'identification des **contradictions** a été remobilisée pour construire des scénarios d'usage du prototype d'outil, j'y reviens dans le paragraphe Chapitre 2.1.3.2 (p.64).

1.3.1.2 Vers la formalisation d'un diagnostic des usages

La méthode que j'ai proposée durant ma thèse s'inscrivait dans l'idée de ramener la prise en compte des usages dans les processus de conception. Ce faisant, elle convergeait avec d'autres travaux dans le monde agricole, notamment le travail de Cerf et Meynard (2006). Un travail comparatif a été réalisé afin de construire une méthode plus générique, que nous avons appelée « diagnostic des usages », à partir du cas de DIAGVAR et d'un cas de conception d'outils pour raisonner le traitement contre les ravageurs du colza (*Sclerotinia*). Ce diagnostic a été formalisé dans l'article Cerf et al. (2012).

Principe

L'objectif du diagnostic des usages est double. Le premier est d'identifier la diversité des situations dans lesquelles l'outil aidera à résoudre un problème (e.g. contrôler une maladie ou identifier les caractéristiques utiles pour les nouvelles variétés). De la façon dont nous l'avons définie, la situation inclut : (1) la façon dont les utilisateurs potentiels prennent leurs décisions lorsqu'ils sont confrontés à un problème ; (2) les contraintes (techniques, organisationnelles, etc.) auxquelles ils peuvent être confrontés lors de la mise en œuvre ; (3) leur propre représentation et interprétation des processus biophysiques et de leur action sur eux. Le deuxième objectif est de mieux caractériser les usages que les utilisateurs potentiels font des outils existants pour prendre de telles décisions. Nous essayons d'identifier comment les utilisateurs ont intégré les outils existants dans leurs processus de décision et d'action, comment le nouvel outil complétera ou remplacera ces outils, et ce qui devrait être modifié pour rendre ces processus plus efficaces du point de vue des utilisateurs. Lorsque qu'aucun outil pour résoudre le problème caractérisé n'existe, il s'agit de comprendre comment les opérateurs agissent pour des problèmes relativement similaires. Ainsi, pour la gestion du *Sclerotinia* du colza, ni les agriculteurs ni les conseillers n'avaient les outils nécessaires pour prendre des décisions sur les traitements. Ce qui a été étudié, c'est la façon dont ils utilisent les outils de gestion pour décider du traitement des maladies du blé.

Quelle collecte de données ?

Ce diagnostic des usages se construit à partir d'entretiens semi-dirigés avec les utilisateurs potentiels des outils en cours de conception. Pour caractériser la diversité des usages des outils existants dans nos deux projets de conception, nous avons proposé trois points de vue complémentaires. Le point de vue cognitif caractérise la diversité des façons de représenter le problème agronomique. Le point de vue fonctionnel s'attache à comprendre la diversité des façons dont les outils sont utilisés pour prendre des décisions. Il combine le « pourquoi nous utilisons l'outil » avec le « comment nous produisons des informations fiables et utiles avec lui ». Le point de vue opérationnel permet de prendre en compte les contraintes que les acteurs peuvent rencontrer dans l'utilisation des outils. Ces contraintes peuvent-elles influencer la manière dont l'outil est utilisé de manière compatible avec son domaine de validité, ou non ?

Quelle analyse des données ?

Nous reproduisons ici la façon dont ces trois points de vue ont été utilisés dans les processus de conception de DIAGVAR et d'un outil de décision de traitement contre le *sclérotinia* (Tableau 2) (voir Cerf et al., 2012).

	Décision de traiter contre le sclérotinia	Evaluer les variétés en valorisant les IGE
Point de vue cognitif : diversité des représentations du problème entre concepteurs et utilisateurs	<p>Utilisateurs : Le risque d'une attaque sévère de sclérotinia est évalué en fonction de l'absence de traitement curatif, de la gravité des dommages et du faible coût du fongicide actuel (carbendazime) → La question pour les utilisateurs n'est pas la fréquence d'occurrence d'une attaque sévère mais d'éviter des situations entraînant une telle attaque.</p> <p>Agronomes-concepteurs : les outils ciblent le traitement de sclérotinia et n'incluent pas la possibilité de pathogènes complexes. Le risque est évalué en fonction de la fréquence de survenue d'une crise pour justifier un traitement.</p>	<p>Utilisateurs: ils visent en général à trouver un génotype polyvalent, à une échelle régionale, nationale voire au-delà. Certains visent à trouver un génotype qui renouvelle la gamme de cultivars disponibles (qualité et précocité).</p> <p>Ils traitent les données en comparant les essais par paires : pas d'analyse des données globales à l'échelle du réseau.</p> <p>Agronomes-concepteurs: Ils travaillent à l'échelle d'un réseau pour extraire des informations sur les facteurs limitants. Pour évaluer l'adaptation du génotype à l'environnement, ils tentent d'analyser le GEI au sein du réseau global.</p>
Point de vue fonctionnel : diversité des buts et façons de produire de l'information	<p>Dans le cas du blé, les utilisateurs combinent différents outils pour identifier les années, régions et champs à risque.</p> <p>Pour donner des conseils à l'échelle d'une petite région, les conseillers utilisent les outils conçus pour appuyer les décisions de traitement à l'échelle du terrain. Certains agriculteurs n'utilisent les outils de gestion que lorsqu'ils sont confrontés à des situations inhabituelles.</p>	<p>6 objectifs différents d'évaluation ont été identifiés : l'inscription, la sélection, le développement, la conception de gammes, le référencement et l'évaluation de la qualité technologique.</p> <p>9 types de réseaux d'essais ont été identifiés : Début/Fin de sélection, Inscription, Collecte de références sur les nouveautés de l'entreprise, Développement commercial, Semenciers, Référencement technico-commercial, Référencement technique, Meuniers</p>
Point de vue opérationnel : principales contraintes de l'action	<p>Agriculteurs : En l'absence de traitement curatif, ils doivent traiter avant l'apparition de la maladie. La plupart ne veulent pas passer trop de temps à recueillir de l'information</p> <p>Conseillers : ils travaillent sur un réseau de parcelles (plusieurs dizaines de km²) et ont peu de temps pour rassembler les informations</p>	<p>Tous les acteurs font face à de fortes contraintes organisationnelles pour (1) recueillir des données utiles pour l'interprétation des facteurs limitatifs d'un réseau, (2) traiter les données des essais. Ceci doit être fait dans la période allant de la récolte jusqu'au semis suivant.</p>

Tableau 2: points de vue cognitif, fonctionnel et opérationnel sur les deux processus de conception (Cerf et al., 2012a)

Quels impacts pour la conception ?

Deux grands points d'intérêt du diagnostic des usages ont été soulignés par la comparaison des deux cas d'étude.

Le premier est que le diagnostic des usages aide à concevoir de nouveaux concepts (idées) d'outils, en révélant des façons d'utiliser des outils existants non prévues dans leur conception, ou en identifiant des problèmes des utilisateurs qui modifient le concept original de l'outil en cours de conception. Ainsi, dans le cas de la sclérotinia, les agriculteurs et les conseillers combinent les outils disponibles pour évaluer le risque d'infection au fil du temps, au moyen d'un dispositif assez sophistiqué décrit par Cerf et Meynard (2006). La différence de perception du risque, ainsi que la volonté des concepteurs de favoriser l'agriculture à faibles intrants, ont conduit les concepteurs impliqués dans le projet à envisager la possibilité de coupler un dispositif d'assurance à l'évaluation du niveau d'infestation par le kit pétales, et donc à développer un nouveau concept d'outil pour limiter les traitements fongicides. Dans l'étude de cas sur l'évaluation variétale, les discussions sur la fonctionnalité de l'outil ont mis en lumière un défi

majeur pour ceux qui participent à l'évaluation des nouveaux cultivars : le coût des réseaux. L'outil devait donc faciliter l'optimisation des réseaux. Cela a été permis par le diagnostic des facteurs limitants que réalise l'outil, qui permet d'identifier des sites d'essais redondants.

Le second insiste sur le fait que la reconnaissance de la diversité des points de vue cognitif, fonctionnel et opérationnel favorise les discussions entre participants sur la volonté relative au futur qu'embarque l'outil en cours de conception et sur les modèles d'utilisation et d'utilisateur inscrits dans l'outil. Cela intègre à la conception un travail sur la flexibilité requise dans l'outil pour qu'il produise des informations pertinentes et fiables pour un éventail de contextes et de méthodes de travail. Ainsi, dans le cas de la Sclérotinia, les concepteurs voulaient avant tout un 'outil qui permette de réduire la fréquence des traitements (en conséquence, ils ont essayé de donner la priorité à la réduction des erreurs de type 2 " traiter même si, en fin de compte, cela s'avère inutile "), alors que les agriculteurs voulaient avant tout ne pas avoir la maladie (donnant ainsi la priorité à la réduction des erreurs de type 1, c'est-à-dire " ne pas traiter même s'il aurait été nécessaire de le faire"). Être flexible ici, c'est contourner cette différence tout en gardant l'idée-clé d'éviter les traitements inutiles. Dans le cas de l'évaluation des cultivars de blé d'hiver, la flexibilité tenait surtout à la diversité opérationnelle des futurs utilisateurs : tous ne recueillent pas les mêmes données sur les essais, la précision et la complétude des données est variable selon les contraintes organisationnelles, etc. Les concepteurs ont donc envisagé de compenser l'absence de données mesurées sur les réseaux d'essais en introduisant des données qualitatives obtenues pendant que les évaluateurs visitaient les essais. La flexibilité devait également tenir compte de la diversité fonctionnelle et cognitive des utilisateurs et des concepteurs. En effet, les informations pertinentes et leur précision n'étaient pas la même si l'objectif était d'exclure les pires génotypes ou de classer correctement les variétés testées. Il a fallu également prendre en compte le fait que la plupart des utilisateurs cherchent à identifier des variétés stables sur une gamme d'environnements alors que l'outil a été conçu à l'origine pour identifier les cultivars adaptés à certaines caractéristiques des environnements, ce qui a conduit à revoir la façon de mobiliser les interactions génotype-environnement.

1.3.1.3 Poursuivre la formalisation du diagnostic des usages

Depuis cette première formalisation du diagnostic des usages, plusieurs travaux ont mobilisé cette approche. Elle a notamment été travaillée lors de deux thèses.

Clémence Ravier a conçu une méthode de fertilisation azotée qui repose sur des principes agronomiques fondamentalement différents de ceux autour desquels a été construite la méthode du bilan, méthode dominante de fertilisation en France. Pour ce faire, elle a mobilisé une démarche de diagnostic des usages au début de sa thèse pour élaborer de nouveaux concepts en identifiant les situations problématiques dans lesquelles les outils actuels ne donnent pas satisfaction, en mettant en évidence les caractéristiques spécifiques qui en facilitent l'usage et en identifiant des usages déviants des outils actuels, souvent nés d'une adaptation à des contraintes spécifiques à prendre en compte. Elle a ainsi construit un diagnostic qui décrit la manière dont les acteurs utilisent les outils ou méthodes actuellement disponibles pour alimenter leurs processus décisionnels concernant le raisonnement de la fertilisation azotée. Ces données ont été collectées au moyen d'entretiens et d'une analyse documentaire. Ce diagnostic, qui a été valorisé dans un article (Ravier et al., 2016) a été fondateur pour la suite du processus de conception. Ravier (2017) explique ainsi que le diagnostic a été pensé pour identifier très tôt dans la conception les éléments qui seraient utiles pour déclencher des explorations au-delà des connaissances et solutions classiquement mobilisées.

Elisa Delecourt a travaillé sur la conception d'un outil d'accompagnement au changement dédié aux agriculteurs et intégrant la dimension « travail ». Elle a initié la conception en conduisant un diagnostic des situations d'usage d'outils existants ayant un objectif similaire à ceux qui seraient à concevoir, en l'occurrence des outils de simulation du travail agricole. Elle a analysé leurs usages par des conseillers et des agriculteurs. Elle a ensuite confronté les réponses que procurent ces usages aux questionnements sur le travail qu'exprimaient des agriculteurs s'engageant dans des changements de pratiques, recueillis grâce à l'observation du déroulement de réunions d'agriculteurs en Bretagne et dans le Pays de Caux (Seine-Maritime). Un second volet du diagnostic des situations d'usage a visé à caractériser les informations sur le travail dont les agriculteurs ont besoin pour conduire leur processus de changement de pratiques, via une enquête d'agriculteurs sur leur trajectoire de changement de pratiques. Ce travail de diagnostic a ensuite été mobilisé dans des ateliers de conception menés avec des potentiels utilisateurs des outils à concevoir (Delecourt, 2018).

Ces deux cas viennent enrichir le panel des exemples dont on dispose aujourd'hui sur les méthodes et intérêts à ramener l'usage dans les processus de conception d'outils d'aide à la décision, avec une variété intéressante : diversité de domaines (gestion de l'azote, gestion de maladies, évaluation de variétés, prise en compte du travail pour accompagner le changement de pratiques agricoles), diversité d'avancements (diagnostic pour ouvrir un champ des possibles, diagnostic pour faire évoluer un concept déjà bien avancé), diversité de méthodes de réalisation. Un travail a commencé au sein d'IDEAS pour poursuivre en conséquence la formalisation du diagnostic des usages en mutualisant les apprentissages tirés de chacun de ces cas. Il me semble notamment qu'il faudrait ré-insister sur le rôle du diagnostic à repérer les contradictions de l'activité que l'outil prétend soutenir. Ce sont plus les dimensions de mise à jour des invariants et de la diversité qui ont été mises en avant, notamment dans l'article Cerf et al. (2012). Les contradictions parcourent ces deux dimensions mais l'exemple de la thèse de Clémence Ravier me semble donner des arguments pour construire une réflexion spécifique sur ces contradictions.

1.3.2 Enrichir la conception de l'activité future : mise en usage de prototypes

J'ai travaillé sur une deuxième phase du processus de conception des outils d'aide à la décision : celle où on dispose d'un prototype, une première mise, un premier artefact matériel de l'objet à concevoir. L'enjeu pour moi était alors de travailler la façon de « **continuer la conception dans l'usage** » (Henderson and Kyng, 1991; Béguin and Rabardel, 2000; Béguin and Cerf, 2004).

Le rôle des prototypes dans les démarches de conception fait l'objet de nombreux travaux, on pourra par exemple consulter Camburn et al. (2017) pour une revue historique large des démarches de prototyping en conception. Cette revue parcourt la diversité de plusieurs variables relatives au prototypage: ses objectifs (affiner le développement produit, communiquer, explorer de nouvelles possibilités, soutenir des apprentissages), les moments de son insertion dans le processus de conception et leurs effets relatifs (utilité pour clarifier le projet de la conception très en amont, capacité à soutenir l'idéation ou à provoquer de la fixation selon les cas de mobilisation en amont, fidélité à l'objet final à respecter en fin de processus, test de l'utilisabilité en aval, etc), ses modalités (prototypage itératif ou parallèle), ses méthodes (choix d'échelle, choix de média, raffinement du prototype, approche globale ou par sous-systèmes). Chacun de ses points est alimenté par de la littérature qui outillera les lecteurs intéressés.

J'ai analysé l'utilité d'un prototype dans le processus de conception sous un angle spécifique : celui de donner à voir l'activité future dans laquelle pourrait venir s'insérer les outils en cours de conception dans le but de soutenir des processus de développement. Cet angle est clairement lié aux travaux des

ergonomes de l'activité pour enrichir le processus de conception en permettant aux concepteurs de mieux comprendre le travail de ceux qui utiliseront l'objet conçu. Si le diagnostic des usages vise à enrichir la conception d'une représentation de l'activité actuelle, mon utilisation des prototypes vise à enrichir la conception d'une représentation de l'activité future.

1.3.2.1 Principe

J'ai expliqué plus haut qu'en conception, l'activité qui est l'objet d'intervention de l'ergonome n'existe pas encore. Il faut donc proposer des méthodes d'approche de l'activité future (Daniellou, 2004). Les ergonomes proposent d'y parvenir via un travail de simulation et de scénarisation de l'activité. La simulation, au sens ergonomique, renvoie à différents objectifs (Maline, 1994; Béguin and Weill-Fassina, 1997; Daniellou, 2007). Béguin distingue trois stratégies (Béguin, 2004) : 1) créer une situation pour l'occasion. On transpose certains éléments de la tâche et on demande à l'opérateur de mettre en œuvre une activité qui fera l'objet de l'analyse de l'ergonome à des fins de conception ; 2) faire dire : l'activité est dite plutôt que réalisée grâce à des "*simulations langagières*" (Daniellou, 2004). Cette stratégie est également explorée dans les "*Scenario Based Design*" (Carroll, 1995). Dans cette approche, les scénarii sont écrits pour créer une vision de l'usage futur. Ils doivent être concrets, centrés sur le travail et validés par les usagers ; 3) reproduire l'activité au plus près pour la simuler. Cela passe par la recherche d'un modèle de l'activité qui soit le plus proche de sa réalité.

C'est la première forme de simulation que j'ai retenue pour initier du développement dans une situation de conception. Elle met en scène un problème sur lequel échanger pour faire avancer le processus de conception. Béguin (2006) parle de simulation opérative, qui place le réel de l'activité et non le réalisme des situations au centre. En effet ces simulations placent les utilisateurs dans des situations suffisamment pertinentes pour être à la fois productives (parce que les participants y exécutent une tâche même si elle est simulée) et constructives (parce que les participants apprennent par l'action et l'analyse de l'action). Comme le souligne Pastré, si la situation est fictive, ce qui entraîne que l'activité productive est un simulacre, l'activité constructive est, elle, bien réelle (Pastré, 2005 p. 18). L'activité de simulation autour de l'outil en cours de conception est donc une façon d'initier le développement dans la conception en donnant à voir l'activité future dans laquelle sera mobilisé l'objet en cours de conception.

1.3.2.2 Quelle méthode ?

Comment mettre en scène l'outil en cours de conception dans la simulation ? J'ai représenté dans la Figure 11 le dispositif mis en place dans ma thèse. Le prototype de l'objet en cours de conception a fourni un support à la simulation. Les scénarios de simulation ont été construits à partir du diagnostic des usages afin de mettre en jeu les éléments significatifs de l'activité. Cela suit le concept d'image opérative développée par Ochanine (Ochanine, 1978)¹³ : on déforme la représentation que l'on a d'un objet en

¹³ Pastré (2011) en parle ainsi : « Rappelons en quelques mots l'exemple sur lequel s'est appuyé Ochanine: il compare l'activité de chirurgiens spécialistes de la thyroïde et celle de jeunes médecins non spécialistes. Il leur demande aux uns et aux autres de produire une représentation (dessin ou moulage) de thyroïdes malades. Les jeunes médecins produisent une image exacte de l'objet, alors que les spécialistes produisent une image laconique et déformée: certaines parties sont exagérées alors que d'autres ont pratiquement disparu. En étudiant leurs représentations, Ochanine découvre qu'ils donnent à voir leur démarche de diagnostic: les parties hypertrophiées sont celles qui sont importantes pour leur diagnostic. Ochanine en conclut qu'il y a deux sortes de représentations d'un objet: une image cognitive, qui décrit l'objet dans ses propriétés indépendamment de toute action; et une image opérative, qui représente l'objet en fonction de l'action à effectuer sur lui ».

fonction de l'action à effectuer sur lui. Dans le cas de la conception de DIAGVAR, j'ai utilisé les contradictions caractérisées dans l'activité de travail telle qu'elle existe sans l'outil en cours de conception. J'ai suggéré que les situations de simulations soient construites de façon à rendre visibles pour les acteurs les contradictions de l'activité, permettant de les mettre en débat, suivant en cela Miettinen (2006). Les scénarios de simulation étaient donc construits de façon à mettre en évidence des contradictions. Dans l'exemple DIAGVAR, le diagnostic des usages avait mis en évidence la place centrale de l'outil « réseau d'expérimentation » dans les deux contradictions repérées : 1) la contradiction entre la recherche d'une stabilité des performances et la montée en puissance d'un besoin d'évaluer les variétés sur leur adaptation à des milieux ou des conditions de cultures précis, 2) la contradiction entre les informations recueillies et la volonté de repérer certains facteurs limitants dans les réseaux. La simulation visait alors à discuter l'apport d'une analyse globale à l'échelle du réseau par rapport aux analyses actuelles, en faisant état des transformations qui seraient nécessaires pour les protocoles de recueil de données. Il s'agissait de permettre aux acteurs d'évaluer ce qu'ils gagnent ou perdent à s'engager dans cette voie. Cela s'est traduit par des consignes d'utilisation du prototype autour de bases de données réelles de formes, tailles et qualités variées dans lesquelles les évaluateurs de variété pouvaient piocher pour mimer des réseaux d'expérimentation et voir l'impact de ces réseaux sur les sorties de l'outil.

J'ai également intégré dans la simulation la dimension « *questioning* » du Change Laboratory[®] (voir paragraphe Chapitre 2.1.2.2), en construisant des instances de discussion sur ce qui se passe dans la simulation pour produire de la réflexivité sur l'activité et sortir de l'activité purement productive. Cela s'est manifesté de deux façons : 1) l'organisation de moments de simulation en collectif afin de partager les réflexions, tests, questions, 2) un accent fort mis sur l'importance de « débriefings » dans lesquels l'intervenant questionne les traces de l'activité productive de l'acteur dans la simulation de façon individuelle ou collective pour provoquer la réflexivité.

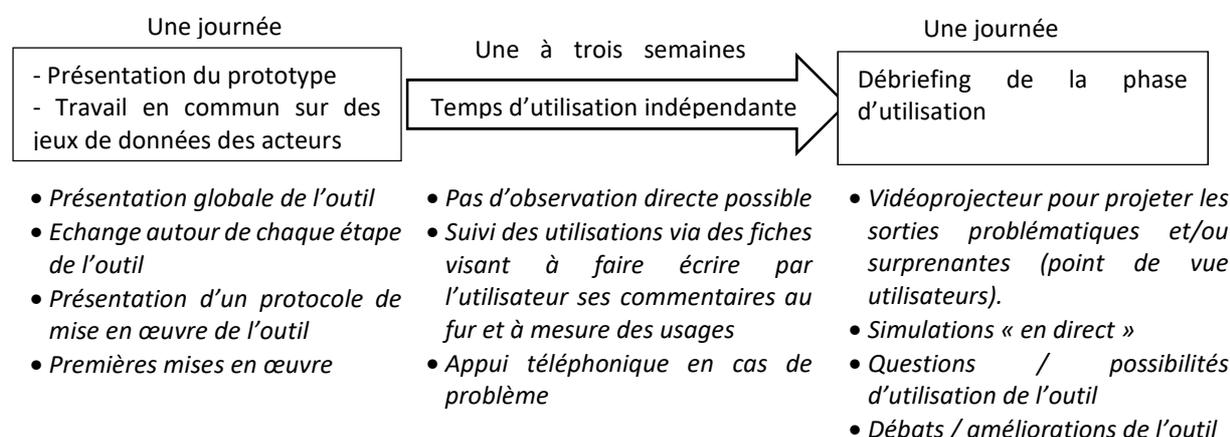


Figure 11: dispositif de travail mis en place autour du prototype de DIAGVAR (Prost, 2008)

1.3.2.3 Quelle analyse des données ?

Dans le cas de l'outil DIAGVAR, les fiches de suivi évoquées dans la Figure 11, trop lourdes, ont été peu remplies. Pour pallier cela, je suis revenue sur les simulations effectuées lors du débriefing et j'en ai refait tourner certaines que les acteurs jugeaient problématiques ou intrigantes ou particulièrement pertinentes. L'ensemble des échanges du 1^{er} et 3^{ème} temps de la phase de simulation ont été enregistrés et retranscrits. Ces transcriptions ont été analysées selon deux axes : 1) identifier les effets de la phase de simulation, 2) identifier les questions sur l'outil formulées par les utilisateurs en les classant selon trois

catégories : les questions relatives à l'interface, celles relatives au modèle agronomique et statistique inscrit dans DIAGVAR, celles relatives à l'activité d'évaluation variétale. Ces questions ont ensuite été travaillées par un groupe de chercheurs agronomes pour identifier des questions de recherche sous-jacentes, les prioriser en fonction de leur importance pour les utilisateurs, leur pertinence dans le champ scientifique et la faisabilité de leur traitement dans un temps de thèse. Là aussi, ces échanges ont été enregistrés et retranscrits.

1.3.2.4 Quels impacts pour la conception ?

L'analyse de la transcription des échanges entre concepteurs et utilisateurs montre différents effets de la simulation :

- Des processus d'explicitation mutuels : les concepteurs ont dû détailler, expliquer, justifier le fonctionnement de l'outil, entrant dans des détails de la boîte noire derrière l'outil. Cela a permis aux acteurs de se familiariser avec les mécanismes fins de DIAGVAR. Inversement, les utilisateurs ont explicité leurs remarques : pourquoi tel résultat leur paraissait aberrant, sur quels critères fondaient-ils leur jugement des résultats, comment leurs pratiques expérimentales expliquaient les résultats... Les participants se sont donc construit un socle commun de compréhension de l'activité d'évaluation dans sa complexité
- Des remises en question via des processus réflexifs: les concepteurs ont vu leurs raisonnements questionnés, ce qui a permis ensuite de relancer la conception de l'outil. Inversement, les utilisateurs se sont projetés dans des changements de leur activité. Les configurations de réseaux ont notamment été débattues, ainsi que la façon d'organiser la collecte des données sur les lieux où il n'y a pas d'expérimentateur constamment. Les utilisateurs ont donc, au cours de ces discussions collectives, questionné certaines de leurs routines et exploré des solutions différant de leurs actions habituelles.

D'autre part, la discussion entre agronomes des questions soulevées lors de la simulation a initié une nouvelle phase de conception. A partir des transcriptions des entretiens de phase 2, plus d'une douzaine de questions scientifiques potentielles ont été définies. Parmi l'ensemble de ces questions, deux ont été traitées : l'une concernant le module maladies de DIAGVAR, l'autre concernant le modèle statistique retenu et sa stabilité vis-à-vis de faibles variations de configurations de réseaux (voir Chapitre 4.2.2.1 pour plus de détails). Le traitement de ces deux questions (Prost and Jeuffroy, 2007; Prost et al., 2008) a entraîné des modifications importantes dans l'outil DIAGVAR.

Du point de vue de l'ergonomie de conception, l'analyse des impacts de la simulation a été l'occasion de travailler sur la façon de prouver des traces de développement dans la conception. J'y reviens dans le paragraphe Chapitre 2.1.3.3.2, p.71.

1.2.1.1 Formaliser une méthode de prototypage à base de simulation opérative : mise en usage de prototypes

Si les principes de la méthode décrite sont formulés de façon générique, la méthode décrite est, elle, très contingente au cas d'étude DIAGVAR sur lequel elle a été construite. Or il y a un réel enjeu à mieux valoriser le rôle que peuvent jouer les prototypages d'OAD agricoles dans les processus de conception, ce qui nécessite de produire des méthodes génériques à ce sujet. Il s'agit de faire valoir que la mise en usage du prototype a un intérêt triple : améliorer le produit de la conception, permettre l'exploration de nouvelles solutions et provoquer des apprentissages. Tenir ces trois objectifs nécessite des

méthodologies particulières. Si on les prend au sérieux, on ne peut se contenter de mettre en circulation un prototype, il faut se donner les moyens de penser leur usage dans des contextes particuliers (les scénarios de simulation opérative) et d'en suivre les effets, ne serait-ce que pour ajuster le produit de conception.

Pour aller vers cette généralité, un premier travail de comparaison de cas a été effectué au sein d'IDEAS, le travail reste à poursuivre (voir Chapitre 5.2.2).

1.3.3 Produire des méthodes d'analyse des processus de conception d'OAD

En cohérence avec les principes de l'ergonomie de privilégier une analyse de l'activité réelle et concrète, j'ai eu l'occasion de contribuer aux travaux de la discipline ergonomique sur la façon de caractériser et d'analyser l'activité de conception d'OAD. Cette contribution s'est faite sur deux plans : la production de méthodes pour analyser le rôle effectif de participants à un processus de conception participative, et l'exploration de méthodes à plusieurs échelles pour parvenir à tracer le développement dans la conception.

1.3.3.1 Analyser le rôle des participants dans des situations de conception ouverte et continue

Ce travail est décrit plus précisément dans Barcellini et al. (2015).

Principe

Si la littérature en ergonomie traite largement des objectifs et méthodes de conception participative (e.g. Broberg et al., 2011), il existe moins d'études sur le contenu des interactions dans les réunions de conception participative (voir néanmoins Darses et al., 2000; Béguin, 2003; Engeström and Toiviainen, 2010), notamment si on prend une définition exigeante de la notion de participation. Si on définit la conception participative comme "*a strong commitment to understanding practice, guided by the recognition that designing the technologies people use in their everyday activities shapes, in crucial ways, how those activities might be done*" (Robertson and Simonsen, 2012), alors les usagers occupent une place très spécifique dans le processus de conception, en tant que co-designers, au-delà de la façon dont ils sont généralement pris en compte dans les réunions de conception même participative (Nelson et al., 2013). On peut alors parler de conception ouverte et continue pour aller au-delà du terme de conception participative. Mais comment les usagers contribuent-ils à la conception ? Quel contenu est partagé entre les usagers et les concepteurs dans de tels processus ? Pour répondre à ces questions, c'est le contenu épistémique des interactions qui doit être le sujet de l'analyse des processus de conception.

C'est dans ce cadre que nous avons construit, avec Flore Barcellini au CRTD du CNAM et Marianne Cerf, un travail d'analyse d'un processus de conception impliquant des agronomes de l'INRA pour concevoir un outil d'aide à l'évaluation de la durabilité des systèmes de culture. L'outil que ces scientifiques ont conçu (MASC®, pour Multi Attribute Sustainability Cropping systems) est un arbre d'évaluation multi-critères, qui décompose l'évaluation de la durabilité en unités plus simples (sécurité environnementale, viabilité économique et équité sociale, généralement reconnues comme les trois piliers de la durabilité). Il agrège ainsi des critères élémentaires pour évaluer le potentiel de durabilité de systèmes de culture (Sadok et al., 2009). L'objectif des concepteurs était de rendre le concept de durabilité plus tangible pour les personnes impliquées dans l'évaluation des systèmes de culture. Ces utilisateurs ciblés sont principalement des scientifiques travaillant sur des systèmes de culture innovants et des conseillers qui accompagnent les agriculteurs dans leurs pratiques agricoles. Le groupe de concepteurs a mis en place

un processus de conception participative pour MASC et nous a demandé de les aider à comprendre cette situation de conception participative. Il s'est donc agi de caractériser les formes réelles de participation dans les réunions de conception.

Méthode

Pour caractériser les formes réelles de participation dans les réunions de conception, nous avons mobilisé les travaux relatifs à l'étude des activités de co-design, analysant la conception comme une activité socio-cognitive par le biais des interactions verbales entre les participants aux réunions. Ces interactions sont considérées comme les traces des activités des participants à ces réunions. Cette approche révèle comment la négociation des différentes perspectives impliquées dans les processus de conception collaborative (Bucciarelli, 1994; Détienne et al., 2005; Baker et al., 2008) contribue à la construction de solutions de conception (leur génération, exploration, comparaison et sélection). Dans ce cadre, notre objectif a été d'étudier le contenu réel des réunions de conception et d'établir si les participants discutent des dimensions opérationnelles de l'outil en cours de conception ou de ses dimensions conceptuelles. En d'autres termes, est-ce que tous les participants (ou quels participants ?) conçoivent l'outil et/ou le concept de durabilité qui est mis en œuvre dans cet outil ? Parmi les méthodologies interactionnistes mobilisant des approches qualitatives à grain fin, nous avons mobilisé la méthode "Analyse des Rôles Effectifs en Conception" (AREC) proposée par Barcellini et al. (2013). Nous avons adapté cette méthode pour caractériser les rôles des participants en fonction du contenu réel de leurs échanges et pour identifier les principaux participants qui favorisent les processus de conception en réalisant des combinaisons spécifiques de rôles (appelées profils).

Dans la méthode AREC, quatre types de rôles sont définis : le rôle interactif (qui renvoie au niveau de participation lors des interactions), le rôle orienté-groupe (qui renvoie à la régulation du groupe), le rôle orienté-tâche (qui renvoie aux échanges relatifs à la tâche de conception), le rôle productif (qui renvoie aux actions sur l'artefact) (voir Tableau 3). Ces rôles avaient été définis pour étudier la participation d'individus interagissant en ligne et non dans un contexte de "face à face". Nous avons donc dû adapter la caractérisation des rôles interactifs et de groupe à un contexte "face à face". De plus, le modèle de tâche original était axé sur la façon dont les solutions de conception sont élaborées en collaboration. Dans le travail sur MASC©, il s'agissait de regarder de quelles dimensions de l'objet les participants discutaient. Nous avons donc fondé notre analyse de la tâche (rôle orienté tâche) sur les thèmes abordés par les participants. Pour y parvenir, nous avons classé les interactions en fonction des "niveaux d'abstraction" des échanges des participants (Rasmussen, 1986; Visser, 2006; Pols, 2012). Ces "niveaux d'abstraction" rendent compte de l'évolution des représentations des artefacts pendant les phases du processus de conception, depuis les représentations plus abstraites jusqu'aux représentations plus physiques et concrètes. Pour l'étude de MASC©, nous avons considéré trois niveaux d'abstraction: un niveau relatif à l'outil en tant qu'objet tangible (niveau opérationnel), un niveau lié aux fins de son utilisation dans une organisation (niveau fonctionnel), et un niveau lié à la philosophie managériale qui est ancrée dans la conception de l'outil (niveau philosophique ou conceptuel) (Labatut et al., 2009). Dans notre étude de cas, le niveau conceptuel est lié au concept de durabilité : la philosophie managériale est reflétée par le choix de représenter la contribution des systèmes de culture à la durabilité au moyen d'un arbre de décision, de critères, de leur pondération, et les règles d'agrégation. Le niveau fonctionnel pertinent pour MASC© est celui de l'évaluation des systèmes de culture qui doit être clarifiée. Et le niveau opérationnel est le niveau où le fonctionnement de MASC© est discuté.

Rôle	interactif	orienté groupe	orienté tâche	productif
Objectifs	Saisir le niveau de participation d'un participant et sa position dans les échanges lors des discussions de conception	Caractériser la participation à coordonner le groupe : -coordination des activités (p. ex. répartition des tâches) -régulation des interactions	Saisir la participation à la tâche considérée	Caractériser les actions directes sur l'artefact en cours de conception
Descripteurs	Nombre de contributions dans la discussion	Position dans les interactions (ouverture ou fermeture d'un tour de parole)	- Dans Barcellini et al. (2013), le modèle de tâche est celui des activités de conception collaborative (génération, clarification, évaluation de solutions). - Dans notre étude : thèmes groupés en niveaux d'abstraction et nb de contributions de chaque participant par niveau	Nombre de modifications de l'artefact

Tableau 3: descriptif des rôles effectifs en conception (Barcellini et al., 2015)

La notion de profil (Tableau 4) agrège ces quatre rôles pour saisir la variété des rôles joués par les participants dans différentes situations. Ils ont été discutés au regard de formes de participation présentées comme essentielles à la performance de la conception de logiciels : champions, acteurs d'interface (boundary spanners), leaders et super-experts.

Profils	Champions	Acteurs d'interface	Leader du projet	Super experts
	<i>Rôle interactif:</i> position spécifique dans les discussions (début et/ou fin) <i>Rôle orienté tâche :</i> contribution significative <i>Rôle productif :</i> contribution significative	<i>Rôle interactif :</i> Participation croisée à différents niveaux d'abstraction Position centrale dans les interactions <i>Rôle orienté tâche:</i> Transfert des connaissances entre participants, soutien aux champions. Super-experts potentiels selon le problème abordé	<i>Rôle interactif:</i> Ouvre ou ferme les tours de paroles. <i>Rôle orienté groupe :</i> Coordination des discussions entre les points spécifiques abordés et l'objet en cours de conception global. Prise de décision Régulation des discussions et de la prise de décision	<i>Rôle interactif:</i> participation forte aux échanges <i>Rôle orienté groupe :</i> soutien fort aux autres participants <i>Rôle orienté tâche:</i> intégration des connaissances de divers domaines, en particulier dans les domaines de la conception et de l'application

Tableau 4: Définition des profils de conception (Barcellini et al., 2015)

Cette méthode a été appliquée à l'analyse de transcriptions de plusieurs réunions de conception réparties sur une année et impliquant soit le cercle des concepteurs soit le cercle des concepteurs plus un cercle d'utilisateurs (voir Barcellini et al., 2015 pour plus de détails)

Quelle analyse des données ?

Le contenu des réunions de conception a été divisé en 137 séquences thématiques (709 minutes) définies en fonction des différents thèmes abordés par les participants. Pour chaque séquence, nous avons noté qui a introduit les thèmes, qui a successivement pris part à la discussion, le nombre de tours de parole de chaque participant, la durée de la séquence et les thèmes abordés par rapport au niveau d'abstraction. Ce traitement a permis de caractériser les rôles des participants comme expliqué ci-dessus. Les profils ont été construits en agrégeant les rôles spécifiques des participants (chaque membre du groupe MASC©

et les "utilisateurs") par rapport aux activités des autres participants aux réunions. L'intensité des rôles a été caractérisée comme « élevée », « moyenne », « faible » en comparant la valeur des participants à différents quartiles ou en analysant les taux de liaison.

Quels résultats par rapport à la compréhension des processus de conception ?

L'analyse faite sur les réunions de conception a produit un certain nombre de résultats : sur le niveau d'abstraction de l'objet sur lequel les participants discutaient selon les réunions et dans le temps, sur la distribution des rôles dans les réunions et la façon dont cette distribution évolue en présence des utilisateurs, sur l'identification des 5 profils de participants, sur la proposition d'une méthode d'analyse des activités effectives dans les processus de conception participative, sur des recommandations quant à la suite du processus de conception et sur la façon dont ce genre d'analyse peut alimenter la réflexivité des concepteurs lorsqu'elle est discutée avec eux, comme ce fut le cas dans ce travail.

Sans chercher à les discuter tous ici (voir Barcellini et al., 2015 pour plus de détails), j'insisterai surtout sur l'importance des discussions sur le niveau conceptuel de l'outil MASC© dans les réunions observées et ce, que ce soit par les concepteurs ou les utilisateurs. Ces derniers ont en effet très largement contribué aux échanges sur ce niveau conceptuel, bien davantage que sur le niveau opérationnel où leur contribution était davantage attendue par les concepteurs. Au travers de la conception de l'outil, c'est la notion de durabilité qui est conçue par les participants, du moins une acception de cette notion qui prend du sens dans leur activité. En mettant en place un processus de conception incluant les utilisateurs potentiels, les agronomes-concepteurs créent une situation qui permet aux utilisateurs et aux concepteurs de concevoir en collaboration le concept de " durabilité des systèmes agricoles " en même temps qu'ils créent l'outil. Cela permet aux participants de discuter de la question de savoir si la contribution des systèmes de culture à la durabilité doit être prise en compte et comment. Discuter du concept ici signifie que les participants aux réunions (utilisateurs et concepteurs) sont autorisés à définir des orientations pour l'avenir, c'est-à-dire à renforcer le côté politique d'une conception ouverte et continue.

1.3.3.2 Etudier les traces de développement

Comme mentionné plus haut, une large part des ergonomes de l'activité (via la caractérisation des genèses instrumentales) et les tenants de la CHAT (voir le Change laboratory®) défendent l'idée que la conception est développementale mais on trouve peu de travaux qui s'attachent à l'illustrer strictement. En cause la complexité du concept de développement et des façons de le tracer dans des processus de conception (voir aussi Gagneur, 2010). Si je retiens l'idée que le développement dans la conception recouvre deux dimensions (le développement de l'artefact et le développement des activités des acteurs de la conception), la première dimension ne pose pas de difficulté. La conception vise à faire émerger un artefact dans le monde réel, on peut donc affirmer qu'il y a « développement » de cet artefact. Le concept de développement est ici pris dans un sens relativement neutre. En revanche, l'idée de développement des activités est plus complexe. Première complexité, celle de définir les acteurs ciblés. Par développement de l'activité, on entend souvent celle des utilisateurs potentiels de l'objet en cours de conception. Mais parmi ces acteurs, se trouvent aussi les concepteurs. Comment peut-on alors caractériser le développement relatif à leur activité propre ? On dispose de travaux sur les apprentissages en conception, notamment les apprentissages mutuels mais ils sont soit conceptuels, soit mobilisent une étude de cas sans qu'on voie réellement le travail effectué pour caractériser les apprentissages. Et lorsqu'il s'agit de caractériser le développement de l'activité, on manque de propositions

méthodologiques pour y parvenir, alors même qu'une abondance de cadres théoriques sont disponibles (théorie des activités avec instruments, CHAT, théorie du développement professionnel, travaux de didactique professionnelle sur la conceptualisation dans l'action et la double dimension constructive-productive de l'activité, etc).

Au cours de mes travaux j'ai eu l'occasion de produire deux tentatives de caractérisation des traces de développement dans la conception, à deux échelles différentes : celle du système d'activité et celle des interactions langagières lors de réunions de conception.

Caractériser le développement dans la conception grâce au Système d'activité d'Engeström

Cette tentative a été faite sur le travail de conception de l'outil DIAGVAR. J'ai décidé de procéder par entretien auprès des utilisateurs qui avaient été les plus impliquées dans la conception de l'outil. Sept personnes ont été ainsi interviewées. L'entretien démarrait par un rappel du processus poursuivi. Je me suis inspirée des méthodes de Pastré (2005) et de Vermesch (1994) pour choisir la façon de présenter les informations de telle sorte que les acteurs se remémorent le processus, pour définir la façon de les questionner et de les relancer et pour constituer les supports de l'entretien. J'ai ainsi rédigé un résumé chronologique récapitulant les moments d'interactions construits depuis fin 2004 focalisé sur le « faire » du dispositif. La découverte et le commentaire de ce résumé chronologique par l'acteur interviewé permettait d'avoir un retour réflexif sur ce dispositif. L'entretien s'orientait ensuite sur les transformations créées par le processus dans leur activité par des questions directes (Qu'est-ce que ça a changé pour vous ?, dans votre façon de travailler ?, dans votre façon de recueillir et d'analyser les données du réseau ?) en cherchant à chaque fois à faire expliciter le lien, lorsqu'il existait, entre le travail autour de DIAGVAR et les changements évoqués. Ces entretiens ont été enregistrés et retranscrits.

L'analyse des changements ressentis par les acteurs a consisté à répartir les changements évoqués dans le système d'activité tel qu'il est décrit par Engeström (1987). J'ai ainsi repéré de façon systématique ce qui, dans le discours des acteurs, renvoyait à des changements :

- d'instruments utilisés pour accomplir l'activité d'évaluation,
- dans l'objet de cette activité d'évaluation,
- pour le sujet de l'activité, à savoir l'évaluateur de variétés
- dans les règles qui régissent l'activité,
- dans la division du travail,
- dans la communauté liée à l'activité.

Parcourir les entretiens en repérant les éléments relevant de chaque pôle du système d'activité m'a permis de structurer les changements évoqués par les acteurs, en utilisant un cadre pratique et solide. Néanmoins, si le contenu de ces entretiens permet d'accéder à la façon dont les acteurs parlent de ce qui a changé, il ne permet pas d'appréhender ce qui a réellement changé dans l'activité. De plus, dans la plupart des cas, les changements mentionnés par les acteurs ne résultent pas exclusivement du travail autour de DIAGVAR : ils s'inscrivent dans des dynamiques temporelles plus longues. Néanmoins, il a été très intéressant de constater que chacun des pôles du système d'activité tels qu'ils ont été construits par Engeström semblait avoir été impacté par le travail autour de DIAGVAR. J'ai ainsi été en mesure de relever dans le discours des acteurs des changements relatifs à la façon dont les acteurs concevaient leur travail d'évaluation et le rôle de leur expertise, leur façon d'organiser ce travail, des changements relatifs aux instruments de cette activité (changements de systèmes de gestion des données, changements de fonds

générique, nouvelle instrumentation des réseaux), une réorganisation du travail collectif autour de l'évaluation des variétés...

Caractériser le développement via une analyse micro des interactions

Suite à cette première tentative, j'ai tenté d'analyser des traces de développement dans le déroulement de réunions de conception lors de mon séjour au LTCI à Télécom ParisTech avec Françoise Détienne et Michael Baker. Les études qui ont porté sur des études précises des contenus de réunions de conception (analyses conversationnelles) n'ont pas forcément mis en avant la dimension constructive de l'activité mais plutôt des éléments relatifs au fonctionnement des collectifs de conception notamment les processus d'argumentation ou de collaboration (Darses et al., 2000; Détienne and Traverso, 2008; Détienne et al., 2012). J'ai cherché à préciser sur quelles dimensions caractériser du développement.

J'ai réalisé ce travail sur des transcriptions d'une réunion de débriefing organisée lors de la conception de DIAGVAR. L'idée de ce travail était de regarder comment les chercheurs-concepteurs d'une part (en bleu sur la Figure 12) et les utilisateurs-sélectionneurs d'autre part (en rouge) naviguent dans le temps de la réunion (échelle horizontale) entre des registres épistémiques relatifs aux concepts scientifiques (OBJ 1), au modèle conceptuel inscrit dans DIAGVAR (OBJ 2), à l'outil et son utilisation (OBJ 3), et enfin aux objets de l'activité d'évaluation (OBJ 4). Je regardais en dynamique comment un travail à partir d'un outil mène à des questionnements soit sur l'outil soit vers les activités (des concepteurs ici scientifiques et des utilisateurs). J'ai ainsi repris la transcription pour la recouper en unités d'analyse abordant différents registres épistémiques. J'y ai rajouté les grands thèmes abordés dans l'entretien (barres colorées en haut), les tests effectués (cercles noirs) ainsi que le repérage de propositions que j'ai appelées de développement (flèches), c'est-à-dire des propositions qui visaient à faire évoluer les objets épistémiques concernés.

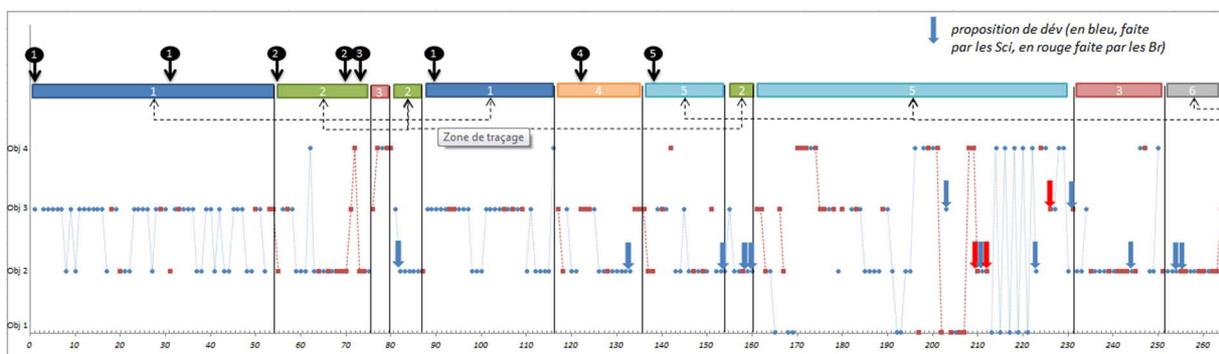


Figure 12: extrait de l'analyse menée sur une réunion de conception DIAGVAR. voir le texte pour une explication

Cette analyse n'est pas terminée à ce jour. Elle se construit dans plusieurs directions ébauchées suite à un premier travail sur les données produites:

- regarder en dynamique quels sont les objets épistémiques de la discussion: les premières analyses laissent penser que plus on avance dans la réunion, moins les participants évoquent les objets épistémiques 2 et 3 (c'est-à-dire DIAGVAR, à la fois dans sa dimension conceptuelle et artefactuelle) et plus ils évoquent les objets 1 et 4 (relatifs à l'activité des scientifiques –les concepts scientifiques- et à l'activité d'évaluation des variétés) J'interprète cette dynamique comme un marqueur de développement potentiel. En effet, via cette progression, les participants abordent des sujets qui sont plus susceptibles d'amener des apprentissages de niveau élevé (pour reprendre par exemple l'idée de niveau d'apprentissage de Bateson) et donc du développement.

- regarder la dynamique par type d'acteurs. J'ai utilisé le terme d'*epistemic ground* pour associer les utilisateurs aux objets 3 et 4, et les concepteurs aux objets 1 et 2. Les concepteurs-chercheurs sont ainsi plus naturellement amenés à s'exprimer sur les concepts scientifiques (OBJ 1) et le modèle inscrit dans l'outil (OBJ 2) et les utilisateurs-sélectionneurs sur l'outil en lui-même (OBJ 3) et leur activité d'évaluation variétale (OBJ 4). Or, au fur et à mesure de la réunion on trouve de plus en plus de « transgression » : les utilisateurs discutent autour des objets 1 et 2 alors que les concepteurs discutent des objets 3 et 4.
- qualifier des séquences qui aboutissent à des propositions de développement. Il s'agirait notamment de mieux qualifier les liens entre les objets épistémiques avec l'hypothèse, née de l'observation des données, que les propositions de développement (les flèches de la Figure 12) découlent d'articulations entre objets épistémiques. Dit autrement, l'exploration successive de plusieurs objets épistémiques autour d'un thème pourrait être clé pour provoquer du développement.

Deux remarques pour conclure sur ces travaux cherchant à tracer le développement. Premièrement je n'ai toujours pas réussi à développer de méthodes constatant l'activité modifiée. Je travaille à partir de discours des opérateurs sur leur activité. D'autre part les méthodes que j'ai expérimentées sont avant tout des méthodes de recherche : elles sont particulièrement lourdes à mettre en œuvre (notamment la seconde), ce qui en limite le champ d'utilisation.

Mon travail sur la conception d'OAD par les chercheurs agronomes a été fortement structuré par deux principes des ergonomes de l'activité : celui de ramener l'usage dans la conception et celui selon lequel la conception se continue dans l'usage. Du fait de ces deux principes, les travaux que j'ai développés ont une dimension participative qui était originale au début de mes travaux de recherche et qui le reste sans doute, étant donné les enjeux que j'associe à la participation, des enjeux relatifs à une articulation forte des processus de conception à l'activité de ceux qui y participent. En effet, s'il existe de nombreux travaux relatifs à la participation dans le monde agricole, notamment dans le champ des recherches dévolues au développement agricole des pays en développement (travaux AR4D : Agricultural Research For Development), les travaux qui cherchent à aller au-delà d'une extraction de connaissances d'acteurs sont, eux, moins nombreux. Ainsi mes travaux ont contribué, avec d'autres, à rendre plus opérationnelles des méthodes de conception participative qu'on pourrait requalifier de conception ouverte et continue, mais également de prendre ces méthodes participatives comme des objets de recherche d'intérêt pour la discipline agronomique.

2 L'agronome, concepteur de systèmes de culture

Comme expliqué dans le Chapitre « Parcours », mon recrutement post thèse se fait sur la thématique de la conception de systèmes de culture. Je change alors d'objet conçu : de la conception d'artefacts et notamment d'outils d'aide à la décision, je passe à la conception de « systèmes de culture ». Pour aborder la conception de cet objet, j'ai travaillé en deux temps. J'ai tout d'abord cherché à transposer ce que j'avais appris de la conception d'OAD à la conception de systèmes de culture en réfléchissant à la façon d'impliquer les agriculteurs et leurs « usages » des systèmes de culture dans un processus de conception proposé par les agronomes chercheurs. Ce faisant, j'ai mieux pris conscience de la nature particulière de l'objet « système de culture » et de son caractère intrinsèquement lié à l'activité de l'agriculteur. Cela m'a conduite à recentrer mon travail sur l'activité de conception des agriculteurs eux-mêmes, activité à laquelle l'agronome chercheur peut contribuer. J'ai choisi de présenter la première série de travaux dans cette deuxième partie du Chapitre 2. Je le termine en expliquant comment j'en suis arrivée à des travaux sur l'agriculteur-concepteur, travaux que je développe dans le Chapitre 3.

2.1 Les méthodes de conception de systèmes de culture en agronomie : quelle place laissée à « l'usage » ?

Je l'ai détaillé dans la partie précédente : les ergonomes donnent une place clé aux problématiques d'usage pour intervenir dans les processus de conception. Quelle place est-elle effectivement donnée à l'usage dans les méthodes de conception de systèmes de culture en agronomie ? Lorsqu'on se penche sur les méthodes mises en avant pour concevoir des systèmes de culture, trois d'entre elles reviennent régulièrement : l'expérimentation (Debaeke et al., 2009), la modélisation (Bergez et al., 2010) et le prototyping (Vereijken, 1997; Lançon et al., 2007), avec une participation possible des acteurs pour chacune. Il pourrait y avoir de nombreuses façons de rendre compte des travaux sur la conception de systèmes de culture, comme en témoignent plusieurs revues de littérature (Debaeke et al., 2009; Le Gal et al., 2011; Martin et al., 2013). Ma proposition, dans ce paragraphe, est de montrer que la méthode de prototyping est devenue un terme générique pour décrire la conception de systèmes de culture en incluant, à des degrés divers, expérimentation et modélisation. Or la place qu'elle donne à l'usage effectif des systèmes des cultures et à ses usagers est faible. Pour l'argumenter, j'examine comment cette méthode a émergé et comment elle a évolué de deux manières principales.

2.1.1 Le tronc commun des travaux de Vereijken et ses collègues de Wageningen.

Les premiers articles scientifiques sur le prototyping en tant que méthode de conception de systèmes agricoles ont été publiés par Vereijken dans les années 1990. Initiée aux Pays-Bas (Vereijken, 1997; Sterk et al., 2007), cette méthode de conception de systèmes intégrés de cultures arables s'est développée grâce à un réseau de recherche européen construit en 1993 (réseau IAFS). Pour pouvoir être utilisée par plusieurs équipes de recherche en Europe, la méthode de prototyping a été formalisée selon cinq étapes: 1) établir une hiérarchie des objectifs (généraux et spécifiques) à atteindre pour les systèmes de production locaux, 2) identifier des indicateurs d'évaluation et des méthodes agricoles alternatives permettant d'atteindre les objectifs, 3) concevoir des prototypes théoriques à partir des méthodes agricoles identifiées précédemment (la démarche initiale mettait particulièrement en avant la rotation multifonctionnelle des cultures), 4) tester le prototype dans des fermes expérimentales ou pilotes, l'améliorer jusqu'à atteinte des objectifs quantifiés, 5) diffuser le prototype via des groupes, des réseaux

régionaux et éventuellement nationaux avec un transfert progressif de la supervision des chercheurs vers les conseillers. Ces cinq étapes, décrites en détail dans le livrable du projet européen lancée en 1993 (Vereijken, 1999) et résumées dans le Tableau 5, sont présentées comme un moyen de "concevoir, tester, améliorer et diffuser des prototypes de systèmes agricoles" (Vereijken, 1997).

Etape	Acteurs impliqués	Outils, méthodes	Séquence concrète d'événements
Hiérarchie d'objectifs	L'équipe "prototyping" (les chercheurs) et un "groupe de fermes pilotes"	Tableau des objectifs généraux et spécifiques à trier.	<ol style="list-style-type: none"> 1. laisser les différentes parties établir leur propre hiérarchie d'objectifs. 2. les différentes hiérarchies doivent être soulignées et examinées de manière critique. 3. une hiérarchie commune d'objectifs doit être négociée et entérinée par un accord de coopération et de soutien mutuel
Paramètres et méthodes	"prototypists", "author's team" = les chercheurs	-liste des objectifs -liste de paramètres -les méthodes et techniques actuelles	<ul style="list-style-type: none"> - les prototypistes identifient un ensemble limité de paramètres multi-objectifs pour s'assurer que les objectifs sont suffisamment consolidés. - ils établissent un ensemble de paramètres spécifiques pour les objectifs insuffisamment intégrés par l'ensemble de paramètres multi-objectifs. - ils identifient un ensemble de méthodes et techniques agricoles, qui comblent les écarts entre objectifs contradictoires et ne nuisent pas aux autres. - des méthodes spécifiques peuvent être établies pour des objectifs spécifiques majeurs mal couverts
Conception des prototypes théoriques	"we" = chercheurs	-prototype théorique: schéma liant les paramètres aux pratiques agricoles -éléments de contexte (p. ex., liste des cultures) -impacts sur les paramètres	<ul style="list-style-type: none"> - établir des liens majeurs et mineurs entre les méthodes et les paramètres qu'elles doivent permettre d'atteindre dans un prototype théorique. - procéder à la conception des pratiques dans leur contexte approprié. Ex : adaptation de la méthode de "rotation multifonctionnelle des cultures" (MCR) en identifiant et caractérisant les cultures potentielles pour sa région ou son exploitation, puis en élaborant une MCR remplissant simultanément un ensemble d'exigences multifonctionnelles.
Essai du prototype à améliorer	Chercheurs + expérimentateurs ou agriculteurs des fermes pilotes	-prototype théorique décliné pour une situation -liste des caractéristiques des fermes	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les trois étapes précédentes avant de passer à cette étape - former un groupe pilote (processus de sélection) - réaliser une variante du prototype pour chaque ferme pilote, en interaction avec l'agriculteur. - essai du prototype nécessitant au moins une rotation complète du prototype sur chaque champ. - comparer les résultats obtenus et souhaités - ajuster le prototype de manière ciblée
Diffusion	Chercheurs, agriculteurs des fermes pilotes, conseillers	-variantes du prototype théorique -les fermes pilotes comme fermes de démonstration	<ul style="list-style-type: none"> - si l'essai a été fait dans des fermes expérimentales, un suivi avec des fermes pilotes sera nécessaire pour élaborer une gamme de variantes du prototype - le groupe initial de fermes peut servir de fermes de démonstration et les agriculteurs peuvent être impliqués dans la formation et l'accompagnement des agriculteurs intéressés. - pour diffuser le prototype dans des cercles plus larges, les services de vulgarisation devraient être formés pour participer et prendre progressivement en charge le projet d'innovation.

Tableau 5: étapes de la démarche de prototyping (à partir de Vereijken et al., 1999)

Dans ces premiers travaux, la méthode de prototyping a donc été caractérisée par les traits suivants: une approche systémique, une réflexion préliminaire importante sur les objectifs donnés aux systèmes agricoles, le rôle de la discussion et de la négociation collective, le rôle central de l'expérimentation par opposition à la modélisation et une participation des agriculteurs. Plusieurs auteurs ont appliqué la

méthode de prototyping sur les systèmes agricoles et les systèmes de culture : Wijnands (1999) avec un accent sur la protection des cultures, Kabourakis (1998, 2000) pour concevoir des systèmes de cultures pérennes, de Haan et Diaz (2002), 2002 sur la production de légumes, Stoorvogel (2004) dans une plantation de bananiers, Lançon et al. (2007) puis Rapidel et al. (2009) pour concevoir des systèmes de gestion du coton innovants. La méthode de prototyping telle que décrite par Vereijken s'est donc diffusée des Pays-Bas à plusieurs pays d'Europe et dans les pays en développement.

Via cette utilisation par d'autres, une réflexion méthodologique sur le prototyping s'est développée. Plusieurs améliorations et changements ont été suggérés et mis en œuvre. Le prototyping a été discuté selon deux points principaux. La première traite de la nécessité d'outiller la conception des prototypes théoriques (3ème étape de la méthode de Vereijken) et la seconde traite de l'aspect social de la méthode, de la participation de personnes en dehors du champ de recherche et du potentiel de diffusion des systèmes conçus. Je développe ces deux branches de discussion dans les sections suivantes.

2.1.2 1^{ère} branche de travaux complémentaires : outiller l'étape de conception

La critique la plus fréquente au sujet du prototyping concerne le faible nombre de propositions de systèmes de culture ou d'élevage finalement produits (Rossing et al., 1997; Ten Berge et al., 2000; Dogliotti et al., 2004; Lançon et al., 2007). Deux étapes du processus l'expliquent. Premièrement, on ne peut pas attendre des chercheurs qu'ils imaginent une centaine de systèmes au cours de l'étape visant à concevoir le prototype (3ème étape dans la description de Vereijken). Deuxièmement, pour Vereijken, le prototype théorique finalement produit par la méthode doit être testé et mis en œuvre. Cette importance accordée à l'expérimentation des prototypes conçus en limite fortement le nombre, pour des raisons évidentes de coûts expérimentaux. Ce processus drastique de choix peut avoir de fortes conséquences: on peut oublier certains systèmes intéressants ou se concentrer sur des systèmes inadéquats pour une partie des agriculteurs intéressés (Dogliotti et al., 2004; TITTONELL et al., 2009).

En conséquence, plusieurs chercheurs ont proposé d'améliorer la méthode de prototyping via des outils capables d'augmenter le nombre de prototypes considérés, en permettant d'imaginer plus de prototypes mais aussi en permettant de mieux les évaluer avant de les tester (évaluation ex-ante). Il s'agissait d'éviter que certaines combinaisons prometteuses soient oubliées en raison de leur complexité ou du manque de connaissances des participants sur certains systèmes (Ten Berge et al., 2000; Bachinger and Zander, 2007), ou que les combinaisons testées soient exclusivement déterminées par l'exploitation agricole considérée et manquent donc de généralisation ou d'extrapolation (Aarts et al., 2000; Ten Berge et al., 2000). Ils ont recouru pour cela à différents outils de modélisation : des modèles conceptuels des systèmes de culture pour fournir aux prototypistes une vision commune du système à concevoir (Rapidel et al., 2006, 2009; Lançon et al., 2007), la programmation linéaire multi objectifs pour identifier les systèmes qui répondent le mieux aux diverses exigences établies dans les deux premières étapes de la méthode de prototyping (Rossing et al., 1997; Ten Berge et al., 2000; Dogliotti et al., 2005), les modèles de simulation à l'échelle de l'exploitation pour simuler la dynamique à court et à long terme des systèmes conçus (TITTONELL et al., 2009) ou pour tester les systèmes dans une diversité de situations agricoles (Blazy et al., 2009), les modèles empiriques statistiques ou basés sur des règles de décision pour permettre une exploration tactique des systèmes de gestion des cultures (e.g. Rossing et al., 1997; Aarts et al., 2000; Bachinger and Zander, 2007; Tixier et al., 2008). Le type de modélisation utilisé dépend finalement beaucoup de l'étape cible dans la démarche de prototyping. S'il s'agit d'enrichir la gamme de prototypes théoriques (3^{ème} étape), ce sont surtout les modèles dynamiques, mécanistes et d'optimisation qui vont

être utilisés. S'il s'agit d'aider à concevoir le prototype testable en exploitation, ce sont surtout les modèles empiriques et basés sur des règles de décision qui vont être mobilisés pour définir les règles de décision et les options tactiques concernant les systèmes. Ainsi, si l'utilisation de modèles pour équiper le prototyping est considérée comme un moyen de renforcer la méthode de prototyping, elle est centrée sur les étapes de conception du processus (3^{ème} et 4^{ème} étapes). Les autres étapes font peu l'objet de soutien par la modélisation. C'est davantage la question de la participation et de la pertinence sociale des sorties de la méthode qui a été travaillée sur ces étapes. C'est la deuxième branche de recherche qui s'est développée à partir de la méthode de Vereijken.

2.1.3 2^{ème} branche : se ré-intéresser à l'implémentation des prototypes et valoriser les interactions avec les acteurs pour améliorer les prototypes et leur diffusion.

Dans son article de 1997, Vereijken écrit "*the methodological prototyping of I/EAFS presented [t]here is still provisionally elaborated considering the interaction with pilot farmers in general and the last step of dissemination in particular*" (Vereijken, 1997). Dans le manuel rédigé en 1999, l'étape de diffusion reste l'étape la moins développée et traite principalement de la nécessité d'articuler l'innovation ascendante (des agriculteurs à la recherche) à une innovation descendante plus traditionnelle (de la recherche au terrain) (Vereijken et al., 1999). Et de fait, le terme de prototyping dans la recherche agronomique est souvent employé pour parler plus strictement de la conception d'un prototype théorique, délaissant la partie (qui était clé pour Vereijken) de mise en expérimentation réelle pour faire évoluer le prototype théorique. En conséquence, le prototyping tel qu'il est développé dans le monde agricole s'éloigne du prototyping tel qu'il est mobilisé dans les domaines de l'industrie et du développement produit (voir Chapitre 2.1.3.2) : on est plus proche de la notion de « *sketch* » que de celle de « *prototype* » (Buxton, 2010 p. 139)... et ce faisant, on s'éloigne de l'usage. J'entends par là que le prototype théorique agricole permet bien moins de ramener l'usage dans la conception que ne le font les prototypes au sens plus classique.

Un certain nombre de travaux vont réaffirmer l'importance de la mise en expérimentation effective. Les travaux de Vereijken ont par exemple une filiation forte avec ceux relatifs aux expérimentations système. Il s'agit de se doter de moyens pour expérimenter des systèmes de culture sur la durée, sans en casser la cohérence systémique, ce que font souvent les expérimentations factorielles (Debaeke et al., 2009). La conception des expérimentations systèmes est ainsi très largement passée par des approches de prototyping et on peut suivre des dynamiques au long cours dans ces expérimentations (Debaeke et al., 2009; Colnenne-David and Doré, 2015; Simon et al., 2017a; Silva and Tchamitchian, 2018). Encore plus radicalement, on a vu se diffuser, au moins en France, la distinction entre *conception de novo* et *conception pas à pas* proposée par Meynard et al. (Meynard et al., 2012). Cette distinction formalise l'idée que les démarches de conception de systèmes agricoles innovants s'organisent en deux grandes familles d'approches : celles qui se centrent sur la détermination du système de culture performant vers lequel tendre et celles qui cherchent avant tout à organiser le processus de changement dans une boucle d'amélioration continue. La labellisation « *conception pas à pas* » permet, à mon sens, de revaloriser le fait de s'intéresser à l'implémentation des systèmes de culture et pas uniquement à leur invention, et de se questionner sur les façons d'organiser une utilisation de ce qui se passe dans l'implémentation pour adapter le processus de conception.

La préoccupation de chercheurs à ne pas s'arrêter à des travaux relatifs à la détermination de systèmes de culture performants transparaît aussi dans les débats relatifs à la façon dont ces systèmes vont se diffuser. Pour Langeveld et al. (2005), la méthode de prototyping est un *"linear pyramid-model for knowledge transfer and exchange [in which] knowledge developed at experimental farms is disseminated via pilot farms to early adopters. The model failed, however, in sufficiently transferring knowledge from pilot farms to other farmers in the sector"*. Oenema et al. (2001) ont également déclaré que si l'on compare les résultats de De Marke [ferme pilote] avec ceux des producteurs laitiers néerlandais, il existe toujours un écart énorme entre ce qui est techniquement faisable et possible et ce que les producteurs laitiers commerciaux réalisent dans la pratique. Ils avaient recommandé de combler cette lacune par un *"intensive coaching and increased interaction between researchers and farmers"* qu'ils ont eux-même testés (Oenema et al., ibid). Sterk et al. (2007) se sont également servis de la comparaison de plusieurs projets de prototyping mettant en présence agriculteurs, chercheurs et conseillers pour conclure que cela ne produisait pas suffisamment de changements dans les pratiques agricoles. Plutôt qu'une question de diffusion, il y a en fait, à mon sens, une question récurrente sur les personnes à impliquer, en particulier ceux qui mettront effectivement en place les prototypes théoriques, en les transformant largement par la même occasion. Cette question a été en partie abordée. Vereijken proposait de concentrer des interactions entre chercheurs et agriculteurs sur les première et quatrième étapes du processus, la phase de conception étant au départ uniquement faite entre chercheurs. Petit à petit, des travaux ont proposé d'impliquer d'autres acteurs, notamment dans la première étape en invitant plus largement les porteurs d'enjeux et les conseillers agricoles, puis en impliquant davantage les agriculteurs eux-mêmes. Cela a donné naissance à toute une série de méthodes revendiquant la participation des acteurs et une filiation aux travaux de prototyping de Vereijken (Stoorvogel et al., 2004; Langeveld et al., 2005; Waithaka et al., 2006; Lançon et al., 2007; Rapidel et al., 2009; Dedieu et al., 2011; Le Bellec et al., 2012; Dogliotti et al., 2014; Lefevre et al., 2014; Husson et al., 2016; Pelzer et al., 2017; Simon et al., 2017a). Reste néanmoins un flou quant aux personnes à impliquer à chaque étape mais aussi quant aux façons de les impliquer (voir ainsi Leeuwis, 1999 chap. 8; Sterk et al., 2007). Le niveau de détails sur la participation des acteurs reste faible et peu de documents expliquent les raisons et les conséquences de cette participation. On ne trouve ainsi pas de travaux, à ma connaissance, qui examinent sérieusement comment les prototypes théoriques sont transformés lorsqu'il s'agit de s'en saisir à l'échelle d'une exploitation agricole pour « faire » et comment de telles transformations auraient pu être intégrées dans la démarche.

2.1.4 Synthèse

En résumé, le terme de "prototyping" ou de prototypage est aujourd'hui un terme employé de façon quasi générique pour décrire les méthodes de conception de systèmes de culture. A ce titre, le prototyping fait partie des grandes méthodes de rationalisation dont les agronomes chercheurs se sont dotés pour penser la conception de systèmes de culture. Ce terme de prototyping décrit finalement le fait de prendre le temps de construire un prototype théorique autour duquel un collectif a défini des objectifs. L'étape de test du prototype théorique sur le terrain n'est plus ressentie comme une obligation : si la plupart des auteurs qui écrivent sur le prototyping mentionnent cette étape comme à faire, elle est pourtant rarement décrite, ce qui passe sous silence la dynamique d'ajustement entre le prototype théorique et son test effectif qui était pourtant particulièrement importante pour les promoteurs initiaux de la méthode de prototyping et qui est au cœur aussi de la façon dont les prototypes sont mobilisés dans les domaines de l'industrie et du développement produit. La méthode étant

finalement assez peu prescriptive car peu décrite dans ses détails, elle laisse beaucoup de place aux ajustements. Elle s'est ainsi largement enrichie par l'utilisation de modèles qui viennent alimenter la phase de génération de prototypes, par un travail d'ajustement des prototypages à une gamme d'indicateurs d'évaluation déployés *ex ante* (avant implémentation) ou *ex post* (au fur et à mesure du test du système de culture) et par l'élargissement du cercle d'acteurs invités à l'une ou l'autre des étapes de la méthode.

Une remarque complémentaire sur la distance qu'a pris le prototyping dans la recherche agronomique par rapport au prototyping en conception industrielle, architecturale, etc. Cette distance est révélatrice, pour moi, d'un manque de prise en compte de l'usage dans la conception. Cela peut s'expliquer en partie par la nature de l'objet à concevoir : un système de culture ne se construit peut-être pas sur le terrain aussi immédiatement que la version 0 d'un artefact matériel. Je reviendrai ainsi dans la partie suivante sur la nature de cet objet et les implications que cela fait porter sur sa conception. Néanmoins cela a justifié à mes yeux de penser ma contribution aux méthodes de conception de systèmes de culture en y injectant ce que j'avais appris de l'ergonomie sur la prise en compte de l'usage dans la conception.

2.2 Appliquer des acquis de la conception d'artefacts à la conception de systèmes de culture

Une première contribution que j'ai faite à la thématique de la conception des systèmes de culture a été d'y injecter des acquis que j'avais pu construire sur la conception d'outils d'aide à la décision. J'en retiens deux : **la nécessité de ramener l'usage dans la conception notamment via l'implication les utilisateurs potentiels dans la conception et la nécessité de continuer la conception dans l'usage.**

J'ai développé ces travaux dans le contexte de le travail fait sur l'aire d'alimentation de captage (AAC) de Briennon sur Armançon avec Raymond Reau (INRA UMR Agronomie), une AAC labellisée « prioritaire » suite au Grenelle de l'environnement. Dans cette AAC, comme les autres AAC « Grenelle », il s'agit de faire évoluer les pratiques agricoles d'un bassin versant alimentant un captage dont la qualité de l'eau est menacée. Compte tenu des objectifs, de la diversité des acteurs concernés, de l'absence de solutions toutes faites et de la complexité des mécanismes hydrogéologiques concernés, ces aires de captage Grenelle nécessitent clairement des processus de conception spécifiques pour faire évoluer les systèmes agricoles locaux en fonction des caractéristiques de l'environnement local et dans le but de garantir un approvisionnement en eau de bonne qualité. C'est du moins le choix de cadrage que nous avons fait : nous atteler à la problématique des AAC Grenelle comme un problème de reconception des systèmes de culture sur le territoire. J'explique dans les deux paragraphes suivants comment nous avons proposé d'impliquer les agriculteurs dans le processus et comment nous avons fait fonctionner l'idée de continuer la conception dans l'usage dans ce contexte de travail.

2.2.1 Une conception qui implique les agriculteurs : des ateliers de conception avec les agriculteurs

2.2.1.1 Contexte

Pour la conception d'artefacts, la ligne directrice de mes travaux visait à ramener l'utilisateur dans la conception. Or l'activité qu'embarque le système de culture est celle de l'agriculteur, globalement et dans toute sa complexité. Le système de culture introduit un découpage dans cette activité mais qui est davantage un découpage spatio-temporel : celui de la parcelle et de la rotation. En revanche, dans cette unité spatio-temporelle, c'est bien l'ensemble du travail de l'agriculteur qui est engagé au travers du

concept de système de culture. Avant d'avancer encore dans ma réflexion pour en arriver au fait de problématiser l'agriculteur comme le principal concepteur de systèmes de culture (ce que je présente dans le Chapitre 3), il m'a donc semblé indispensable, à l'époque où je commence à travailler sur cette thématique, d'impliquer les agriculteurs dans le processus de conception de systèmes de culture en tant que futurs utilisateurs de ces systèmes de culture. Dans le cas d'étude de Briennon, ceux-ci étaient de plus en attente : lors d'un des premiers comités de pilotage à Briennon, les représentants d'agriculteurs ont demandé à avoir la main pour construire un plan d'action dans le territoire. Nous avons donc proposé de les assister en interaction étroite avec Laurette Paravano, conseillère à la chambre d'agriculture de l'Yonne, qui était en charge l'animation du travail sur l'AAC.

2.2.1.2 Principe

A cette époque, Raymond Reau venait de passer plusieurs années à développer la méthode de prototyping proposée par Vereijken pour construire des « ateliers de conception de systèmes de culture innovants » impliquant les acteurs du développement agricole. En témoigne le projet «Systèmes de culture innovants » que Raymond Reau co-pilotait : financé par l'ADAR (Agence de développement agricole et rural) en 2005 et 2006, ce projet étudiait la faisabilité de la mise au point de systèmes de culture innovants pour répondre aux enjeux émergents du développement durable. La conception s'y faisait à dire d'experts : des agronomes de l'INRA, des instituts et centres techniques agricoles (ICTA), des chambres d'agriculture et de deux Agro-transfert. On retrouvait dans ces ateliers les éléments classiques des méthodes de prototypage : partager un diagnostic des pratiques agricoles en place, construire un objectif cible, élaborer un cahier des charges (avec identification de critères à satisfaire), propositions de prototypes théoriques et validation de leur capacité à satisfaire les critères choisis" (Lançon et al., 2008).

Nous souhaitions à cette époque tenter la réalisation d'ateliers de conception de systèmes de culture mais avec des agriculteurs. A ma connaissance, c'est la première tentative de cette sorte, les agriculteurs n'étant au mieux invités qu'à la première et la dernière étape des démarches de prototyping (voir p.75). Au-delà de ce que je savais de l'importance d'impliquer les utilisateurs potentiels dans la conception, plusieurs éléments plaidaient en faveur d'un plus grand investissement des agriculteurs dans le contexte AAC Grenelle que nous rencontrions : 1) le manque d'implication des agriculteurs dans la construction de « plans d'action » censés définir les changements de pratiques à faire advenir dans l'AAC pour reconquérir la qualité de l'eau : ce plan d'action est souvent proposé par le bureau d'études qui a fait les diagnostics sur le terrain, 2) la non-appropriation de l'enjeu de conception par les agriculteurs (qui voient la labellisation de leur territoire comme AAC Grenelle comme une contrainte réglementaire qui s'impose à eux). Remarquons ici qu'ils ne sont pas les seuls à ne pas se reconnaître dans ce projet de territoire : cela vaut pour un grand nombre d'acteurs du COPIL, 3) la complexité des processus agronomiques en jeu lorsqu'il s'agit de comprendre le lien entre pratiques agricoles et qualité de l'eau : sans référence partagée sur ces processus, les agriculteurs –et les autres acteurs du COPIL là aussi – ne sont pas à même de se représenter le problème à résoudre.

Nous avons donc décidé d'adapter le déroulement d'ateliers de conception à une réalisation avec des agriculteurs, en insistant sur deux points : 1) prévoir une phase de partage de connaissances afin d'assurer une certaine synchronisation cognitive entre l'ensemble des participants, 2) trouver des moyens de soutenir la créativité des agriculteurs dans la phase d'exploration des solutions, afin qu'ils ne soient pas limités dans leur réflexion par le contexte de leurs exploitations agricoles respectives, tout en s'assurant que cette exploration prenne aussi du sens par rapport à leur activité effective.

2.2.1.3 Quelle méthode ?

Un groupe de 8 agriculteurs volontaires, représentatifs de la diversité des pratiques agricoles sur l'AAC, s'est proposé pour participer au travail de construction du plan d'action. Un atelier de conception de quatre jours a été organisé avec ce groupe, étalé sur un mois en saison « creuse » pour les agriculteurs (mi-novembre à mi-décembre 2011). Les deux premiers jours ont été consacrés au partage des représentations de la question à résoudre. Il y a eu diverses interactions entre les agriculteurs, l'animatrice et l'équipe de recherche : l'animatrice a présenté son diagnostic des pratiques agricoles actuelles dans la région, des chercheurs et experts ont fourni des informations sur la façon d'évaluer les impacts des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau et sur la dynamique de l'azote dans les champs agricoles, des agriculteurs invités ont apporté leurs témoignages sur des gestions de l'azote innovantes qu'ils avaient testées. Toutes ces présentations et témoignages ont été discutés en profondeur, il s'agissait que les participants partagent une représentation de la problématique de conception : à la fois un diagnostic de la situation actuelle et une représentation fonctionnelle de la problématique à résoudre (ici, autour des dynamiques d'azote dans le sol et des transferts de l'azote dans l'eau).

A l'issue de ces deux journées, les agriculteurs ont élaboré une stratégie de conception et fixé un objectif de conception. En ce qui concerne la stratégie de conception, ils ont décidé de ne pas essayer d'abord de limiter la quantité de fertilisation azotée, mais plutôt de limiter le lessivage de l'azote en hiver. A ce stade du processus, les agriculteurs ont exprimé le sentiment d'avoir déjà une fertilisation bien adaptée à leurs objectifs de rendement et de qualité, calculés selon la méthode du bilan. Sur la base des résultats du diagnostic agronomique et de notre connaissances des lacunes de l'utilisation de la méthode du bilan (Ravier et al., 2016), nous (animatrice et chercheurs) n'étions pas d'accord avec ce constat. Cependant, les agriculteurs ont insisté pour focaliser les actions sur la limitation du lessivage de l'azote en hiver. Nous avons jugé qu'il s'agissait d'une stratégie rationnelle pour obtenir une eau de bonne qualité. En effet, elle était axée sur les résultats et était donc susceptible de contribuer au résultat visé. Outre le fait que la stratégie semblait pouvoir permettre d'atteindre les résultats escomptés, elle était la seule acceptable à l'époque par les agriculteurs. Entrer par la problématique de la fertilisation azotée aurait fragilisé la poursuite du processus de conception. Cette stratégie a donc été finalement retenue et les agriculteurs ont décidé de concevoir des systèmes qui limiteraient la lixiviation hivernale de l'azote en limitant la quantité d'azote minéral du sol au milieu de l'automne. En ce qui concerne l'objectif de conception, ils ont défini collectivement un objectif maximal de $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ d'azote lessivé en moyenne dans la zone. Cet objectif a fait l'objet de nombreux débats. En effet, les agriculteurs cherchaient un indicateur qui serait plus directement lié à leurs pratiques à l'échelle du champ que la concentration de nitrate dans l'eau. La quantité d'azote lessivé en hiver était un candidat intéressant. Le diagnostic initial avait estimé que le lessivage hivernal moyen de l'azote dans le bassin versant était d'environ $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Face à l'impossibilité de lier un niveau de lixiviation de N à une concentration de nitrate dans l'eau sans modèle hydrogéologique - qui n'existait pas dans la région -, il a été décidé collectivement que viser un niveau de $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ d'azote lessivé serait suffisamment ambitieux.

Les deux jours suivants ont été consacrés à la conception des systèmes agricoles qui devaient permettre d'atteindre cet objectif. Plus précisément, le troisième jour, il a été demandé au groupe (divisé en deux sous-groupes, les uns travaillant sur des systèmes de culture avec labour et les autres sans labour) d'imaginer des systèmes de culture « ambitieux » qui permettraient d'atteindre l'objectif. Les propositions devaient être suffisamment détaillées pour pouvoir calculer des indicateurs d'évaluation de la performance de ces systèmes. Les propositions de systèmes de culture ont été évaluées avant le

dernier jour (voir aussi Ravier et al., 2015) pour estimer la quantité de nitrate lessivé dans chaque système. Les agriculteurs ont utilisé ces évaluations pour proposer des systèmes de culture adoptables à court terme et pour sélectionner les pratiques à recommander. Ils ont choisi de traduire ces solutions de conception en un plan d'action axé sur les résultats et visant un objectif maximal de $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ d'azote lessivé en moyenne dans le territoire. Pour atteindre cet objectif, les agriculteurs ont détaillé dans le plan d'action qu'ils devraient limiter la quantité d'azote minéral dans le champ à $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ au milieu de l'automne - une estimation approximative obtenue avec le modèle de Burns (Burns, 1977). Pour obtenir ce résultat, ils devraient faire une utilisation efficace des couverts culturaux dans deux situations : couvrir les sols avant les cultures de printemps et encourager les repousses des cultures de colza et de pois, deux cultures dont on sait qu'elles laissent beaucoup d'azote dans le sol après la récolte. Ils ont par exemple décidé de semer des couverts culturaux tôt pour encourager leur croissance et, juste après la récolte du colza ou des pois, de labourer le sol afin de favoriser des repousses, qu'ils laisseraient sur place pendant au moins 50 jours.

Comme le plan d'action s'adressait à tous les agriculteurs de l'AAC, une réunion a été organisée pour présenter ces engagements à tous les agriculteurs. Les propositions ont été votées à bulletin secret et acceptées à l'unanimité moins une voix (février 2012).

2.2.1.4 Le développement des ateliers de conception avec agriculteurs

Comme dit plus haut, cet atelier a été le tout premier essai, à notre connaissance, de dérouler la méthode de prototyping en impliquant les agriculteurs à toutes les étapes, notamment aux étapes de génération et d'exploration de solutions où ils n'étaient jusque-là pas invités. Cela nous a posé un certain nombre de questions à l'époque, notamment sur la façon d'encourager leur créativité sans qu'ils ne soient trop enfermés par leur contexte réel de travail. Nous avons ainsi beaucoup hésité, échangé et travaillé sur la consigne à donner lors des deux journées d'exploration de solutions : une première consigne les encourageant à imaginer des systèmes de culture ambitieux, en se détachant des contraintes immédiates de leurs exploitations ou en se projetant dans les contraintes d'un autre agriculteur qu'eux-mêmes, puis une seconde consigne leur demandant d'imaginer « ce qu'ils pourraient faire demain ».

Ce travail a été précurseur du développement très massif des ateliers de conception avec agriculteurs. Raymond Reau en a en effet été un défenseur et un porte-parole depuis : il a reproduit ces ateliers avec agriculteurs dans de nombreux contextes, en a encouragé la réalisation par des acteurs du conseil agricole via le RMT Systèmes de culture innovants, a réfléchi à former ces acteurs à la réalisation de ces ateliers et a su tirer parti de la diffusion de ces méthodes pour en tirer des enseignements génériques (voir par exemple Reau et al., 2012). De mon côté, j'ai continué à me concentrer sur le cas de Briennon et j'ai mis moins pris part au développement de cette méthode. J'y reviens aujourd'hui (j'en parle dans le Chapitre 5) pour essayer de montrer à quel point les enjeux, et donc les points d'attention en termes de conception, peuvent aujourd'hui différer, d'un type d'atelier à l'autre. Mais cela a été une belle mise en application du principe hérité de la conception d'OAD d'impliquer les utilisateurs potentiels d'un objet dans sa conception.

2.2.2 Une conception qui se continue dans l'usage : la création du tableau de bord et la démarche de gestion dynamique Transit'Eau

2.2.2.1 Le principe

Nous sommes toujours à Briennon, après la fin des journées d'atelier de conception avec les agriculteurs, après le vote du plan d'action par les agriculteurs. Se posait à ce moment la question de savoir comment continuer et notamment, comment convaincre le COPIL de l'AAC d'adopter ce plan d'action en respectant le raisonnement que les agriculteurs avaient construit derrière. C'était pour moi une opportunité précieuse pour réfléchir à ce qui se passe après la phase d'exploration de solutions dans un processus de conception. En effet, comme je l'ai aussi rappelé dans les éléments bibliographiques (Chapitre 2.2.1, p.75), la très grande majorité des travaux relatifs à la conception de systèmes de culture s'arrêtent à la proposition de solutions. Très peu vont jusqu'à l'implémentation et encore moins se posent la question de savoir comment faire vivre de nouvelles boucles de conception à partir de l'implémentation réelle des systèmes de culture construits. Il y a là, pour moi, un impensé de la recherche agronomique en général à cette époque vis-à-vis des processus de conception. La proposition de Jean-Marc Meynard de différencier conception *de novo* et conception *pas à pas* (Meynard et al., 2012) a contribué à mettre en lumière cet impensé. Mais on n'avait pas encore beaucoup d'exemples à ce moment-là (et trop peu aujourd'hui encore, sans doute) sur la façon de donner à voir et de conduire un processus de conception *pas à pas* qui tirerait parti de l'implémentation de solutions de conception dans le réel. Dit autrement, avec les ateliers de conception impliquant les agriculteurs, nous avons une première proposition sur la façon dont l'agronome chercheur peut contribuer à la conception de novo. En revanche, on ne savait pas comment l'agronome chercheur pouvait soutenir la conception pas-à-pas.

2.2.2.2 Quelle méthode ?

Nous nous sommes inspirés du travail de Girardin et al. (2005) pour proposer de formaliser les engagements conçus par les agriculteurs dans un tableau de bord à l'échelle de l'AAC, qui serait présenté au comité de pilotage. L'idée était que ce tableau de bord représenterait le raisonnement derrière la solution de conception construite par les agriculteurs et fournirait un moyen de suivre sa mise en œuvre chaque année, permettant au comité de pilotage de vérifier et de contribuer au processus de conception à l'échelle du territoire. Ce tableau de bord traduit et incarne ainsi le plan d'action. Il relie les résultats visés (en termes de qualité de l'eau, de lessivage de l'azote et d'azote minéral laissé au champ à l'automne) aux pratiques agricoles choisies pour rendre visible le raisonnement des agriculteurs à la base de leurs propositions. Chaque maillon de cette chaîne causale est accompagné d'un indicateur mesurant une valeur dans la zone (valeur moyenne ou pourcentage de la superficie atteignant le résultat visé). Deux seuils ont été définis pour chaque indicateur afin de définir trois classes de couleurs pour chaque lien. Pour atteindre les résultats visés, il faut atteindre le seuil le plus exigeant pour chaque indicateur. Le deuxième seuil est celui en dessous duquel l'indicateur ne doit pas passer (Figure 13).

Tableau de bord Azote

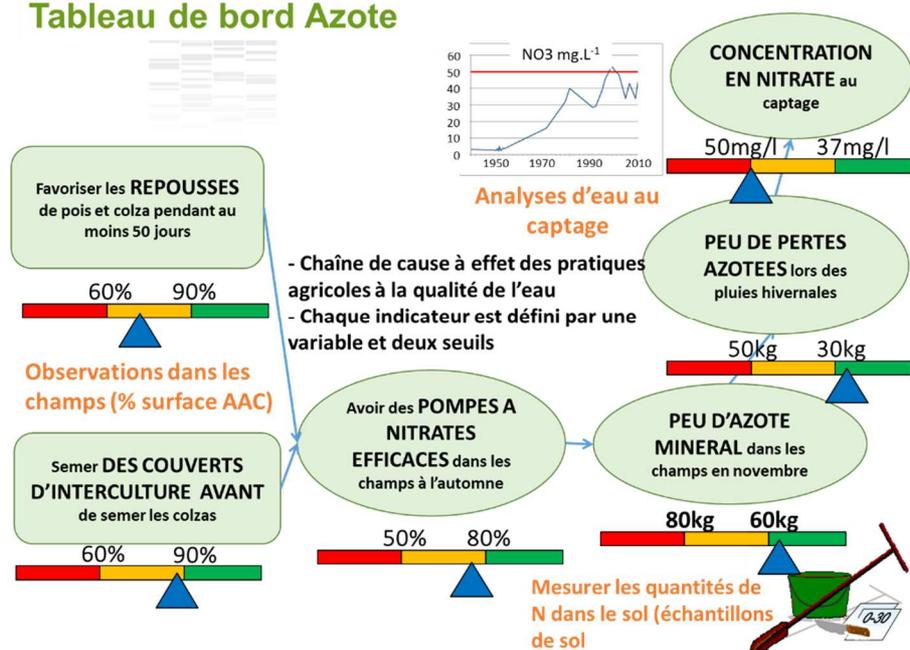


Figure 13 : Le tableau de bord. Nous suivons la chaîne causale qui va des actions des agriculteurs à la qualité de l'eau. Chaque maillon est évalué à l'aide d'un indicateur spécifique (% de superficie pour les liens gauche et milieu, kg.ha⁻¹ pour la teneur en N du sol et le lessivage de N en moyenne sur la superficie, mg.L⁻¹ NO₃ dans l'eau pour la qualité de l'eau). Deux seuils sont définis pour chaque indicateur afin de définir 3 classes de couleurs pour chaque maillon. Par exemple, en ce qui concerne les pompes efficaces, si moins de 50 % de la zone concernée est couverte par des pompes efficaces, le maillon est rouge ; si plus de 80 % de la zone concernée est couverte, le maillon est vert ; pour tout ce qui se trouve entre les deux, le maillon est orange. Le triangle bleu représente la valeur réellement atteinte.

Une fois le principe de suivi et le tableau de bord validés par le COPIL, nous les avons testés une première année, ce qui a été l'occasion de travailler sur le dispositif à mettre en place pour faire vivre ce tableau de bord. Il a d'abord fallu décider quelles données du tableau devaient être collectées. L'idée principale était de limiter les énoncés sur les pratiques et d'utiliser plutôt des données quantifiées ou observables et accessibles à tous. Des données observables ont ainsi été utilisées pour évaluer le rendement des couverts culturaux et des repousses. Par un tour de l'AAC en septembre, l'animateur pouvait évaluer la présence de couverts culturaux ou de repousses et leur efficacité à capter l'azote du sol (densité, croissance). Des données mesurables ont été utilisées pour évaluer la quantité d'azote minéral dans le sol en novembre (début du drainage). Il a été décidé de mesurer la teneur en N minéral du sol avant l'hiver dans un quart des champs du territoire. Au cours de cette première année, nous avons proposé d'organiser une visite des agriculteurs sur le terrain en septembre pour évaluer collectivement l'état des couverts culturaux et des repousses. D'un champ à l'autre, les agriculteurs ont discuté de l'état des cultures (sont-ils réussis ?) et comment ils les ont gérées. Des repousses de colza ont été échantillonnées et pesées afin que les agriculteurs puissent estimer approximativement la quantité d'azote absorbée. Des débats ont suivi sur la question de savoir s'il y avait encore de l'azote minéral disponible sur le terrain ou non, et comment le capter. Les mesures de la teneur en azote du sol avant l'hiver ont également été l'occasion de rencontrer les agriculteurs dans leurs champs et de discuter du plan d'action et de sa mise en œuvre. Lorsque les résultats de l'évaluation de la teneur en N ont été disponibles, ils ont été utilisés pour des réunions en janvier sur la gestion de l'azote : des réunions individuelles pour discuter de chaque situation particulière, puis des réunions collectives pour partager les résultats du collectif sur l'AAC. Un apprentissage supplémentaire a été ensuite nécessaire pour remplir le tableau de bord et trouver des méthodes pour extrapoler les données recueillies à l'ensemble de l'AAC. Le premier tableau de bord

rempli a été présenté au comité de pilotage en juin 2013. A partir de là, nous avons stabilisé un mode de fonctionnement autour de ce tableau de bord qui a permis de suivre l'évolution du processus de conception sur l'AAC. Ainsi, au-delà de l'objet « tableau de bord », c'est toute une démarche de gestion dynamique qui a été organisée, avec le tableau de bord, l'observatoire nécessaire pour le faire vivre, les moments d'interaction avec les agriculteurs autour de l'observatoire et du tableau de bord tout au long de l'année, etc.

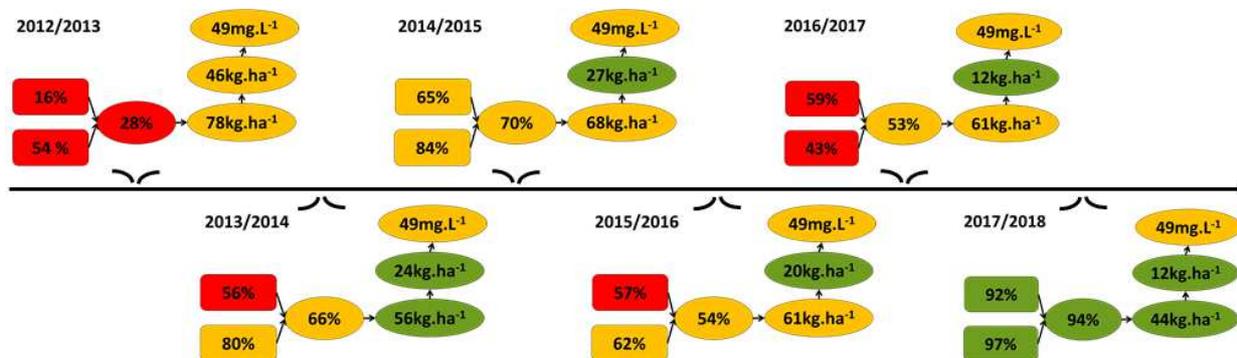


Figure 14: les résultats du tableau de bord année après année. Les couleurs des maillons correspondent à celles définies sur la Figure 13. La valeur exacte atteinte l'année donnée est indiquée dans le maillon. (Prost et al., 2018)

Ce suivi nous a permis de continuer le processus de conception. Si l'on regarde l'évolution année après année des résultats présentés par le tableau de bord (Figure 14), deux ajustements principaux ont été mis en œuvre. Le premier ajustement découle des résultats obtenus année après année sur la moitié gauche du tableau de bord, qui est axée sur les pratiques des agriculteurs. Le deuxième découle des résultats obtenus sur la moitié droite du tableau de bord, qui montre les impacts des pratiques.

La moitié gauche du tableau de bord (Figure 14) montre l'engagement des agriculteurs car il représente leurs propres actions et les changements de leurs pratiques agricoles. Au cours des deux premières années, les résultats montrent que les agriculteurs ont radicalement amélioré le taux de réussite de leurs repousses et des couverts culturaux : à l'automne 2014, 70% des champs après pois et colza, et avant les cultures de printemps, avaient des pompes à nitrate efficaces (28% en 2012, 66% en 2013). Mais en 2015, même si la proportion des couverts culturaux était encore élevée (Figure 14), elle avait diminué : seuls 54 % des champs étaient équipés de pompes à nitrate efficaces, notamment parce que l'été et le début de l'automne avaient été très secs (53 mm entre le 15 juillet et le 30 août en 2015, 152 mm en 2014, 76 en 2013), ce qui avait dissuadé les agriculteurs de mettre beaucoup d'énergie dans leurs couverts. Face à l'affaiblissement de la dynamique collective entre les agriculteurs, certains agriculteurs et le fournisseur d'eau local ont proposé en 2016 de formaliser un contrat entre chaque agriculteur et le fournisseur d'eau afin de renouveler la participation des agriculteurs. Le fournisseur d'eau local utiliserait l'engagement contractuel des agriculteurs comme argument pour convaincre le comité de pilotage et l'administration que l'implication des agriculteurs était réelle et qu'ils étaient capables d'atteindre leur objectif de conception. Son soutien à la dynamique existante serait donc conditionné par une forte proportion de terres agricoles sous contrat. Inversement, cela permettrait au fournisseur d'eau de signaler à l'administration le cas d'un agriculteur qui n'appliquerait pas les pratiques définies dans le tableau de bord (auparavant, seuls les résultats moyens étaient communiqués au comité directeur, qui ne pouvait pas accéder aux données individuelles). Ce contrat a été signé par 30 agriculteurs (83% des terres agricoles de l'AAC).

La moitié droite du tableau de bord formalise le raisonnement qui lie les actions des agriculteurs à l'impact réel sur la qualité de l'eau. Ils avaient choisi de limiter la teneur en azote du sol au milieu de l'automne pour limiter le lessivage de l'azote, puis la concentration de nitrate dans l'eau. Au cours des quatre années, la concentration de nitrates dans l'eau du captage est restée aux alentours de 50 mg L⁻¹ (Figure 14). Les différents acteurs de la zone n'ont pas été surpris par ce résultat, car ils savaient que les eaux souterraines ne réagiraient pas avant au moins 15 ans. En outre, le lessivage de l'azote a été estimé à partir de la teneur en azote du sol par rapport au climat hivernal (précipitations et températures), et l'influence du climat s'est fait sentir au fil des ans. Par exemple, en 2015, même si la teneur en azote minéral du sol au début de l'hiver était élevée (61 kg.ha⁻¹), le lessivage avait été considéré comme faible (27 kg.ha⁻¹) en raison des faibles précipitations d'hiver. Cet indicateur donnait donc des informations importantes sur les résultats à atteindre mais pas sur l'engagement des agriculteurs. Les acteurs ont ainsi appris à considérer à la fois le lessivage réel de l'azote et les données sur la teneur en azote du sol avant l'hiver pour évaluer le succès du plan d'action, c'est-à-dire la pertinence des solutions de conception.

Le suivi de la partie droite du tableau de bord au fil des ans a montré que la teneur en N du sol restait élevée, même lorsque couverts et repousses jouaient efficacement leur rôle de pompe à azote (comme à l'automne 2014 ou 2015). L'analyse des données individuelles sur la teneur en N du sol au fil des ans a montré que cela pouvait s'expliquer par les valeurs élevées de la teneur en N du sol chez les éleveurs et les agriculteurs qui apportaient de l'azote organique sur leurs cultures. Bien que les agriculteurs aient réussi à obtenir des pompes à nitrate efficaces avant l'hiver avec les repousses et couverts culturaux (par exemple, dans un champ, on estimait que les colzas avaient absorbé plus de 70 kg d'azote par ha), il y avait encore trop d'azote minéral dans leurs sols. Nous avons donc suggéré de lancer une nouvelle étude pour voir comment ces agriculteurs pourraient faire évoluer les premières solutions de conception - puis le tableau de bord - : de nouvelles solutions étaient-elles nécessaires ? Comment ces solutions pourraient-elles modifier le tableau de bord, qu'il s'agisse de sa chaîne causale globale, d'un de ses maillons ou de ses indicateurs ?

Pour alimenter ce travail, nous (animateurs et chercheurs) avons utilisé les données recueillies au fil des ans et avons représenté la teneur moyenne en N du sol de chaque ferme au milieu de l'automne, selon la quantité moyenne de N absorbée dans le champ à ce moment-là (par les repousses, les couverts culturaux semés et les nouvelles cultures - notamment le colza qui pousse suffisamment vite pour absorber l'azote dès l'automne). Cette représentation (Figure 15) nous a permis de discuter de différents profils avec les agriculteurs : ceux qui ont atteint l'objectif, soit en réussissant à avoir des pompes à nitrate très efficaces sur leurs champs à l'automne, soit en utilisant des apports faibles en azote dans leurs champs ; ceux qui n'avaient pas encore atteint l'objectif, mais qui pouvaient le faire en suivant le plan d'action actuel et en améliorant leurs couverts culturaux ; ceux qui ne pourraient atteindre cet objectif en améliorant simplement la gestion de leurs couverts culturaux. Pour ce dernier groupe, composé principalement d'éleveurs, les solutions de conception actuelles n'étaient pas suffisantes et leurs systèmes agricoles devaient être repensés pour atteindre l'objectif. Cette analyse a été partagée avec les agriculteurs de la région qui se sont approprié cette analyse. Ils ont apprécié que l'équipe d'animation reconnaisse qu'il y avait différentes façons d'atteindre les objectifs. Cela a conduit les éleveurs à relancer les ateliers de conception depuis 2017 et à concevoir des systèmes de culture et de gestion de l'azote mieux adaptés à leur situation particulière, reconnaissant que les couverts ne seraient pas suffisants pour certains d'entre eux. Plus largement, ces débats ont été l'occasion de soulever à nouveau la question de la fertilisation azotée qui avait été mise de côté par les agriculteurs au début du processus. Avec les données recueillies au fil des ans et leur représentation dans la Figure 15, les agriculteurs ont constaté

que certains d'entre eux avaient encore une certaine marge de manœuvre pour mieux ajuster leur fertilisation.

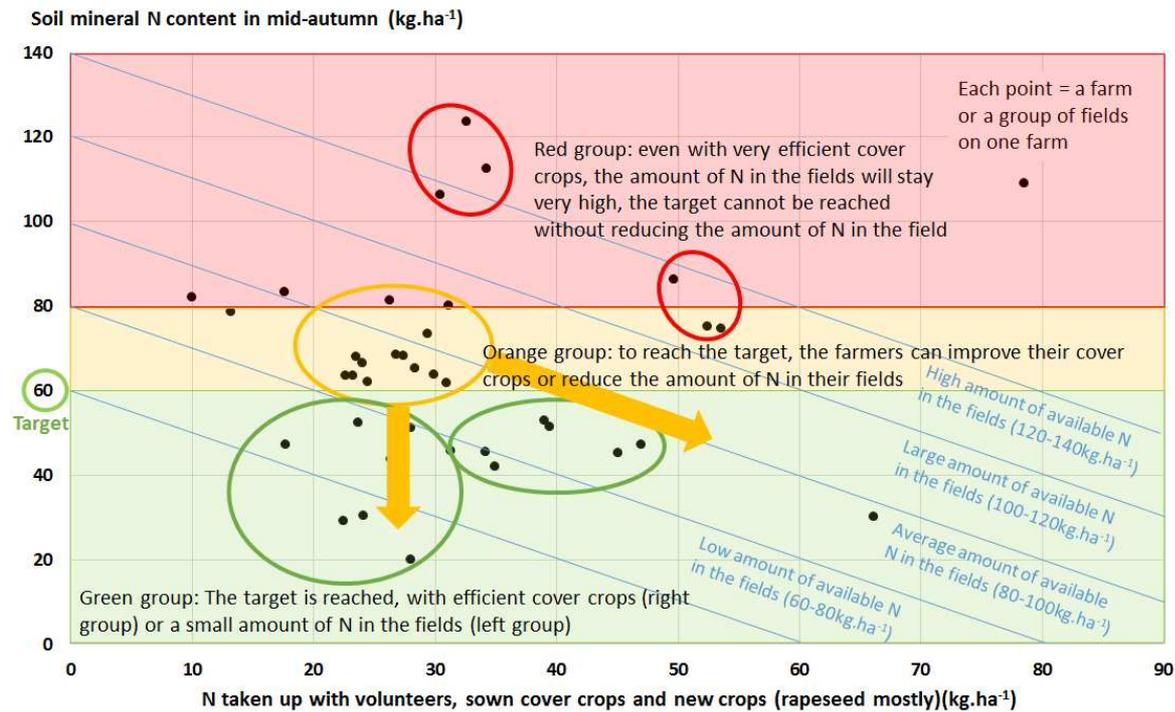


Figure 15 : Teneur moyenne en azote du sol de chaque exploitation à l'automne en fonction de la quantité moyenne de N fixée dans le champ à ce moment-là (par des repousses, des couverts et/ou les nouvelles cultures semées - principalement du colza). Cette représentation trie les agriculteurs en fonction de la quantité moyenne d'azote présente dans leur exploitation, appelée « azote en jeu » (available N sur la figure) (azote minéral + azote absorbé) au fil des ans (Prost et al., 2018)

2.2.2.3 Le développement de l'outil Tableau de bord comme outil de gestion dynamique de processus de conception (démarche Transit'Eau)

J'ai expliqué plus haut comment nous avons dû inventer une méthode d'atelier de conception incluant des agriculteurs à Briennon pour les impliquer dans le processus de conception. Dans la même logique, le développement de l'outil Tableau de bord à Briennon a été une proposition construite « à façon » pour trouver comment alimenter des itérations dans le processus de conception grâce à l'implémentation. Depuis, nous avons cherché à tester la validité de l'outil « tableau de bord » et surtout de la démarche de gestion dynamique dans lequel cet outil s'inscrit, dans d'autres contextes. C'est l'objet du projet EcoSystN où nous pilotons depuis deux ans une tâche dans laquelle Claudine Ferrané (UMR Agronomie) teste et ajuste la démarche de gestion dynamique appuyée par le tableau de bord, appelée Transit'Eau, dans deux autres AAC et la met en débat avec les animateurs d'une vingtaine d'autres AAC encore.

Ce travail est une occasion d'aller vers la proposition d'un outil qui ait les propriétés du tableau de bord que nous avons soulignées mais qui soit plus générique, d'abord à des processus de conception dans les AAC, voire ensuite pour des processus de conception relatifs à d'autres problématiques.

En tout cas, il a constitué une première mise de notre part sur la façon de ramener l'implémentation des systèmes de culture imaginés dans le processus de conception en lui-même, au lieu d'en faire une simple sortie. En cela, il va au-delà de ce que j'avais travaillé sur la conception des OAD. Dans la conception des OAD, j'avais surtout cherché à ramener une activité future dans la conception par des méthodes de simulation. Ici c'est directement cette activité que je commence à ramener dans la conception : pas une activité simulée mais l'activité réelle.

2.3 Le système de culture, un artefact ? en transition vers la suite...

Je l'ai souligné en début de partie précédente (Chapitre 2.2.2, p.80), mes premières propositions relatives à la conception de systèmes de culture ont été directement inspirées par ce que j'avais appris sur la conception d'artefacts, notamment les outils d'aide à la décision : impliquer les utilisateurs dans la conception, continuer la conception dans l'usage. Néanmoins au fur et à mesure de la découverte de la thématique de la conception de systèmes de culture à Brienon, je me suis interrogée sur la pertinence de considérer le système de culture comme un objet équivalent à un artefact. Que cherche-t-on réellement à concevoir lorsque l'on cherche à concevoir des systèmes de culture ?

2.3.1 Histoire du concept

François Papy a écrit deux papiers très riches sur le concept de systèmes de culture et son histoire: l'un¹⁴ pour le site « les mots de l'agronomie » que coordonne Pierre Morlon, l'autre pour la revue Cahiers Agricultures (Papy, 2008). Il y explique que le terme de système de culture apparaît à la fin du XVIIIème siècle au sens de « doctrine théorique » de la conduite technique, souvent pour mettre en valeur des théories nouvelles. On parle alors du système de culture de M. Tull ou du système de culture de M. Duhamel du Monceau pour faire apparaître la cohérence entre une théorie et les innovations pratiques qui en sont déduites. Il retrace ensuite les errances du concept au XIXe et XXe siècle. Le système de culture va être synonyme d'assolement et/ou de rotation dans les travaux de Crud ou Schwerz. Dans ceux de Gasparin, il est synonyme de mode de culture : Papy explique ainsi que l'agriculture biologique, l'agriculture écologiquement intensive, l'agriculture intégrée... pourraient être autant de catégories de système de culture dans cette acception. Puis son côté gestionnaire s'affirme. Pour Heuzé, le système de culture est un objet de gestion à l'échelle de l'exploitation agricole puisqu'il est un ensemble des pratiques de production végétale de l'entreprise agricole. C'est le département Agronomie créé à l'INRA en 1974 qui va reprendre ce concept comme un objet de recherche, dans un groupe de travail dirigé par Michel Sebillotte. Le système de culture est alors vu comme un sous ensemble du système de production, « une suite ordonnée de cultures et d'actes techniques dans laquelle l'agronome décèle une logique et une gestion adaptative en vue d'objectifs » (Papy, les mots de l'agronomie). Le système de culture se définit donc au travers des actions réalisées par l'agriculteur et par rapport à des objectifs et qui renvoie à une forme d'équilibre trouvée dans le temps. Au fil du temps, les agronomes ont adopté une définition plus restreinte du système de culture en retenant que « chaque système de culture se définit par : (i) la nature des cultures et leur ordre de succession dans le temps, (ii) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, y compris le choix des variétés » (Sebillotte, 1990), l'itinéraire technique ayant été lui-même défini comme « combinaison logique et ordonnée de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. » (Sebillotte, 1974). On peut donc définir un système de culture par une rotation et des techniques associées à chaque culture de la rotation. C'est également cette définition qui prédomine à l'international. Il me semble que c'est cette réduction du concept qui a donné prise à l'idée que des agronomes pouvaient concevoir des systèmes de culture. En bornant en effet le concept à une rotation et des actes techniques, on s'approche d'un artefact qu'il est possible de simuler, d'évaluer, de concevoir, ce qui encouragerait à mobiliser un fond théorique et méthodologique proche de celui évoqué dans la partie 1 de ce chapitre (Chapitre 2.1). Mais on peut percevoir assez vite la complexité de ce que cela entraînerait. Ramener l'activité des usagers potentiels dans la conception, ce serait ramener l'activité de l'agriculteur sans être réellement capable de la border. En effet, il ne s'agit

¹⁴ https://lorexplor.istex.fr/Wicri/Europe/France/InraMotsAgro/fr/index.php/Syst%C3%A8me_de_culture

pas d'outiller une décision ou une problématique particulière (évaluer des variétés, traiter contre une maladie, construire sa stratégie de gestion de l'azote), il s'agit de concevoir tout cela plus « *la logique et la gestion adaptative en vue d'objectifs* » qui sous-tendent toutes ces décisions techniques. Ce n'est pas tant un problème d'échelle (outiller une plus large problématique) qu'un problème de nature de l'objet à concevoir. Il me semble qu'on a davantage affaire à un processus de production qu'à un artefact. Quelles en sont les implications ?

2.3.2 Concevoir un processus de production

Pourquoi parler du système de culture comme un processus de production ? D'une part parce qu'il me semble que cela respecte mieux le concept de système de culture. D'autre part parce que cela m'outille pour penser la conception d'un tel objet.

C'est en mobilisant la littérature industrielle qu'on peut construire une compréhension de cette notion de processus de production. Je note ici que j'ai exploré des textes de gestion industrielle de façon très partielle et très orientée par cette idée de mieux cerner l'idée de processus de production et comment on les construit. La littérature (très abondante) mériterait un plus grand investissement pour mieux comprendre l'histoire des idées dans ce champ mais j'espère que la façon dont je rends compte de mes lectures ici n'en sera pas trop faussée. La thèse de Gwenola Bertoluci (Bertoluci, 2001) m'a particulièrement guidée. Les approches « processus » se sont développées pour permettre de penser un travail sur la qualité et la répartition de la valeur lors de la fabrication d'un produit. « *On sait depuis longtemps que de la conception à la mise sur le marché d'un produit, tout au long de la chaîne, il y a, au regard de l'attente du client, foison de gestes inutiles, de répétitions, de matières gâchées, de consommation de ressources sans objet, de temps perdus, de procédures etc., qui pourraient être économisés (...). On sait depuis longtemps que l'on peut produire plus de valeur pour un même coût. Mais cela suppose de travailler au cœur des processus de l'entreprise, là où se forment les coûts inutiles*'' (Jocou et Meyer, 1996, cité par Bertoluci, 2001). Bertoluci définit ainsi les processus de la façon suivante : « *le processus doit donc être considéré comme un ensemble de tâches et d'activités concourant à un résultat donné. Il n'est pas un produit ou un service en tant que tel, ni une simple série d'actions, mais traduit une succession d'opérations. Ces opérations sont reliées entre elles au sein d'une chaîne dont les finalités devraient être connues et communes à tous* » (Bertoluci, 2001 p. 45). On voit la proximité, il me semble, de cette définition avec celle de système de culture : on y retrouve l'idée de logique sous-jacente, d'objectifs et de succession d'action dans le temps.

Quant à la construction de ces processus, la littérature qui en traite est celle de l'ingénierie des processus. Elle s'applique à des domaines variés : on parle d'ingénierie de processus métiers, de processus de développement de produit, de processus de développement des systèmes d'information, de processus de décision... Elle passe par la conceptualisation des flux constituant le processus modélisé et l'identification d'étapes dans le processus qui peuvent être optimisées. Ce qui me semble intéressant, c'est la façon dont ces travaux se posent la question de changer ces processus : ils parlent de réingénierie de ces processus. Au moment où ce terme prend de l'essor (dans les années 1990), il s'agit beaucoup d'utiliser les technologies de l'information modernes pour repenser de façon radicale les processus de l'entreprise et en améliorer drastiquement les performances, ce qui se place à distance des préoccupations agricoles¹⁵. En revanche, comme souligné par Bertoluci (Bertoluci, 2001), cette

¹⁵ Quoiqu'il serait sans doute intéressant de tenter à développer le parallèle en considérant le développement de l'agriculture numérique.

réingénierie peut s'analyser et s'accompagner comme un processus de conception dans lequel on retrouve différentes étapes : analyse et formulation du problème, recherche de solutions, sélection de solutions, implémentation. En prenant un tel point de vue sur la réingénierie, Bertoluci formule des pistes de travail sur ces processus qui me semblent utiles à la conception de systèmes de culture. Par exemple à la suite d'une revue des grands outils de réorganisation des processus en entreprise, elle souligne que « ces méthodes ne permettent pas d'établir un lien entre les objectifs globaux à satisfaire, énoncés au niveau d'un processus transversal, et les contraintes du fonctionnement réel à intégrer. En fonction des membres du groupe de travail et des champs étudiés, on peut caricaturer la situation en définissant que dans certains cas le besoin global est parfaitement connu mais non le fonctionnement réellement employé pour tenter d'y satisfaire. A l'inverse, dans les projets très locaux, le fonctionnement réel d'un processus fonctionnel est parfaitement connu. En revanche, l'importance et le rôle de ses liens avec les autres parties du processus transversal et les objectifs de ce même processus transversal, sont ignorés » (Bertoluci, 2001 p. 74). On voit donc réémerger des préoccupations qui me semblent clé : formuler le « projet » de conception, formaliser une représentation du processus à l'œuvre, éclairer les objectifs poursuivis pour alimenter au mieux la génération de solutions alternatives.

En résumé, un travail sur la nature de l'objet « système de culture » montre que celui-ci peut difficilement être assimilé à un artefact. Il se rapproche plus d'un processus de production que l'agriculteur met au point sur son exploitation agricole. Cela a eu deux conséquences pour moi. D'une part cela change le focus que je portais à la conception. Là où dans la conception d'OAD, je cherchais avant tout à ramener les utilisateurs et les usages dans la conception, je me repenche sur la nature plus globale des processus de conception : leur nature dialogique entre formulation de problème et formulation de solutions et la spécificité de chacun des pôles de ces processus (analyse et formulation de problème, exploration et génération de solutions, sélection des solutions, implémentation etc., voir le paragraphe Chapitre 1.3.2, p.45). Cela me conduit aussi à affirmer un rôle central de l'agriculteur dans la conception de systèmes de culture. Là où je travaillais la conception de systèmes de culture comme un processus piloté par les agronomes dans lequel les agriculteurs devaient être impliqués, je retourne la perspective en proposant de considérer que l'agriculteur est dans une activité de conception, à spécifier, lorsqu'il fait évoluer ses systèmes de culture et que l'agronome chercheur peut être un soutien à cette activité. Cela aide à penser différemment les outils de sa conception. Si la nature du processus reste similaire, avec les grandes étapes et principes déclinés dans les parties précédentes, il convient cependant d'adapter les méthodes proposées à cet objet particulier. J'explique dans la partie suivante comment j'y ai contribué.

Dans cette partie 2 du Chapitre 2, j'ai expliqué comment j'avais tenté de réutiliser les principes acquis à l'occasion de mes travaux sur la conception d'OAD à la conception de systèmes de culture. Grâce au travail de terrain réalisé à Briennon, une aire d'alimentation de captage marquée par une problématique de pollution de l'eau aux nitrates, j'ai ainsi testé des méthodes visant à ramener les agriculteurs dans la conception de systèmes de culture et à me donner les moyens de continuer la conception dans l'usage. Ce faisant, j'ai réalisé la nature très spécifique de l'objet « système de culture », qui est plus proche d'un « processus de production » que d'un « artefact », ce qui m'a conduit à formaliser différemment la problématique de conception de systèmes de culture.

Chapitre 3. L'agriculteur, un concepteur - étudier l'activité de conception des agriculteurs

Mon intérêt pour l'activité des agriculteurs s'est construit à partir de mes travaux sur la conception de systèmes de culture, lorsque j'ai cherché à faire fonctionner la proposition des ergonomes de s'intéresser aussi bien à l'activité de conception des concepteurs qu'à celle des gens pour lesquels on conçoit. S'intéresser à l'activité des gens pour lesquels on conçoit, c'est aussi ce que prônent le Design Thinking ou le UX Design (User Experience). C'est en fait très largement partagé dans les Design studies même si les façons de « s'intéresser à l'activité de ceux pour lesquels on conçoit » peuvent être très variables. C'est pour cela que dès mes premiers travaux sur la conception de systèmes de culture, j'ai ressenti le besoin de qualifier l'activité des agriculteurs autour de l'objet « systèmes de culture ». J'ai expliqué dans la partie Chapitre 2.2.3 (p.89) que cela m'avait mise devant une difficulté, liée à la complexité de l'activité agricole en tant que telle : comment borner l'activité agricole pour en tirer des enseignements pour la conception de systèmes de culture, d'autant qu'il s'agissait de faire changer cette activité puisqu'on proposait de concevoir de nouveaux systèmes de culture ?

Le décalage que j'ai opéré alors a été de regarder le système de culture comme un processus de production conçu par l'agriculteur lui-même. Les changements de pratique des agriculteurs pouvaient alors s'analyser comme des moments où l'agriculteur reconçoit son processus de production. Et ma contribution à la conception de systèmes de culture était alors davantage de savoir comment soutenir la conception par l'agriculteur de son processus de production. Là encore, cela nécessitait de mieux qualifier quelle était l'activité de l'agriculteur. Mais plus l'activité agricole dans son entier : cela m'a amenée à regarder plus spécifiquement l'activité que développe l'agriculteur lorsqu'il doit concevoir son processus de production (c'est ce que j'appelle dans la suite l'activité de conception de l'agriculteur), et la place de cette activité dans le travail des agriculteurs.

Après avoir décrit les éléments de la bibliographie sur lesquelles je pouvais m'appuyer pour penser une activité de conception des agriculteurs, j'explique dans ce chapitre les propositions que j'ai faites pour analyser cette activité puis comment la compréhension de cette activité m'a amenée à analyser et penser la contribution des agronomes à cette activité.

1 État de la bibliographie sur l'activité de l'agriculteur qui fait évoluer ses pratiques

1.1 Les études de l'activité agricole

S'il existe un grand nombre de travaux sur le travail agricole, dans le champ de la sociologie rurale notamment, leur nombre se réduit lorsqu'il s'agit de caractériser l'activité réelle fine des agriculteurs au travail et ses déterminants. C'est auprès de l'ergonomie cognitive française que j'ai choisi de me tourner, sachant l'attachement de ces travaux à la compréhension des activités effectives des travailleurs couplée à une optique d'intervention, sachant aussi que ce sont des travaux qui ont été repris par les agronomes et zootechniciens, sachant enfin que le monde agricole est finalement un grand oublié de la discipline ergonomique. Pour l'anecdote, Sigault faisait en 1977 le constat suivant, en conclusion du colloque « ergonomie et amélioration des conditions de travail en agriculture » : « *l'ergonomie se ressent encore de ses origines militaires. Suivant l'expression de A. Wisner, professeur de physiologie du travail au Conservatoire national des arts et métiers, 60% des recherches en Ergonomie sont consacrés à quelques centaines de cosmonautes et d'aviateurs, 30% à quelques milliers de conducteurs de centrales nucléaires, chimiques ou autres, 8% à quelques centaines de millions de travailleurs industriels et 2% à deux milliards d'agriculteurs* ». Si ces proportions sont sans doute restées assez similaires au cours du temps, ces 2% depuis 40 ans englobent néanmoins un vivier de travaux, qui ont à plusieurs reprises inspiré agronomes et zootechniciens. J'en extrais donc ici une synthèse très partielle, guidée par les travaux qui ont trouvé de l'écho auprès des agronomes et zootechniciens (sachant qu'une synthèse plus large des travaux d'ergonomie sur l'agriculture reste aujourd'hui à produire, à ma connaissance).

1.2 L'agriculteur décideur plutôt que concepteur : le modèle d'action

En ligne avec les travaux sur la cognition dans les années 80, les ergonomes qui vont s'intéresser à l'activité qu'un agriculteur déploie sur son exploitation vont d'abord regarder l'agriculteur comme un planificateur de son action. Des premiers travaux en France ont mis l'accent sur les activités des agriculteurs pour organiser leurs tâches dans le temps, en utilisant le concept de régulation (Cellier and Marquié, 1980) ou de planification (e.g. Valax, 1986) ou pour construire le diagnostic de problèmes apparaissant dans les parcelles (e.g. Bourguine, 1989). Dans cette perspective de recherche, les agriculteurs sont essentiellement vus comme des agents cherchant « *de l'information sur les processus biotechniques ou sur leur environnement socio-économique pour décider quand et comment agir* » (Cerf and Magne, 2007 p. 114). On est donc alors dans une vision *Simonienne* de l'activité de l'agriculteur qui prend les meilleures décisions possibles au regard des informations qu'il est en capacité de rassembler. Le « modèle d'action » (e.g. Sebillotte and Soler, 1988) retranscrit cette vision. Il propose d'organiser le comportement d'un agriculteur autour de trois éléments : 1) un (ou plusieurs) objectif général vers lequel convergent les décisions de l'agriculteur; 2) un programme prévisionnel et des états objectifs intermédiaires qui définissent des points de passage obligés et des moments où l'agriculteur pourra mesurer où il en est de la réalisation de ses objectifs généraux ; 3) un corps de règles qui, en fonction d'un champ des possibles pour l'agriculteur et pour chaque étape du programme, définit la nature des décisions à prendre pour parvenir au déroulement souhaité des opérations et la nature des solutions de rechange à mettre en œuvre si ce déroulement souhaité n'est pas réalisable (Sebillotte et Soler, 1988). Ce faisant, le modèle se rapproche de travaux de gestion (Attonaty and Soler, 1992) visant

à organiser le travail de l'agriculteur dans tout le système de contraintes et prescriptions dans lequel il est pris. Ce modèle permettra la production d'outils de simulation des décisions des agriculteurs permettant de réfléchir l'allocation de ressources à la réalisation de différentes interventions (e.g. Attonaty et al., 1990). Il sera repris dans le domaine des grandes cultures mais aussi dans le domaine de l'élevage, notamment pour faire valoir la cohérence des décisions prises par l'éleveur et raisonner l'organisation entre les activités quotidiennes non reportables appelées d'astreinte (traite, soins aux animaux) et les activités à l'échelle de la campagne annuelle appelées de saison, les unes entrant en concurrence avec les autres (Dedieu et al., 1998; Dedieu and Servière, 1999; Madelrieux et al., 2009).

Mais dès les années 90, des chercheurs vont chercher à revaloriser, dans leurs modèles de l'activité agricole, tous les processus d'ajustement et d'adaptation des agriculteurs (e.g. Brossier et al., 1991). Sans forcément nier l'existence d'un plan, d'un programme, ils montrent que ce plan est constamment éprouvé, notamment par les conditions météorologiques et par le fait de travailler avec du vivant. La conduite que l'agriculteur a de son exploitation en est forcément impactée. S'inspirant des travaux de Rogalsky, les travaux de Cerf vont ainsi proposer de regarder la conduite des cultures qu'effectuent les agriculteurs comme une situation de gestion d'environnements dynamiques (Cerf, 1996a)

1.3 L'agriculteur gestionnaire d'un environnement dynamique

L'idée de regarder les agriculteurs comme des gestionnaires d'environnements dynamiques s'appuie sur les travaux de Rogalski, Samurçay, Hoc ou encore Cellier dans les années 1980-90 sur ces environnements et ce que doivent mettre en œuvre ces opérateurs pour les gérer. Sont qualifiés de dynamiques des environnements qui évoluent avec une dynamique propre (l'environnement est donc susceptible d'évoluer alors même que l'opérateur est inactif) et pour lesquels les actions de l'opérateur interagissent avec cette dynamique. Il s'agit alors pour l'opérateur d'agir pour maintenir des grandeurs physiques entre certaines valeurs limites. Les situations de gestion d'environnements dynamiques ont certaines caractéristiques : un contrôle indirect et décalé dans le temps, une information sur le processus indirectement accessible, des délais de réponse du processus qui peuvent être très longs (Samurçay and Hoc, 1988). On a donc affaire à des situations complexes, incertaines, marquées par des dimensions temporelles fortes (durées, rythmes), qu'on a du mal à caractériser directement et où l'environnement échappe en partie au contrôle de l'opérateur. Cette littérature définit finalement le travail des opérateurs comme celui de personnes confrontées à des processus qu'elles doivent maintenir dans des limites acceptables. On est alors assez proche de la littérature évoquée dans le paragraphe Chapitre 2.2.3 pour analyser l'objet « système de culture » comme un processus de production, si ce n'est que c'est bien l'activité réelle des opérateurs qui a été étudiée côté ergonomie, alors que les approches gestionnaires ont cherché à rationaliser ces processus et à produire une ingénierie pour y parvenir.

Les spécificités des activités cognitives que doit déployer l'opérateur dans ces situations ont été discutées (Samurçay and Rogalski, 1992; Rogalski and Samurçay, 1993; Amalberti and Hoc, 1998). En résumé, ce sont des activités qui comportent beaucoup de raisonnements donc difficiles à observer. Elles s'appuient largement sur des analyses constamment réitérées des situations. Daniellou (1986) définit ces activités comme articulant de la surveillance (identification d'états de fonctionnement), du diagnostic (évaluation de l'état présent par rapport aux attendus), l'anticipation et la prise de décision (choix d'intervention et/ou planification), selon des boucles permanentes. Ces approches vont

être mobilisées du côté des grandes cultures (Cerf, 1996a) mais également du côté de la zootechnie (Cellier and Marquié, 1984). Au fil du temps, c'est plutôt la notion de flexibilité qui va être mise en avant dans les recherches sur le travail en élevage, privilégiant une approche davantage gestionnaire sur les tâches que l'agriculteur se donne à réaliser (Dedieu et al., 2008).

Les travaux sur la gestion des environnements dynamiques et leur transposition en agriculture ont permis de revaloriser les ajustements permanents que font les agriculteurs dans un environnement qu'ils ne peuvent totalement contrôler grâce à de l'observation, des diagnostics, de l'anticipation et de la prise de décision, jonglant entre temps court (les tâches à l'échelle de la journée) et temps long (celui de la réponse des sols ou des organismes vivants aux ajustements faits par l'agriculteur). Ils viennent donc nuancer la vision planificatrice de l'activité des agriculteurs. En revanche, ces travaux se sont focalisés sur deux principaux types de situations de gestion d'environnement dynamique : les situations normales (où les paramètres du processus à gérer évoluent dans l'enveloppe acceptable définie) et les situations perturbées –ou dégradées– (où un au moins des paramètres sort de cette enveloppe acceptable). Cela ne dit rien des situations où l'on souhaiterait faire évoluer la gestion elle-même vers d'autres formes, situations dont se rapproche a priori l'agriculteur engagé dans un changement technique.

1.4 Analyser l'activité de l'agriculteur dans le changement technique

Si les travaux relatés jusqu'ici se sont plutôt attachés à comprendre l'activité des agriculteurs telle qu'elle a lieu dans un « régime » relativement stabilisé, le travail de thèse de Marc Jourdan (Jourdan, 1990) est précurseur sur le sujet du changement plus massif de l'activité de l'agriculteur. Partant du constat que les difficultés économiques des exploitations agricoles poussent les agriculteurs à moderniser leur système de production en y introduisant de nouvelles techniques, il s'interroge sur ce que provoque l'introduction de ces nouvelles techniques sur l'ensemble de l'activité de l'agriculteur : est-ce qu'elle crée un surcroît de travail et/ou des perturbations dans sa maîtrise (technique, économique et sociale) du travail à réaliser sur l'exploitation ? Il va alors proposer de regarder l'activité de l'agriculteur comme couplant une action productive à une action qu'il appelle de « recherche-développement » et qui a pour objet de perfectionner et d'optimiser l'activité productive. L'observation de cette action de recherche-développement lui permettra de caractériser des moments de cette action (construction d'hypothèses d'explication face à un problème à résoudre ou un cas « étrange », vérification, précision, remplacement de ces hypothèses avec un accent sur les différentes formes de raisonnement utilisées : inférence, abduction, analogie...), et des compétences nécessaires à l'agriculteur (savoir trouver une explication plausible à un problème cultural, savoir faire émerger des relations de causalité via des expérimentations, savoir évaluer la réussite de son action au regard de conditions d'acceptation).

Les travaux de Jourdan ont été repris pour l'outillage théorique et méthodologique qu'il avait développé pour étudier l'activité agricole (e.g. Dieumegard et al., 2004; Theureau, 2010) mais le volet relatif à l'activité d'agriculteurs investis dans un processus de changement technique est resté longtemps sans suite. On a vu ci-dessus qu'un certain nombre de travaux ont porté sur l'adaptation constante que les agriculteurs déploient face à leurs situations de travail et des contraintes externes, en mobilisant la notion de flexibilité ou de marges de manœuvre par exemple. Mais ces travaux ont peu traité de situations de changements techniques plus massifs choisis par les agriculteurs. Et, de fait,

lorsque des travaux abordent les questions de changement technique, ils vont majoritairement le faire dans le champ biotechnique, d'un point de vue technique donc (quelles techniques, pour quoi faire, comment) au détriment d'un point de vue plus large sur l'inscription de ces techniques dans l'activité de l'agriculteur et son travail.

Le développement de travaux sur les transitions vers une agriculture plus agroécologique (Lamine and Bellon, 2010; Darnhofer et al., 2010; Chantre, 2011; Cardona, 2012) a relancé les recherches sur l'activité déployée par l'agriculteur en transition. Le travail agricole réapparaît dans ces travaux, que ce soit pour quantifier l'impact des changements sur le travail (Merot and Wery, 2017) ou pour mieux intégrer la composante « travail » dans les outils destinés à soutenir les changements de pratique (Delecourt, 2018). Face aux injonctions de changement auxquelles sont soumis les agriculteurs, d'autres travaux insistent sur le besoin et/ou la volonté qu'ont les agriculteurs de faire évoluer leur travail pour en explorer de nouvelles dimensions (Barbier et al., 2015). Ainsi des travaux proposent de considérer que les agriculteurs remplissent plusieurs fonctions au sein de leur exploitation (Cerf and Sagory, 2004; Béguin and Pueyo, 2011). Ils sont à la fois concepteurs de leurs systèmes de travail, prescripteurs du travail d'autres (associés, salariés stagiaires, membres de la famille), et exécutants des tâches au sein de l'exploitation, autant de fonctions généralement réparties sur différents individus (voire services) dans le monde industriel. Regarder l'agriculteur comme un concepteur permettrait alors de penser autrement l'activité spécifique que déploie un agriculteur qui change ses pratiques. Les quelques travaux qui existent en ergonomie et sociologie sur la façon dont les agriculteurs s'engagent et vivent concrètement des processus de transition professionnelle vers l'agroécologie (Chantre, 2011; Chantre and Cardona, 2014; Coquil, 2014) confirment la pertinence de cet angle « conception ». En effet, ce qu'ils donnent à voir de ces processus montre qu'on retrouve les grandes caractéristiques des activités de conception (Darses et al., 2004). Tout d'abord, ils soulignent le caractère imprécis de l'état final à atteindre (que recouvre la notion d'agroécologie ?), la complexité à caractériser l'état initial (que faut-il modifier dans la situation actuelle pour tendre vers l'agroécologie ?) et la difficulté à définir le cheminement entre les deux (quels sont les leviers disponibles ? Lesquels inventer ? Comment les combiner ?) Les auteurs soulignent ensuite la diversité des cheminements empruntés par les agriculteurs pour préciser l'espace du problème et des solutions, et pour expérimenter des façons de passer de l'un à l'autre, autant de caractéristiques posés par les *wicked problems* de conception (voir Chapitre 1.2.2, p.40).

1.5 L'intérêt de regarder l'agriculteur en train de changer ses pratiques comme un concepteur

Quel intérêt de regarder l'agriculteur comme un concepteur ? et concepteur de quoi ?

Je l'ai évoqué précédemment (voir Chapitre 1.3.2, p.45), on peut considérer qu'un concepteur passe par différents pôles (j'emploie ce terme de pôle pour ne pas donner de connotation chronologique. Le terme d'invariant, souvent employé par les ergonomes, pourrait également convenir) dans le processus de conception : 1) faire émerger une problématique de conception (ce qui inclue à la fois un travail sur la volonté relative au futur et un travail de diagnostic de la situation actuelle), 2) savoir formaliser des solutions de conception (génération et exploration de solutions), 3) savoir articuler un travail sur la problématique de conception et un travail sur les solutions via des processus de tri et via l'utilisation de ce qu'on apprend en implémentant les solutions. Si l'on fait fonctionner ce modèle du

processus de conception pour les agriculteurs, cela permet de renouveler des questions déjà connues ou d'en souligner d'autres, moins connues.

On pourrait considérer que l'idée de « *Faire émerger une problématique de conception* » a été l'objet de nombreux travaux en agronomie sous l'angle de la question « comment un agriculteur diagnostique-t-il un problème cultural ou une situation surprenante ? comment se représente-t-il l'effet de ses pratiques ? ». Néanmoins ces approches « diagnostic » laissent dans l'ombre l'importance de mettre à jour une « volonté relative au futur ». Expliciter cette volonté relative au futur remet le diagnostic en perspective du projet de l'agriculteur, avec l'idée que ce projet est à révéler et à constamment ajuster.

De même, on pourrait considérer que le pôle « *formaliser des solutions de conception* » a déjà été largement exploré par la recherche agronomique. Mais de fait la recherche agronomique s'est principalement penchée sur ce qui lui permettait d'accroître ses propres capacités d'investigation (via la modélisation par exemple). L'inventivité et la créativité des agriculteurs eux-mêmes ont fait l'objet de beaucoup moins de travaux en agronomie. Ainsi, mettre l'accent sur un pôle de *génération et exploration de solutions de conception* dans l'activité d'agriculteurs, c'est se rappeler que l'agriculteur a des capacités à être génératif par lui-même, particulièrement lorsqu'il est engagé dans un changement de pratiques et c'est s'interroger sur ce que l'agronome peut faire pour l'y aider.

Enfin on pourrait penser que l'articulation entre formulation de la problématique de conception et formulation de solutions de conception, (en particulier le tri des solutions de conception) pose juste des mots différents sur la question des indicateurs d'évaluation des agriculteurs. Mais on peut aussi faire l'hypothèse que la formulation « conception » met davantage en lumière et en tension l'articulation entre l'évaluation et la volonté relative au futur de l'agriculteur. De même, *inclure l'implémentation dans l'activité de conception*, c'est s'obliger à penser le couplage entre la tâche effective (Leplat and Hoc, 1983, ce que se donne à faire l'agriculteur) et l'activité (ce qui se fait réellement). C'est se donner les moyens d'analyser comment ce qui se fait réellement vient interagir avec ce que se donne à faire l'agriculteur. C'est finalement se donner les moyens de prendre au sérieux l'idée de conversation avec la situation de Schön (1992) et de s'interroger sur la façon dont l'agronome peut faire vivre cette conversation.

Plus largement, regarder l'agriculteur comme un concepteur, c'est reconnaître à l'agriculteur une légitimité à participer à la construction de son propre projet bien sûr, mais aussi d'un projet pour le futur pour le monde agricole, suivant l'idée de tournant sémantique de Krippendorff. Derrière l'activité de conception il y a la construction d'un sens, politique. Regarder l'agriculteur comme un concepteur, c'est lui redonner, potentiellement, une place dans cette fabrique du monde agricole à venir (Béguin and Pueyo, 2011). Ce qui me semble particulièrement intéressant aussi, c'est l'idée que si les agriculteurs sont des concepteurs, alors ce sont des concepteurs non professionnels. Leur activité de conception est peu reconnue, et encore moins outillée. Il y a donc un vrai enjeu, à mon sens, à intégrer cela lorsqu'on réfléchit à la façon dont les agronomes peuvent soutenir l'activité de conception des agriculteurs. Cela fait écho à des travaux, dans les *design studies*, sur l'apparition de plus en plus massive de concepteurs non professionnels. Manzini (2015, 2016) parle de *diffuse design* pour parler de cette capacité à concevoir sans pour autant être un professionnel de la conception. Il parle de « *the natural human ability to adopt a design approach, which results from the combination of critical sense,*

creativity, and practical sense” et dit qu’elle est de plus en plus visible car nos sociétés la valorisent de plus en plus, via les mouvements d’innovation et de conception ouvertes, de fablabs, living labs, etc. Dans cette littérature, il s’agit de réfléchir à la façon dont des designers professionnels doivent accompagner les non professionnels : que devient leur rôle, quelles compétences sont valorisées, qu’attend-on d’eux ? La question est d’autant plus inspirante si l’on considère que la notion de « designers professionnels » en agronomie renvoie aux agronomes et qu’eux-mêmes sont finalement des designers non professionnels même s’ils ont développé leurs propres méthodes de rationalisation de cette activité (voir Chapitre 2.2, à partir de la p.75).

Quant à savoir ce que l’agriculteur conçoit, la question reste ouverte et y répondre représente un vrai enjeu, à la fois dans le champ de l’agronomie et celui des *design studies*, notamment de l’ergonomie de conception. L’agriculteur conçoit-il des pratiques, un système de production, un processus de production, son travail, son système de travail ? Mon objet de travail depuis mon recrutement, le système de culture, me fournit une première réponse à cette question. Les agronomes, suivant Hill et MacRae (1996), ont tendance à parler de « reconception » par l’agriculteur « de son système de culture », signalant ainsi qu’il s’agit d’un changement technique d’ampleur qui englobe plus que les décisions techniques élémentaires, un changement qui touche au niveau stratégique et pas uniquement aux niveaux tactiques et opérationnels pour emprunter une typologie plus gestionnaire. En effet, avec la notion de système de culture, on embarque « la logique et la gestion adaptative en vue d’objectifs » qui sous-tendent ces décisions techniques. Parler de « conception de systèmes de culture », c’est donc un choix déjà massif, j’ai évoqué dans le chapitre précédent l’idée que le système de culture s’apparentait finalement à un process, un processus de production. Mais est-ce encore assez large ? Peut-on parler de conception d’un système de travail ? Cela fait partie des questions que Marie Chizallet traite dans sa thèse (voir Chapitre 3.2.1.2.2, p.108) mais ces questions n’ont pas forcément de réponses aujourd’hui, si ce n’est pour dire que c’est bien d’autre chose que de la conception d’un artefact dont je traite ici.

2 Comprendre l’activité de conception des agriculteurs

J’ai fait le choix d’analyser l’activité des agriculteurs par le biais d’une activité de conception qu’ils développeraient pour faire évoluer leurs processus de production, afin de me donner des prises pour penser la contribution des agronomes à ces changements. Mais de ce choix découle la nécessité de caractériser cette activité de conception. J’explique dans cette partie que j’ai procédé par diverses tentatives pour avancer sur cette question.

Affirmer l’intérêt de considérer l’existence d’une activité de conception chez les agriculteurs, dirigée vers leur processus de production, renvoie immédiatement au besoin de décrire la réalité de cette activité. C’est une activité inscrite dans un travail agricole dont on a vu plus haut qu’il articule de nombreuses contraintes et spécificités liées à la nature des phénomènes que l’agriculteur gère dans son travail (processus mobilisant du vivant qui évoluent donc indépendamment de l’action de l’agriculteur et qui s’étalent sur de larges empan temporels) et à la diversité de prescriptions techniques, économiques, environnementales et sociétales qu’intègre l’agriculteur pour mener son exploitation, dans un contexte pédoclimatique et matériel précis. C’est aussi une activité imbriquée, entremêlée à toutes les autres qui relèvent de l’activité productive (réalisation du travail cultural), une activité ponctuelle (l’agriculteur n’est sans doute pas constamment en train de reconcevoir ses

pratiques) mais dispersée dans le temps (ses réflexions, expérimentations, décisions s'étalent dans le temps) et une activité largement implicite (il n'a pas forcément un temps dédié à cette activité et n'en a pas forcément conscience).

Toutes ces caractéristiques font que les outils habituels d'analyse de l'activité sont mis en défaut : les observations sont difficiles car l'activité mobilise des raisonnements complexes et est extrêmement dispersée dans le temps. J'ai donc tâtonné pour trouver les moyens de décrire cette activité, en gardant bien à l'idée que mon objectif n'était pas uniquement de produire une compréhension de cette activité de conception, mais également d'en produire une représentation qui me donne ensuite des prises pour penser la contribution des agronomes à cette activité. De façon schématique, les travaux dans les *design studies* privilégient deux échelles pour décrire les activités de conception : celle du raisonnement en s'attachant aux mécanismes cognitifs, ou celle de l'organisation en s'attachant à la nature processuelle de la conception. J'ai travaillé à ces deux échelles en parallèle pour avancer sur la caractérisation de l'activité de conception individuelle des agriculteurs. C'est ce que j'aborde dans le paragraphe 2.1 Mais lors de ces explorations s'est imposé à moi le constat que cette activité de conception comportait une dimension collective à clarifier, j'en rends compte dans le paragraphe 2.2.

2.1 Analyse des activités de conception à l'échelle de l'agriculteur

2.1.1 Analyse des activités cognitives de conception via l'analyse de traces d'échanges dans le forum Agricool

Suite aux travaux construits avec Flore Barcellini et Marianne Cerf autour de l'outil MASC© et de mes échanges avec des chercheurs en psychologie au département SES de Télécom ParisTech, je disposais d'une grille d'analyse des activités cognitives de conception, applicable à de l'analyse de corpus textuels. Le développement des forums d'échanges entre agriculteurs a été une opportunité pour faire fonctionner et d'adapter cette grille sur un corpus textuel écrit par les agriculteurs eux-mêmes dans le cadre de ces forums. Ce travail a été mené de façon exploratoire : il s'agissait surtout de voir si le corpus issu de forum se prêtait à cette analyse et si une première tentative d'analyse dégagait des pistes intéressantes d'analyse à creuser plus finement. Il y avait donc un enjeu à tester une méthode d'analyse qui puisse rendre compte de l'activité de conception dans le corpus. Je reparlerai de ce travail plus loin car il a permis d'ébaucher des travaux sur le caractère collectif de l'activité de conception des agriculteurs et a ouvert vers un focus lié au rôle de l'expérience dans cette activité. Mais je donne ici à voir quelques éléments relatifs à l'analyse de l'activité qui apparaît dans les forums que nous avons fait émerger avec Magali Prost (ergonome, maître de conférence à l'université de Nanterre puis l'université de Bretagne Occidentale) et Marianne Cerf (Prost et al., 2017b).

Le travail a été effectué sur le forum *Agricool*, un des forums les plus anciens (2005) et les plus fréquentés (8000 membres, 900000 messages modérés à l'époque de l'analyse – 2016-) par les agriculteurs. Afin de caractériser les thématiques abordées dans le forum, une analyse globale des fils des discussions a été menée, montrant la très grande abondance de fils d'échanges sur des techniques et pratiques agricoles. Pour mener une analyse qualitative des échanges, nous avons retenu un fil de discussion initié en 2007 et encore actif à l'époque de l'analyse, il comportait alors 509 messages. L'analyse a porté sur un extrait de ce fil, qui représentait un morceau cohérent des échanges soit 195 messages écrits (dont 43 interventions de l'initiateur) par 42 participants différents entre novembre

2007 et janvier 2009 : l'initiateur du fil demande de l'aide, des intervenants dialoguent autour de cette demande et l'initiateur finit par prendre une décision technique dont il rend compte dans le forum.

2.1.1.1 Caractériser l'activité de conception via une analyse des activités cognitives

Pour caractériser l'activité de conception, nous avons mobilisé les travaux qui ont porté sur l'analyse de réunions de conception (Stempfle and Badke-Schaub, 2002; Détienne, 2006) et de processus de conception médiatisés par Internet (Barcellini, 2008). Ces travaux décrivent les échanges à partir d'un certain nombre de processus élémentaires à l'œuvre dans la conception. Ils nous ont permis de construire la grille suivante (Tableau 6) :

Tableau 6: partie de la grille d'analyse utilisée sur le forum et centrée sur l'activité de conception (Prost et al., 2017)

Cat.	Sous-catégories	Définition	Exemple
Activités de conception adaptées de Stempfle et Badke-Schaub (2002)	Diagnostic analyse de la situation	Décrit la situation de l'agriculteur et la problématique de conception	« J'ai environ 65 ha de terres hydromorphes sur les 125 que j'exploite. Le reste, c'est 40 ha de limons argileux sains (un peu superficiels mais ce sont les meilleurs) »
	Identification des objectifs	Formule les objectifs face à la problématique de conception	« objectif = assécher les argiles en profondeur pour les fissurer et y envoyer de la MO [matière organique] pour approfondir le volume de sol exploitable. »
	Proposition de solution	Propose une solution à la problématique de conception	« Une année de jachère/couvert serait-elle envisageable ? avec un mélange très diversifié et très agressif au niveau racinaire, pour pomper un max de flotte et descendre dans les argiles. »
	Évaluation de solution	Justifie, discute, évalue une proposition de solution	« Pour les cultures pérennes, je n'ai pas de possibilités d'en installer puisque la luzerne ne vient pas dans ce type de sol (trop acide) »
	Expression d'une volonté de projection	Exprime l'intention de mettre en œuvre dans la réalité	« Je vais essayer de l'avoine d'hiver l'automne prochain. »

A partir de cette grille, nous avons pu caractériser les différentes activités de conception présentes dans les échanges et leur part respective (Figure 16).

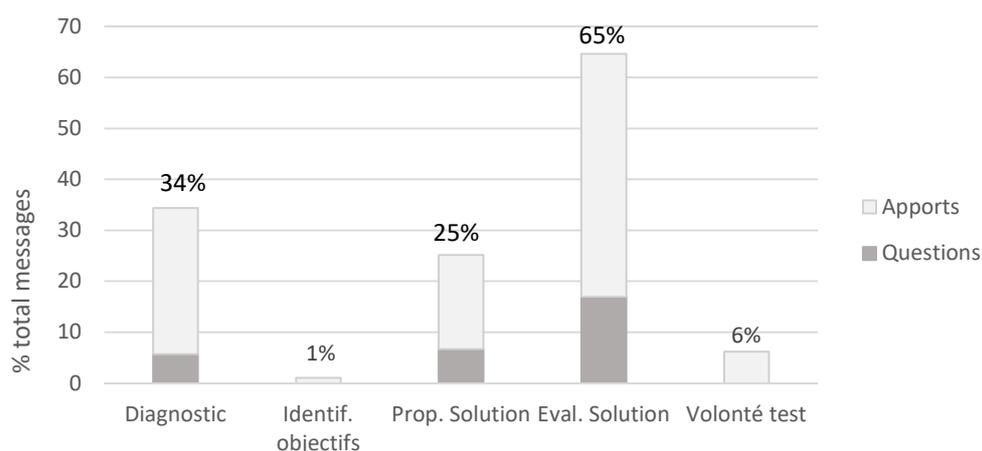


Figure 16: répartition des activités de conception dans l'ensemble du fil, en % (Prost et al., 2017)

Nous avons également fait une analyse diachronique des activités (Figure 17) pour faire émerger 4 phases de conception dans le fil analysé : une phase de définition de l'espace problème et de l'espace des solutions, une phase d'évaluation des solutions à l'aune des connaissances agronomiques, une

phase d'indexation des propositions de solutions aux situations réelles, une phase de l'exploration au test.

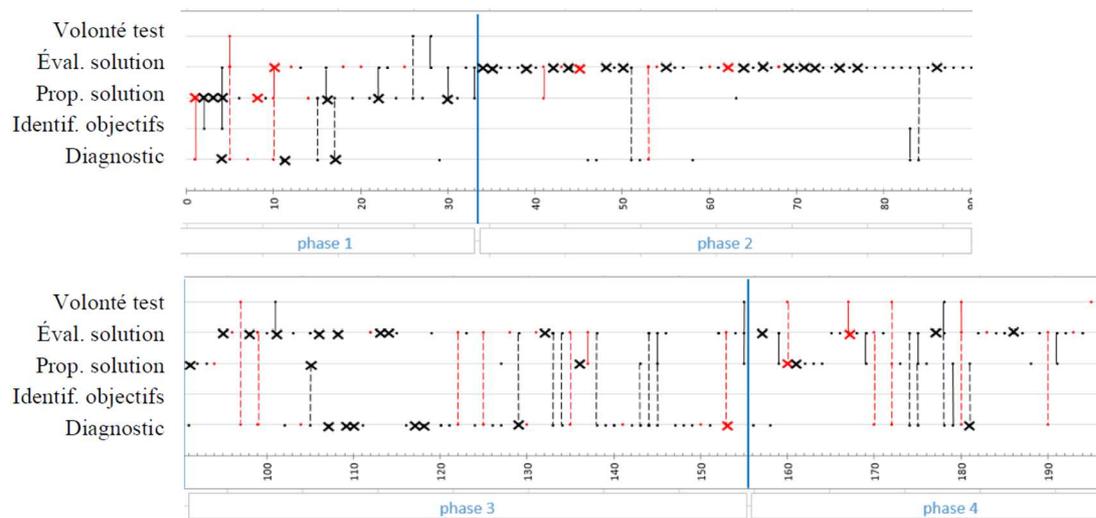


Figure 17: Analyse diachronique des activités de conception mises en œuvre. En abscisse: numéros des segments de message dans le temps. En abscisse, les numéros correspondent aux segments de message qui s'enchaînent dans le temps. En ordonnées, on trouve les codes renvoyant aux activités de conception. En rouge, les interventions de l'initiateur, en noir celles des autres participants. Les croix symbolisent des questions. Les pointillés relient les activités de conception qui se trouvent aux extrémités du trait. Les traits pleins relient l'ensemble des activités de conception qui se trouvent sur le passage du trait. (Prost et al., 2017)

Cette analyse diachronique des échanges faite au prisme des activités de conception a fait émerger trois registres de résultats. Elle a tout d'abord souligné les concordances entre la dynamique de cet échange et une dynamique de conception collective, en particulier au travers de l'importance qui est prise dans l'échange à l'établissement d'un cadre de référence commun. L'analyse a également révélé des originalités de l'activité observée. Le faible poids accordé au débat sur les objectifs peut ainsi soulever des questions : est-ce une spécificité de ce fil particulier où les objectifs seraient clairs et non polémiques pour tous les participants, reflète-t-il une forte homogénéité de pensée et de valeur entre les participants au forum, souligne-t-il au contraire le fait que les agriculteurs n'auraient pas besoin de partager de vision relative au futur puisque chacun est finalement dans son propre processus de conception ? Enfin, l'analyse permet d'étayer des points saillants des processus de conception dans le monde agricole. En alternant analyse de la situation et évaluation des solutions, les phases 3 (indexation des solutions proposées aux situations réelles) et 4 (de l'exploration aux essais) font ainsi écho aux travaux sur la conception dans le monde agricole qui soulignent l'importance de localiser la conception (Prost et al., 2017a) en ramenant les « situations d'usage » (Cerf et al., 2012) dans la conception. L'analyse de la situation est alors un élément clé du processus : les participants doivent se construire une représentation commune de la situation afin d'explorer et de préciser les solutions.

Enfin nous avons analysé le contenu des échanges de façon à mettre l'accent sur la façon dont les agriculteurs, dans le fil, exploraient le problème posé par l'initiateur du fil et des solutions possibles. Pour cela, nous avons suivi les reformulations ou précisions discutées au cours des différentes phases des échanges (Figure 18). Cette représentation a permis de mettre en évidence l'exploration systémique qui est faite par les participants. L'hydromorphie des sols (problème formulé au début des échanges) se dessine progressivement comme un phénomène physico-chimique qui peut être corrigé par une large gamme d'actions agronomiques : mécaniques (travailler le sol pour « l'aérer », drainer

soit par de vrais drains soit en fabriquant des reliefs sur le sol, etc.), chimiques (par ex. corriger l'acidité du sol par des amendements), hydrologiques (par ex. assécher le sol grâce aux racines de plantes performantes pour aller extraire l'eau des sols) ou encore biologiques (par ex. augmenter la teneur en matière organique des sols). Au-delà de ces choix techniques, on voit aussi apparaître d'autres dimensions : réglementation environnementale, problématiques de commercialisation (débouchés, exigences fournisseurs), problématiques de matériel agricole, etc. C'est donc bien tout un système conceptuel, une représentation des dimensions du problème à résoudre, qu'on voit se construire au cours de l'échange, autour du problème initial et ce, tout au long d'un couplage entre « diagnostic/analyse de la situation » et « évaluation de solution ».

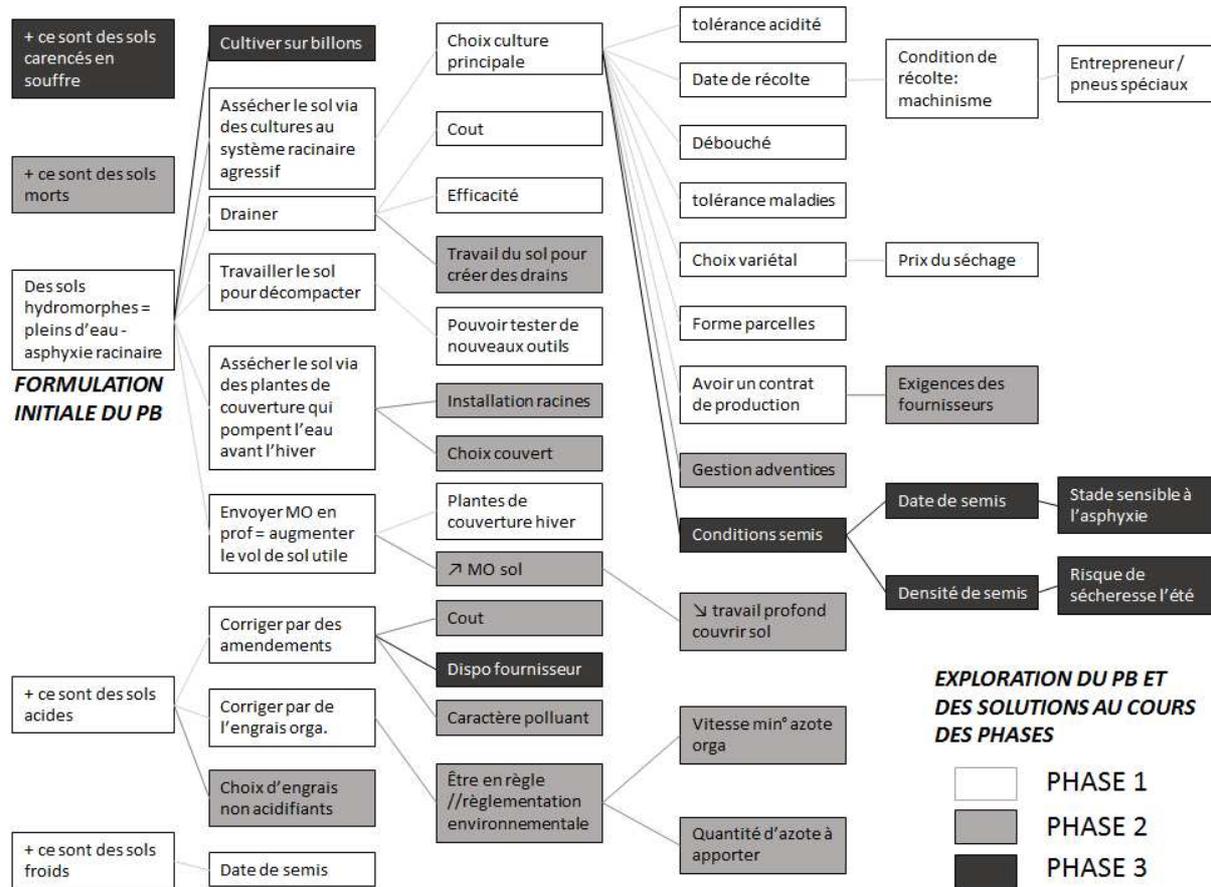


Figure 18: dynamique d'exploration au cours des phases de l'échange (Prost et al., 2017)

2.1.1.2 Analyse du couplage conception et développement professionnel

Le travail sur le forum Agricool a aussi été l'occasion de continuer à travailler l'idée que la conception est développementale (voir Chapitre 1.3.3 et Chapitre 2.1.3.3.2), en mobilisant cette fois le cadre théorique du développement professionnel. De fait, les travaux qui se sont intéressés aux transitions professionnelles des agriculteurs ont montré qu'elles s'accompagnent d'une reconfiguration du monde professionnel des agriculteurs (Coquil, 2014) et transforment leur modèle opératif (Chantre et al., 2013). Comment appréhender ces dynamiques développementales dans des forums d'échange et comment essayer de comprendre les mécanismes qui les lient à l'activité de conception qu'y développent les agriculteurs ? Les communautés d'échanges virtuels ont d'ores et déjà été analysées comme des lieux potentiels de développement professionnel (e.g. Prost et al., 2016), à travers une analyse de l'activité discursive entre participants. Nous avons donc adapté la grille proposée par

M.Prost et al. (2016) pour analyser le développement professionnel et discuter de son articulation aux activités de conception (Tableau 7).

Tableau 7: partie de la grille d'analyse utilisée sur le forum et centrée sur le développement professionnel (Prost et al., 2017)

Traces de développement reprises de M. Prost et al. (2016)	Prise de conscience des autres formes de réalisation de l'activité	Projection dans la situation de l'autre pour trouver une solution ; question ou commentaire sur la situation d'un autre agriculteur	« je rejoins Mussol pour la solution maïs, cela semble une bonne culture pour ton sol et ta rotation »
	Analyse critique de ses propres connaissances et pratiques	Analyse critique, ou plus largement réflexive sur ses propres pratiques et connaissances	« C'est vrai que j'ai bien mieux remonté le pH avec des composts chaulés qu'avec de la chaux pure. »
	Construction de nouvelles connaissances et outils	Témoignage explicite de construction de nouvelles connaissances (ou outils) grâce aux échanges	« Bidou, je ne connaissais pas l'idée d'envoyer de la MO sur l'argile pour en rendre une partie exploitable mais je pense comprendre le mécanisme. »
	Réinvestissement des connaissances dans la pratique	Projection de réinvestissement dans le réel, intention de mettre en œuvre les solutions émises dans les échanges	« Je vais tâcher de suivre vos conseils : mise en place de couverts très agressifs au niveau racinaire dès cet été. »
	Changement de représentation	Cette catégorie a été observée à partir de l'évolution des dimensions discutées dans le fil afin de voir si un élargissement de ces dimensions vers un raisonnement plus systémique est observé	

Ce codage nous a permis de quantifier et qualifier la présence de traces de développement (Figure 19).

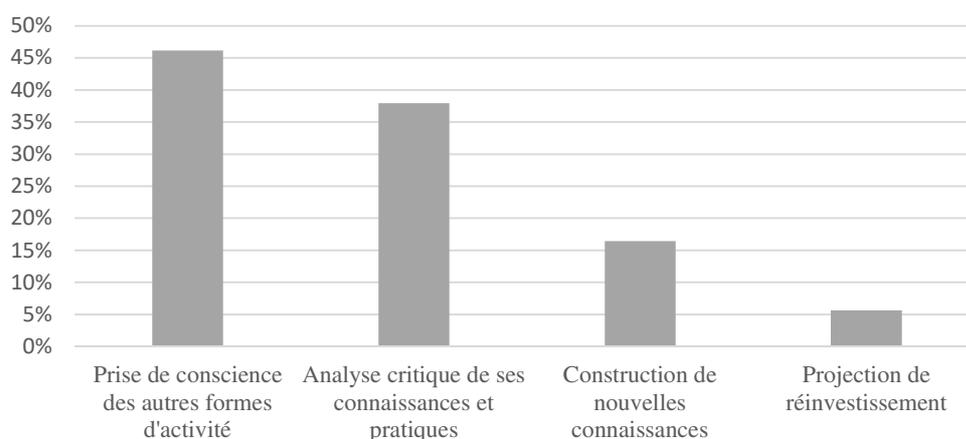


Figure 19: Proportion de messages contenant des traces de développement (Prost et al., 2017)

Il a également permis de faire émerger deux nouvelles catégories qui complètent les premières catégories (qui ciblent plutôt le développement individuel), en donnant à voir le développement de la communauté d'échanges. La première catégorie renvoie au « *partage de connaissances stabilisées* » : des connaissances agronomiques élémentaires qui ne font pas (ou peu) l'objet d'une remise en question. La seconde catégorie rend compte des nombreux messages qui montrent la construction d'une capacité d'analyse de la situation agronomique décrite appelée « *capacité d'enquête* ». Les participants exercent ici collectivement des compétences d'enquête de la situation en proposant des critères qu'ils jugent saillants de la situation. Cette « *capacité d'enquête* » traduit, il me semble, leur capacité à prendre le temps de construire un jugement sur la situation pour bien appréhender ce qu'est la problématique de conception. Le croisement des traces de développement aux phases de conception (Figure 20) avait pour ambition de voir si l'on pouvait repérer des patterns particuliers.

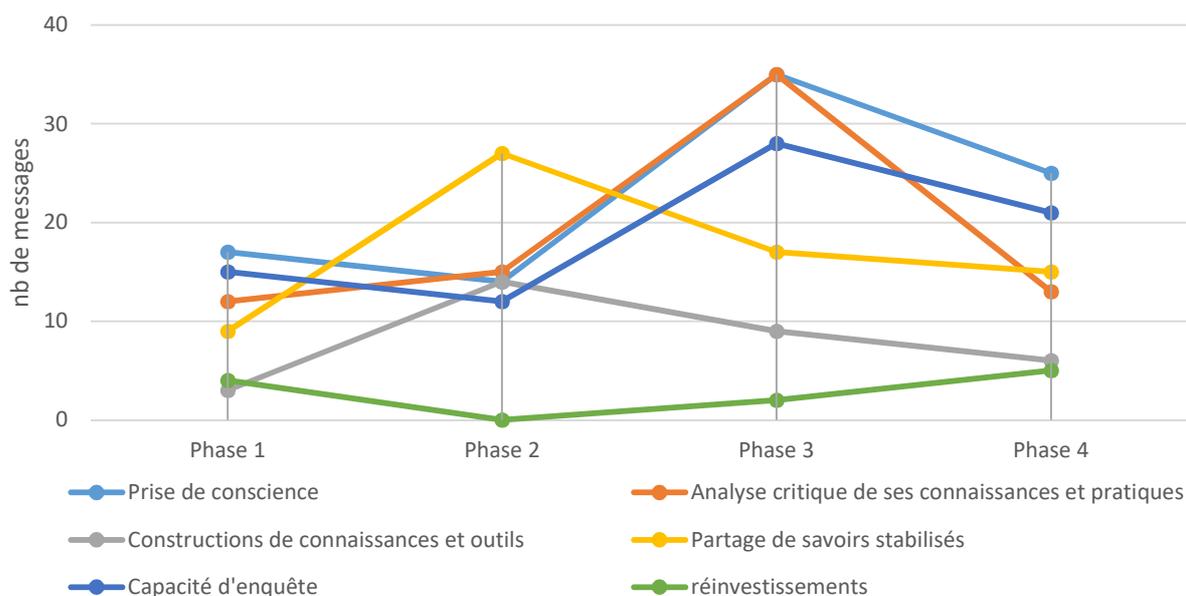


Figure 20: Répartition des traces de développement à l'intérieur de chacune des phases de conception (Prost et al., 2017)

Ce croisement montre que les traces relatives à la prise de conscience ainsi que celles montrant une capacité d'enquête semblent étayées par le couplage des activités "diagnostic/analyse de la situation" et "évaluation des solutions proposées" qui dominent dans les phases 1 et 3. Les traces de développement montrant la construction des connaissances et le partage de savoirs stabilisés sont très présentes dans la phase 2, ce qui était cohérent avec l'importance de la dynamique d'argumentation de cette phase marquée par de nombreuses questions théoriques sur l'évaluation (notamment la justification) des solutions. Mais contrairement à la phase 3 où la profondeur est permise par l'indexation des situations, la profondeur est ici liée à l'échange de connaissances. Les traces de réinvestissement ont logiquement été liées à la phase 4.

2.1.1.3 Synthèse : quels apports ?

Ce travail exploratoire m'a donné des clés pour analyser les activités de conception des agriculteurs sur la base de corpus textuels et pour aborder avec de nouveaux cadres la question de l'articulation entre conception et développement.

Sur le premier plan, j'ai pu constater qu'il était possible de tracer des activités cognitives de conception dans des échanges médiés et j'ai pu aussi souligner à quel point ces activités de conception mettaient en jeu des itérations entre analyse de la situation et exploration de solutions. Ces itérations renvoient au dialogue entre formulation de problématique de conception et formulation de solutions de conception si ce n'est qu'elles me permettent d'avancer dans l'idée que la situation réelle peut être un moteur non pas seulement pour restreindre le champ des possibles mais aussi pour l'ouvrir.

Sur le second plan, j'ai utilisé des indices de développement individuels inspirés d'études existantes (Mollo and Nascimento, 2014; Prost et al., 2016) en les enrichissant de traces de développement professionnel collectif. Cela m'a permis de croiser traces de conception et traces de développement pour analyser à des échelles fines les mécanismes par lesquels la conception peut effectivement être un processus développemental ce qui reste, comme indiqué dans le Chapitre 1, une question qu'on sait peu traiter dans la littérature. Cela ouvre un certain nombre de perspectives, à la fois dans le champ des travaux côté SHS, mais aussi dans le champ de l'agronomie si l'on essaie de tirer les conclusions de ce que nous apprennent ces analyses pour penser la contribution de la recherche

agronomique à ces processus. J’y reviens dans la partie Chapitre 3.3. Pour autant, ce travail reste exploratoire. Il a porté sur un seul fil de discussion, et surtout il s’applique sur un corpus où on observe une activité collective de conception qui se construit en même temps que chaque agriculteur y trouve -ou pas- matière à alimenter et soutenir sa propre activité de conception et cette activité individuelle n’est que partiellement transcrite dans le forum. Ainsi on n’a que des éléments partiels de la « performativité » des échanges dans l’activité déployée par l’agriculteur ensuite. Il y a donc là une complexité à démêler, les travaux relatés dans la partie 2.2 de ce chapitre (Chapitre 3.2.2) visent à y contribuer.

2.1.2 Analyse de l’activité de conception des agriculteurs sous sa dimension processuelle

Si l’analyse des activités cognitives reste pour moi un outil précieux pour avancer dans ma compréhension de l’activité de conception des agriculteurs, elle ne suffit pas pour réfléchir la contribution des agronomes à ces processus. Plus exactement l’échelle à laquelle elle décrit la conception offre des prises pour réfléchir aux apports cognitifs que peuvent faire les agronomes, j’y reviens dans la partie 3 (Chapitre 3.3). Néanmoins elle aide peu à penser la contribution de l’agronome à l’échelle temporelle plus large du processus de conception par lequel l’agriculteur ferait évoluer son processus de production. J’ai donc fait plusieurs tentatives pour caractériser l’activité de conception des agriculteurs sur un empan temporel plus large.

2.1.2.1 Comprendre le cheminement d’un agriculteur en train de reconcevoir son système de culture : une première caractérisation issue de la thèse de Q. Toffolini

Lors de son travail de thèse, Quentin Toffolini a mis en place différents dispositifs d’enquête et de suivi de situations permettant d’accéder à des processus de re-conception pas à pas de systèmes de culture par des agriculteurs. La finalité de son travail était de comprendre la dynamique de mobilisation de connaissances au cours de ces processus mais ce faisant, il a mis en visibilité la réalité de ces processus de conception chez les agriculteurs. En effet, pour répondre à l’enjeu de la thèse, des enquêtes ont été menées auprès d’agriculteurs qui étaient en train de changer leurs pratiques de façon assez profonde. Ces entretiens étaient organisés en deux phases. La première visait à obtenir des informations sur le système de culture actuel et les principaux changements qui y avaient déjà été apportés, ainsi que sur l’exploitation agricole plus largement. La deuxième phase se concentrait sur un ou deux changements techniques spécifiques identifiés avec l’agriculteur comme saillants dans son évolution, et suffisamment récents pour éviter les biais de reconstruction historique. L’entretien visait alors à faire décrire par l’agriculteur le changement technique et les informations qui avaient contribué au changement.

L’analyse de ces données riches (transcriptions de 13 entretiens ayant duré jusqu’à 3h) a permis de faire apparaître trois phases dans l’activité de conception des agriculteurs en train de changer profondément leurs pratiques (Figure 21). Ces phases ont été identifiées à partir des profils de connaissances mobilisées dans chacune de ces phases et ce, alors que les changements techniques analysés étaient très divers (introduction d’une nouvelle culture, choix d’une culture de couverture, passage à un système sans labour, passage à une fertilisation localisée...). Chacune des phases est associée à des processus spécifiques de légitimation de contenus et d’évaluation des connaissances.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
	Choix de la technique en accord avec une logique agronomique ; Décision d'application; Préparation des modalités de mise en œuvre.	Un ou plusieurs tests ; Adaptation d'un suivi spécifique de l'action ; Stabilisation d'un mode opératoire Amplification.	Evaluation des conséquences sur le système ; Autres changements liés et nécessaires.
Profils d'attributs de connaissances	Raisonnement agronomique:		
	interactions, mécanismes et comparaisons d'options techniques	interactions, mécanismes et comparaisons d'options techniques	Interactions avec d'autres objets, autres pratiques possibles ayant les mêmes fonctions.
	Formes :		
	Narrations (témoignages, récits d'expériences personnelles)	Quantifications précises, absolues, de processus ou de modalités de pratiques	<i>pas de connaissance correspondante mobilisée</i>
	Incertitudes :		
	<i>pas de connaissance correspondante mobilisée</i>	facteurs et quantifications de la variabilité.	<i>pas de connaissance correspondante mobilisée</i>
	Référence aux situations :		
	sol, climat, environnement paysager, mais surtout autres pratiques et historique	caractéristiques spécifiques (sol, climat local) mais surtout autres pratiques en interaction	autres pratiques actuelles en interaction
	Objectifs :		
	à la fois opérationnels et conceptuels	opérationnels	opérationnels
	Temporalités :		
	Long terme	Dynamiques, long terme	Dynamiques surtout, long terme
Indicateurs :			
<i>pas de connaissance correspondante mobilisée</i>	pour le suivi et l'évaluation de l'action	pour le suivi de l'action	

Figure 21: Trois « phases » différentes des changements de pratiques du point de vue des connaissances construites et mobilisées par les agriculteurs. Les « profils d'attributs » indiquent les aspects dominants dans chaque phase, sans exclusivité (Toffolini et al., 2016)

Deux points méritent d'être soulignés à propos de ces phases :

- elles n'ont pas été préconstruites sur la base de ce que l'on pouvait savoir des processus de changement des agriculteurs mais bien déduites des connaissances qui leur sont spécifiques. Il s'avère qu'elles recroisent des descriptions de chronologie de processus de changement (on se prépare, on teste, on évalue) (e.g. Chantre, 2011) mais elles n'ont pas été construites à partir de la temporalité des changements. Ainsi un agriculteur qui a rencontré une difficulté lors de la mise en œuvre d'une technique en phase 2 peut être amené à revenir sur la construction de la logique agronomique, c'est-à-dire à une nouvelle phase 1. Les phases sont donc représentatives de l'activité réelle déployée par les agriculteurs, tout au moins celle que l'on peut attraper via des reconstructions a posteriori et en mettant un accent sur les informations qui ont été utiles à l'action. On constate ainsi que, dans la phase 1, l'agriculteur cherche davantage à se construire un raisonnement agronomique reliant les effets de la technique qui l'intéresse à ses effets qualitatifs sur l'agrosystème qu'à en quantifier toutes les relations ou les effets. Dans la phase 2, il s'agit de préciser une modalité d'un itinéraire technique. Et face à l'impossibilité de prévoir toutes les conséquences de l'adaptation de la pratique à leur exploitation, les agriculteurs se fixent des objectifs opérationnels intermédiaires, souvent formulés sous la forme d'indicateurs de suivi, pour piloter incertitudes et interactions. Enfin la phase 3 est marquée par l'idée de suivre l'efficacité d'une technique mais aussi ses conséquences sur l'ensemble des pratiques du système de culture, ce qui amène l'agriculteur à s'interroger sur les états de son système et son évolution sur le temps long (Toffolini et al., soumis).

- il s'avère que ces trois phases et les profils d'attributs de connaissances qui y sont associées sont spécifiques à des cas où les agriculteurs font évoluer en profondeur leurs pratiques. Ainsi on a comparé les profils de mobilisation de connaissances pour la mise en œuvre d'une même technique et on a pu constater que, selon qu'elle était ou non mise en relation avec l'ensemble du système de culture et donc incluse ou non dans un processus de re-conception, les profils étaient très différents. Lorsque la technique n'était pas articulée à l'ensemble du système de culture, on voyait évoqués en phase 1 des besoins de modes opératoires, d'indicateurs de suivi, de quantification de la variabilité qui sont absentes dans les phases 1 de changements touchant à l'ensemble du système de culture. Inversement dans la même phase, aucun lien n'était fait aux pratiques autres présentes dans l'exploitation et l'explicitation du raisonnement agronomique sous-tendant le changement était moins présent que ce qui pouvait être observé pour des changements touchant à l'ensemble du système de culture.

Ainsi, grâce à un travail d'enquête guidé par la volonté de comprendre les connaissances mobilisées par des agriculteurs pour changer, c'est bien finalement une compréhension de l'activité effective de conception des agriculteurs que Quentin Toffolini a proposé. Il ne s'est pas arrêté là dans son travail, j'y reviendrai, mais j'interprète cette partie de ses résultats de thèse comme la formulation d'une première vision des processus effectifs par lesquels les agriculteurs reconçoivent leurs systèmes de culture.

2.1.2.2 [Rendre visible l'activité de conception des agriculteurs - Modèle proposé par Marie Chizallet](#)

J'ai construit le projet de thèse de Marie Chizallet avec Flore Barcellini en 2015, pour nous donner les moyens de nous focaliser sur l'activité de conception d'agriculteurs engagés dans des transitions agroécologiques. Nous l'avons ancrée entièrement dans la discipline ergonomique, à la différence des autres travaux, évoqués plus haut, que j'avais faits ou encadrés sur cette activité (travail alors en cours sur les échanges du forum Agricool, travail de thèse de Q. Toffolini). Si la thèse a été guidée par notre hypothèse selon laquelle les agriculteurs en transition étaient engagés dans une activité de conception, elle reposait également sur l'idée que cette activité était implicite pour les agriculteurs, dans le sens où elle n'était pas identifiée comme une tâche en tant que telle et qu'elle s'entremêlait, s'imbriquait à d'autres types d'activités pour l'agriculteur. Le principe sous-jacent à cette thèse était alors de construire une proposition d'intervention pour la rendre visible aux yeux des agriculteurs (pour leur permettre d'y être plus efficaces), mais aussi à nos yeux d'analystes cherchant à caractériser cette activité. La thèse, encore en cours, fonctionne donc sur cette ligne de recherche-intervention où on comprend pour transformer et on transforme pour comprendre.

[Quel principe ?](#)

Les canons de l'ergonomie de l'activité prônent que toute intervention doit inclure une analyse de l'activité. Cette analyse de l'activité, qui n'est qu'une pierre de l'analyse ergonomique où l'ergonome analyse comment s'organise le travail et les prescriptions qui pèsent sur lui, vise à dépasser les obstacles à la connaissance du travail réel (l'activité) pour accéder à ce travail réel. Par raccourci, cette analyse de l'activité est souvent assimilée à une observation du travail effectivement mis en œuvre par les opérateurs. Or c'était une difficulté pour nous : l'activité de conception des agriculteurs était diffuse et dispersée dans l'activité agricole. Il nous a donc fallu imaginer d'autres méthodes, en revenant aux principes qui avaient fait de l'observation une méthode de choix pour accéder au travail réel. L'observation vise à comprendre le processus technique dans lequel est engagé l'opérateur et défend

l'idée que ce processus ne peut se découvrir uniquement au travers des explications des opérateurs observés. Daniellou et Béguin (2004) expliquent en effet que si l'on passe par des explications, « *une trop grande ignorance technique de l'ergonome ne permet pas à l'opérateur d'utiliser son langage professionnel et son raisonnement de travail habituel, mais le plonge en situation cognitive de vulgarisation* » et « *cela ne permet pas à l'ergonome de détecter des écarts entre la représentation du processus technique qu'ont les concepteurs ou organisateurs et celle qui peuvent avoir les opérateurs* ». Le principe que nous avons retenu dans la thèse de Marie Chizallet a alors été d'organiser des moments de travail dédiés à l'activité de conception des agriculteurs. Il s'agissait donc de stimuler cette activité pour la rendre observable pour nous.

Au-delà de l'objectif analytique, ce dispositif était également tourné vers les agriculteurs : en organisant des moments dédiés à cette activité, nous permettions aux agriculteurs de prendre conscience de cette activité. Cela permettait de déclencher une réflexivité par rapport à cette activité de conception, offrant aux agriculteurs la possibilité d'apprendre sur cette activité et la rendre plus efficiente. Nous nous inscrivons là dans la continuité des travaux de Schön sur le praticien réflexif (Schön, 1983), de Samurçay, Rabardel ou Pastré sur la distinction entre activités productive et constructive¹⁶ (Samurçay and Rabardel, 2004; Pastré, 2006), et de l'ergonomie constructive qui cherche à soutenir le développement des capacités des opérateurs au travail (Falzon, 2013). Il s'agit d'utiliser des méthodes qui favorisent la réflexivité et l'auto-observation pour créer des échanges sur l'activité, ouvrir le champ des possibles des projets, des façons de faire et des critères d'évaluation de ses pratiques.

Le dispositif de thèse de Marie Chizallet a donc consisté à organiser des moments de travail dédiés à l'activité de conception des agriculteurs. Comment stimuler cette activité ?

Quel modèle pour penser l'activité de conception ?

Nous avons mobilisé les travaux qui pensent la conception comme une conduite de projet, i.e. un processus itératif d'ajustements entre l'expression d'une volonté – l'intention - portée par des décideurs et des concepteurs – et la réalité du travail portée par les opérateurs (Béguin, 2010; Martin, 2012). Ce modèle permet de distinguer une dimension « virtuelle » dans laquelle est formulée l'intention qui « se marque par une certaine idéalité et fournit une impulsion. Mais qu'il s'agit de faire advenir dans l'action » (Béguin, 2011 p. 47) , c'est-à-dire dans le « réel », deuxième dimension à distinguer. Ainsi les résultats de l'action réalisée vont à leur tour remettre en question les intentions et possiblement permettre leur redéfinition. A l'aune de son travail sur le terrain, Marie a proposé d'identifier une troisième dimension aux dimensions du réel et du virtuel : le « concevable », i.e. ce qu'il serait possible de réaliser dans les conditions données par le réel, à l'interface du « réel » et du « virtuel ». Cette dimension du « concevable » permet de confronter le « virtuel » et le « réel » avant même la mise en œuvre de l'action : les opérateurs en train de concevoir explorent le champ des

¹⁶ Pastré (2006) distingue activité productive et activité constructive : « en agissant, un sujet transforme le réel, mais en transformant le réel, il se transforme lui-même ». L'activité productive est l'activité de travail, finalisée, c'est-à-dire orientée vers un but. L'activité constructive, qui a lieu à travers l'activité productive du sujet, a pour objet le développement de ses ressources en vue de ses activités productives futures. Le sujet poursuit donc son développement à travers l'activité qu'il réalise. L'activité constructive a donc deux visées : une visée pragmatique, orientée vers l'action, par l'élaboration de ressources (instruments, représentations) et une visée épistémique, pour le sujet, par le développement de ses connaissances et compétences.

possibles en fonction de leurs expériences, de leurs savoirs, de leurs contraintes, ils prennent des décisions et planifient leurs actions. Le fait de nommer cette troisième dimension permet de revendiquer l'importance de ce qui se passe dans les itérations réel/virtuel et de concentrer l'attention de l'analyste sur cet espace intermédiaire entre « réel » et « virtuel » (Figure 22).

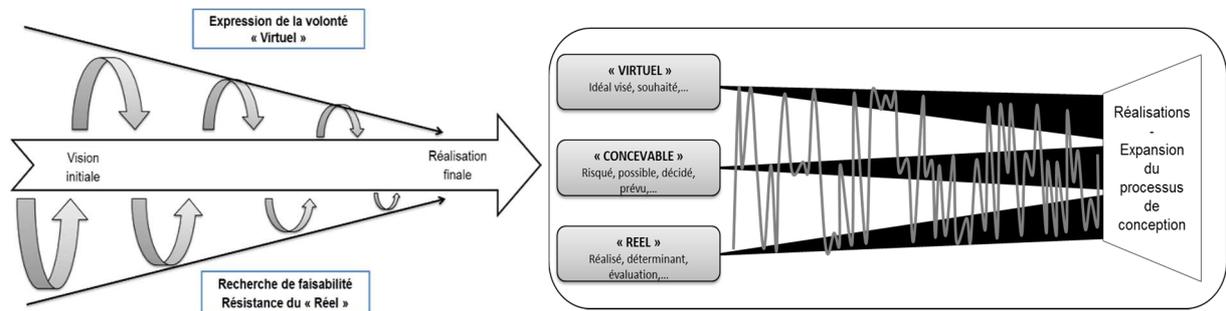


Figure 22: la conception comme conduite de projet - du modèle de Martin (2004) et Béguin (2007) (à gauche) au modèle utilisé dans la thèse de M. Chizallet (à droite) (Chizallet et al., sous presse)

C'est à partir de ce modèle dialogique enrichi d'une formalisation de son espace intermédiaire que Marie a construit un outil, appelé Chronique du Changement (Chizallet et al., 2018). La Chronique du Changement s'appuie sur un support permettant d'explicitier et de garder trace des difficultés rencontrées par les agriculteurs, des objectifs qu'ils se fixent et des ressources qu'ils mobilisent - ou souhaiteraient mobiliser - pour conduire un projet et donc développer une activité de conception. La Chronique s'appuie sur les hypothèses que 1) l'évocation d'objectifs permet de faire expliciter les intentions poursuivies par les agriculteurs, et d'initier des échanges de l'ordre du « virtuel » ; 2) l'évocation de difficultés rencontrées par les agriculteurs dans leurs situations de travail est un moyen d'échanger à propos du « réel » de leur travail et d'aborder les problèmes qu'il s'agit de résoudre lors de la conduite de projet ; 3) l'évocation des ressources mises en œuvres, mobilisées ou construites par les agriculteurs permet un ajustement entre le « réel » et le « virtuel » et ainsi d'échanger à propos du « concevable » avec les agriculteurs. Ainsi, la Chronique permet de représenter et de garder trace de l'activité de conception passée et en train de se faire et de susciter des discussions autour de celles-ci. Cette chronique a été testée avec plusieurs agriculteurs, elle a été menée de façon suivie avec un duo d'agriculteurs associés en GAEC puis elle a été travaillée avec des animateurs de CIVAM dans l'idée que cette chronique pouvait devenir un instrument du travail des conseillers agricoles leur permettant d'outiller des agriculteurs en train de changer de pratiques culturales.

La mise en œuvre de la Chronique du Changement

La mise en œuvre de la Chronique du Changement auprès d'agriculteurs s'appuie sur différentes étapes.

La première utilisation de la Chronique se fait lors d'un atelier qui «retrace le changement jusqu'à aujourd'hui ». L'artefact consiste en une frise chronologique (Figure 23) que les agriculteurs complètent à l'aide de l'intervenant durant 2h via des post-it® de différentes couleurs. Sur ces post-it®, les agriculteurs indiquent leurs difficultés, objectifs et ressources (mises en œuvre par les agriculteurs pour résoudre les problèmes et atteindre les objectifs) rencontrés au cours du changement depuis un système de travail initial identifié par les agriculteurs jusqu'au système de travail « actuel » (au jour de l'entretien). Ainsi, ce sont les agriculteurs qui choisissent le point de départ

de la Chronique du Changement, correspondant à un changement marquant pour leur exploitation. Le triptyque de post-it® « objectif-difficulté-ressource » est un fil rouge pour relancer les échanges entre les agriculteurs. Un quatrième type de post-it® est disponible pour indiquer d'autres informations considérées importantes à reporter par les agriculteurs et/ou l'ergonome.

Suite à l'atelier, la Chronique du Changement est laissée dans l'exploitation; les agriculteurs sont libres de la compléter quand ils le souhaitent en rajoutant des post-it®, quels qu'ils soient. Dans le cas de l'intervention auprès du duo d'agriculteurs suivi plus finement par Marie Chizallet, quatre entretiens de suivi mensuel ont été menés auprès de ces mêmes agriculteurs dans l'objectif de tracer, de soutenir et d'analyser la conduite de projet en train de se faire (Figure 8). Chaque entretien de suivi est basé sur le même fonctionnement de l'atelier : l'ergonome et les agriculteurs créent des échanges autour de leurs objectifs, difficultés et ressources depuis le dernier suivi jusqu'à « aujourd'hui », jour du suivi.

La dernière étape est la synthèse de la Chronique du Changement. Les agriculteurs et l'intervenant reviennent sur l'ensemble des post-it® collés sur la l'artefact de la Chronique du Changement et s'interrogent sur leur place « aujourd'hui » : Sont-ils toujours d'actualité ? Les objectifs sont-ils atteints ? Ont-ils évolué ? Les difficultés sont-elles toujours considérées comme des difficultés ? La construction de la Chronique du Changement peut se poursuivre par de nouveaux suivis et d'autres synthèses.

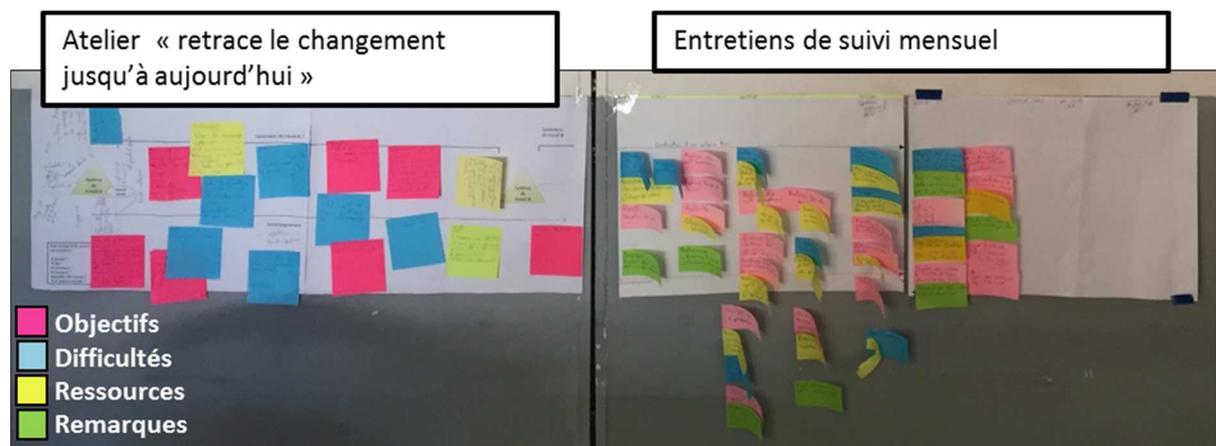


Figure 23: Chronique du Changement » complétée (Chizallet et al., sous presse)

Le travail avec les animateurs CIVAM a conduit à revoir les contours de définition de la Chronique. De fait, la Chronique est un outil en train d'être conçu : partager cet outil avec ceux qui pourraient être amenés à l'utiliser permet de continuer sa conception (voir Chapitre 2.1). Je n'insisterai pas là-dessus ici pour rapporter ce que la mise en œuvre de la Chronique a permis de produire par rapport à notre objectif analytique, celui de caractériser l'activité de conception des agriculteurs. Pour cela, l'ensemble des moments d'interaction avec les agriculteurs ont été enregistrés, retranscrits, découpés en unités d'analyse et codés selon le modèle virtuel/concevable/réel.

Un premier travail a consisté à vérifier les hypothèses relatives au fait que questionner les agriculteurs sur leurs objectifs, difficultés, ressources, permettait de les faire naviguer entre virtuel, réel et concevable. Un second a visé à quantifier la part, dans les échanges, de ces différentes dimensions et à analyser si ces parts étaient différentes entre les agriculteurs et l'intervenant. Ces deux premiers résultats sont plutôt tournés vers la dimension « intervention » pour produire un retour sur la Chronique et son utilisation potentielle par d'autres via une animation à penser. Une analyse

diachronique a ensuite visé à analyser les trajectoires entre ces différentes dimensions au fil des entretiens de suivi et notamment, comment s'articulent finement virtuel, concevable et réel au fil des échanges. C'est dans cette analyse menée à la fois sur la totalité des entretiens (Figure 24) et quelques extraits précis (Figure 25) que l'on voit apparaître un certain nombre de résultats sur l'activité de conception. Ce sont d'abord les dimensions du réel puis du concevable puis du virtuel qui sont proportionnellement mobilisées, avec un « concevable » qui permet aux agriculteurs d'envisager d'autres situations, de se projeter dans de nouvelles possibilités ou encore de prendre des décisions et de prévoir des situations de travail. On voit également que ce sont les articulations entre « concevable » et « réel » qui dominent. Si le sens du « concevable » au « réel » est mobilisé et renvoie à des mécanismes connus de confrontation de solutions au réel, l'évocation de dimensions appartenant au « réel » déclenche encore plus souvent du « concevable », montrant que le « réel » ne permet pas uniquement de restreindre le « concevable » mais aussi de l'enrichir. L'analyse des échanges nous a aussi permis de constater l'abondance d'articulations du « réel » au « virtuel » montrant que l'évocation du « réel » dans la conception peut être une ressource à une réflexion profonde des opérateurs sur leurs projets en termes de constructions et d'explicitations de leurs objectifs.

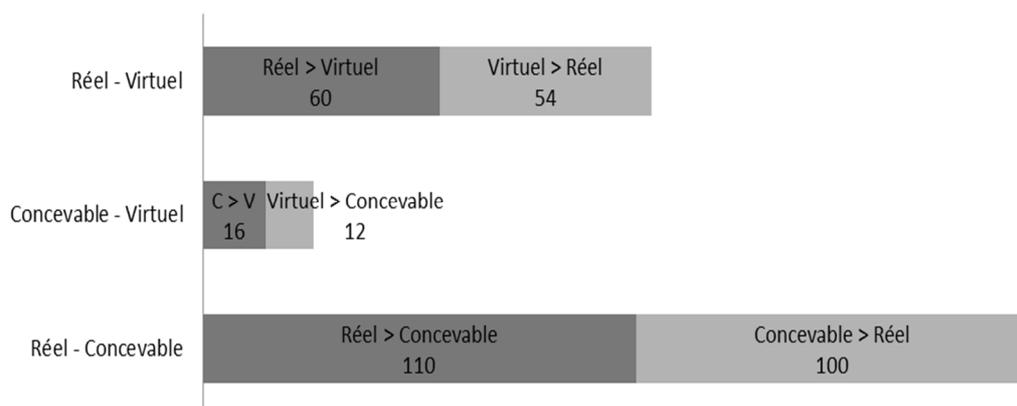


Figure 24: Articulations des dimensions du "virtuel", "concevable" et "réel", sur la totalité des entretiens (en nombre d'articulations) (Chizallet, en cours)

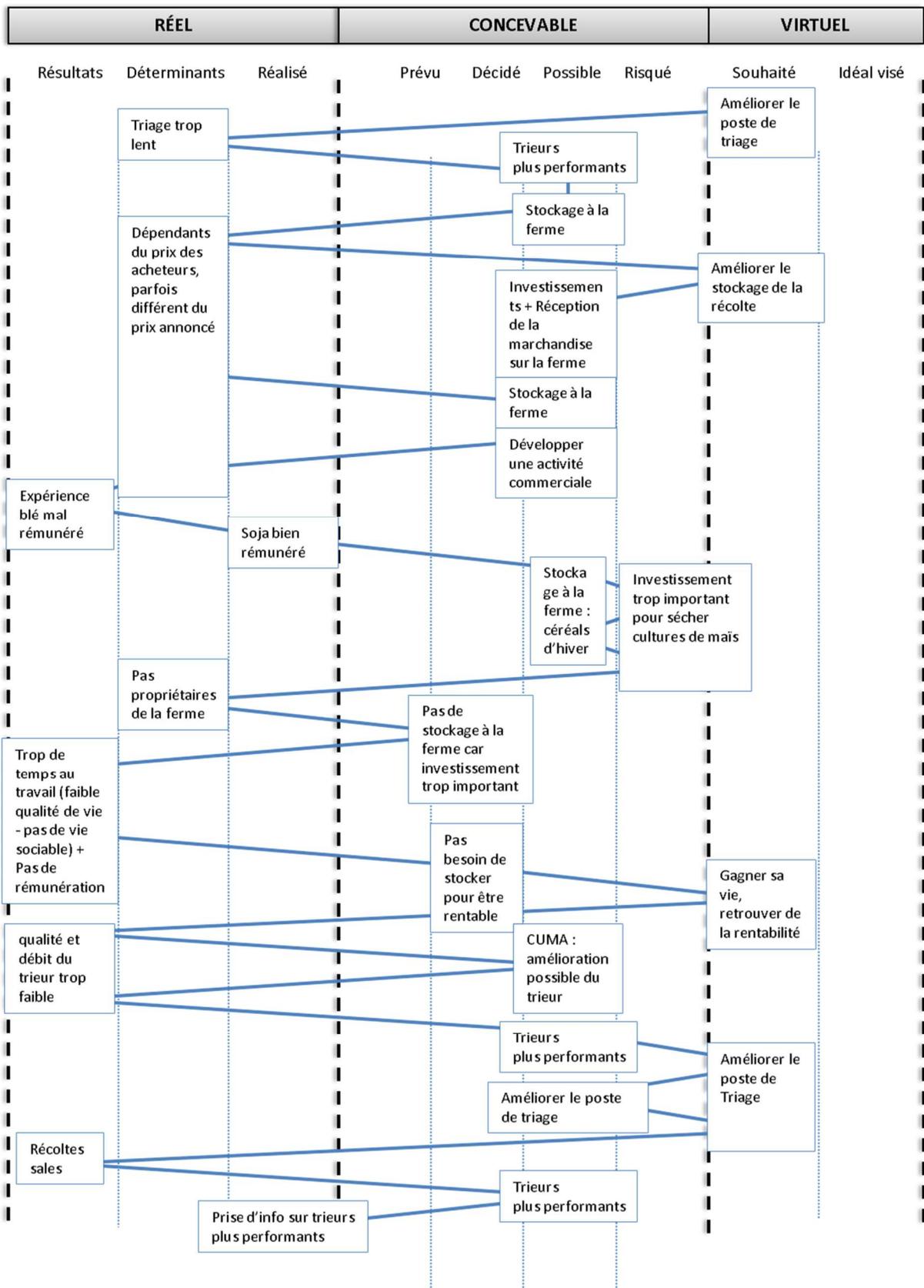


Figure 25: Articulations du "virtuel", "concevable" et "réel" pour un extrait d'un entretien de suivi (Chizallet et al., sous presse)

2.1.3 Quelle synthèse de ces analyses de l'activité de conception individuelle ?

J'ai parcouru dans cette partie les différentes tentatives faites pour mieux qualifier l'activité de conception des agriculteurs : en analysant les activités cognitives auxquelles on peut avoir accès via les traces d'échanges entre agriculteurs (Chapitre 3.2.1.1), en analysant les étapes par lesquelles passe effectivement un agriculteur en train de changer ses pratiques (Chapitre 3.2.1.2.1), en stimulant la réalisation effective de cette activité par un artefact inscrit dans une intervention pour se donner les moyens de l'observer (Chapitre 3.2.1.2.2). Au-delà de la diversité des méthodes et des échelles de travail décrites, cette accumulation me permet d'identifier certaines récurrences dans les résultats que j'ai produits. J'ai en effet creusé plus spécifiquement certaines caractéristiques de l'activité de conception des agriculteurs. Je suis néanmoins encore loin de pouvoir produire un modèle générique de l'activité de conception des agriculteurs et sans doute n'en ai-je pas l'ambition. En effet, si ces travaux se justifient en tant que tels, je les ai menés avec l'objectif qu'ils m'aident à penser la contribution de la recherche agronomique à l'activité de conception d'agriculteurs en train de changer leurs pratiques. Mon exploration est donc orientée par cet objectif.

Première direction particulièrement explorée, celle relative au caractère diachronique, ou processuel, de l'activité de conception des agriculteurs. Les résultats montrent une véritable dynamique dans le temps de cette activité. Il y a certes des itérations, des bouclages, des récurrences dans les mécanismes de raisonnement mis en œuvre par les agriculteurs pour faire évoluer leurs pratiques et chacune de ses itérations peut être soutenue en tant que telle : pour aider l'agriculteur à définir où il souhaite aller, être plus génératif, se doter d'indicateurs d'évaluation cohérents avec ses propres attentes. Mais ces itérations s'inscrivent dans une dynamique qui est tendue par la trajectoire individuelle de chaque agriculteur et celle de sa vision relative au futur, elle-même n'étant pas définie une fois pour toutes et évoluant en même temps que l'agriculteur fait évoluer ses représentations de son travail et de son système de production. Donner à voir et soutenir cette dynamique-là, sur un plus long terme, c'est aussi un enjeu à relever pour accompagner des agriculteurs dans leur changement de pratiques.

Seconde direction, l'attachement à décrypter les articulations entre les deux dimensions dialogiques de la conception : réel et virtuel. Je me suis donnée les moyens de décortiquer ces articulations dans chacun des travaux rapportés et malgré leur complexité, j'en retiens que ces articulations sont absolument décisives. Le réel, c'est-à-dire les situations de travail effectives dans lesquelles se trouvent les agriculteurs, est un moteur décisif de leur activité de conception. Et pas seulement parce qu'il borne l'exploration des possibles mais aussi parce qu'il est source d'inventivité en tant que tel. Dans sa thèse, Juliette Brun s'est penchée sur le caractère génératif de certaines connaissances dans les processus de conception, caractère génératif qui permet à la conception d'aller dans des directions les plus innovantes (Brun, 2017). Les travaux, finalement assez exploratoires, que j'ai décrits sur l'activité de conception des agriculteurs me suggèrent que ce que l'agriculteur construit en interaction avec la situation de travail a un effet génératif sur la conception. Cela reste à investiguer plus finement. La mobilisation des formalismes construits par Juliette Brun pourra en être un outil. Le travail de thèse réalisé par Maxime Catalogna (2018) sur les expérimentations de pratiques agroécologiques des agriculteurs apporte un autre éclairage sur le même sujet. Il creuse l'activité d'expérimentation que déploient les agriculteurs et le rôle de cette activité dans leurs apprentissages, ce qui me semble très précieux pour affiner notre compréhension du rôle de l'implémentation et de la confrontation aux situations réelles pour la conception. Il y a enfin une dernière piste que je commence à explorer, c'est

de mobiliser la notion d'expérience pour essayer de mieux comprendre ce qui constitue le lien de l'agriculteur à sa situation effective de travail (voir Chapitre 3.2.2).

Une troisième direction est apparue au fil de mes travaux sur l'activité de conception, que je n'avais pas vraiment anticipée : celle relative au rôle des collectifs dans l'activité de conception des agriculteurs. Elle est apparue fortement lors de l'étude des forums d'échanges agricoles comme Agricool mais également lors du travail sur la construction d'une « communauté MASC© » (voir Chapitre 2.1.3.3.1) et lors d'un travail sur le rôle-clé des intermédiaires du changement dans des collectifs de conception (projets DYCOT et Pestimute Gen évoqués dans le chapitre « Parcours », <https://intermediaires.wixsite.com/reduction-pesticides>, Cerf et al., 2016). Cela m'a conduit à investiguer plus en détail ce volet de l'activité de conception des agriculteurs, toujours avec l'idée que ça pourrait aider à comprendre quelle pouvait être la contribution des agronomes chercheurs à ces activités de conception.

2.2 L'activité de conception des agriculteurs : quelle dimension collective ?

Différents travaux portant sur les dynamiques de transition vers l'agroécologie ont mis en avant le rôle clé des échanges entre pairs dans ces dynamiques (Lamine, 2012, 2017; Chantre and Cardona, 2014). Déjà bien connus pour leur contribution aux dynamiques collectives de construction de connaissances (e.g. Darré, 2006; Compagnone and Hellec, 2015), ces échanges aident les agriculteurs à définir leurs pratiques, les comparer, enrichir leur référentiel commun sur la base des expériences des autres, parler de leurs problèmes et rechercher des solutions. Ce sont donc des échanges qu'il me semble pertinent de regarder comme au service de la conception des agriculteurs et cela peut fournir un autre médium de compréhension de cette activité. D'autre part, ces échanges donnent à voir des dynamiques de conception collectives à investiguer : ils outillent certes chaque agriculteur par rapport à son activité, mais ils construisent ensemble « quelque chose » qui relève du collectif. Je reviens dans les deux paragraphes suivants sur ces deux points avant d'ouvrir vers la notion d'écosystèmes de conception. L'ensemble des travaux mentionnés dans cette partie sont en cours.

2.2.1 Les échanges entre pairs, moteur de la conception ?

Comme évoqué dans le paragraphe précédent, les échanges entre pairs sont travaillés depuis longtemps comme des supports aux dynamiques de changement des agriculteurs (voir les travaux du GERDAL par exemple). Je propose de les interpréter comme des supports aux activités de conception des agriculteurs. Le développement du numérique a démultiplié les opportunités de travailler sur ces échanges. En effet de plus en plus d'agriculteurs se tournent vers les échanges virtuels et, comme c'est le cas pour d'autres communautés de professionnels (Prost et al., 2016), la technologie des échanges numériques permet la mise en lien d'agriculteurs géographiquement éloignés et parfois isolés dans leurs pratiques et leur volonté de changement de pratiques. Forums, MOOC, plateformes regroupant des fiches techniques et groupes de discussion se sont ainsi largement déployés ces dernières années permettant aux agriculteurs d'accéder autrement à l'expérience de leurs pairs que dans des collectifs en présentiel. Le travail initié sur le forum Agricool (Prost et al., 2017b) a permis de commencer à le voir : l'existence de ces outils démultiplie, potentiellement, le potentiel d'exploration et de construction de connaissances, ce qui semble crucial dans un contexte où les connaissances et compétences qui appuient les changements de pratiques agricoles sont à la fois spécifiques à un

contexte donné, distribuées, dispersées et marquées par de l'incertitude. Mais les connaissances qui s'échangent sont a priori particulières : elles sont mises en forme, validées, argumentées, défendues par des praticiens et donc marquées par leur lien à l'action dans leurs situations de travail effectives. On retrouve ici l'importance, déjà mise à jour lors des travaux réalisés sur l'activité de conception individuelle des agriculteurs, de l'ancrage des processus de conception des agriculteurs dans le réel. En conséquence, nous –avec Magali Prost, Marianne Cerf mais aussi en lien avec la priorité PEPS du département SAD (Partage d'Expériences, Production de Savoirs)- avons fait l'hypothèse que regarder les échanges entre pairs comme du partage d'expériences enrichirait notre compréhension de leur contribution aux activités de conception des agriculteurs. La notion d'expérience aide à analyser le contenu de ces échanges non pas uniquement comme une somme de connaissances empiriques ou pratiques mais comme un hybride entre un savoir et une situation d'action. S'il existe des travaux qui cherchent à comprendre comment des processus de conception peuvent construire de l'expérience (Bittencourt et al., 2017), c'est le chemin inverse que je cherche à parcourir ici. Il s'agit de comprendre comment l'expérience peut soutenir différentes phases des processus de conception : la formulation de la problématique à résoudre et de la vision relative au futur, l'exploration de solutions (voir à ce propos Goulet, 2017), leur évaluation et leur implémentation. Le décalage que nous proposons d'opérer, de « connaissance » à « expérience », est aussi précieux pour tenter d'aborder plus efficacement le couplage entre conception et développement, qui traverse mes travaux depuis le début de ma carrière. L'expérience renvoie à une palette de dimensions, épistémiques, émotionnelles, sensibles et sociales, qui permettent d'aborder la question du développement de l'activité des agriculteurs. En analysant comment ce partage d'expériences questionne l'expérience antérieure des agriculteurs et outille un va-et-vient entre activité productive (tournée vers la réussite du faire) et constructive (tournée vers soi et vers la production des instruments utilisés pour la réussite du faire), on peut espérer construire une vision du développement des agriculteurs dans les processus de conception.

Pour développer ces travaux, la thèse de Celina Slimi (démarrage octobre 2018) prend pour objet le partage d'expériences entre agriculteurs pour en analyser la teneur et la performativité au regard des processus de conception dans lesquels peuvent être engagés ces agriculteurs en transition vers des systèmes agricoles plus durables. Nous avons fait le pari, dans cette thèse, d'un travail fin portant sur les contenus de ce partage afin de mieux caractériser ce qui s'échange, et nous avons également l'ambition d'en suivre les effets en couplant un travail au niveau du collectif qui échange à un suivi de chaque individu. Il s'agit donc bien, à ce stade de démarrage de thèse, de caractériser le partage d'expériences comme une ressource des processus de transition vers l'agroécologie.

2.2.2 Une conception collective... de quoi ?

Les résultats obtenus lors du travail exploratoire sur le forum Agricool en témoignent. Lorsque les agriculteurs échangent, ils en tirent chacun des choses, mais ils font également émerger un produit collectif à ces échanges : l'élaboration de règles de fonctionnement, la synthèse, la stabilisation, l'archivage des connaissances discutées. Nous avons ainsi capté des traces de la manière dont le collectif d'échanges apprend à partager un socle commun et à se doter de capacités d'enquête.

Les premiers résultats de Celina Slimi sur les réseaux d'échanges entre agriculteurs (stage de M2) valorisant notamment des entretiens auprès d'agriculteurs investis dans des réseaux d'échange d'expérience ont également permis de souligner cette double dimension de conception individuelle et

collective. Elle a ainsi étudié la façon dont les échanges collectifs venaient alimenter différentes phases de la conception (voir Figure 26). Mais elle souligne que le partage d'expériences semble participer également à une activité de conception collective de nouvelles connaissances et références par la confrontation des expériences, des expérimentations et des observations, sans pouvoir aller plus loin dans le cadre de ce travail de stage.

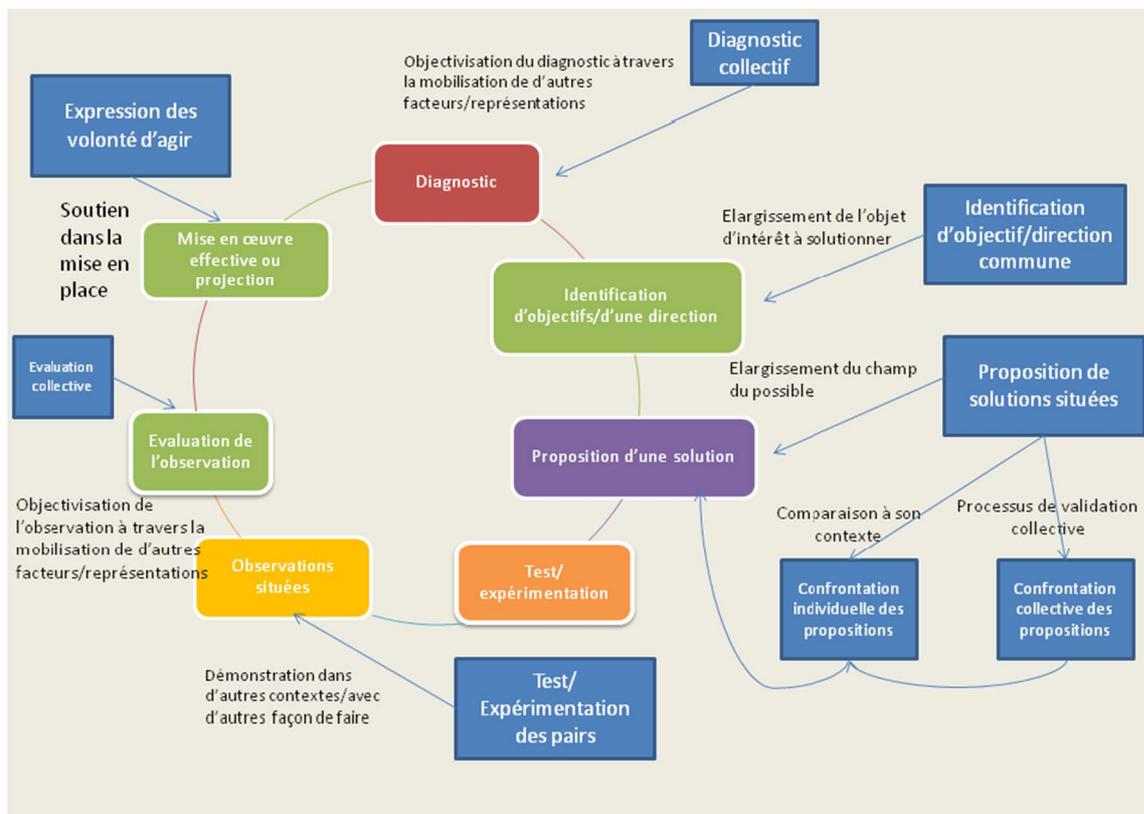


Figure 26: comment "l'autre" intervient dans l'activité de conception d'un agriculteur lors des échanges entre pairs (Slimi, 2018)

A quoi renvoie cette activité collective ? Est-ce que cela traduit l'émergence d'une communauté de pratiques au sens de Lave et Wenger (1991) ? D'une communauté d'innovation, telle que définie par Sarazin et al. (Sarazin et al., 2017) ? Ou d'une communauté de conception participative, telle que le travaillent Björgvinsson et al. (2012), ou DiSalvo et al. (2012) ? Le collectif conçoit-il quelque chose et quoi, sachant qu'on n'est pas en présence d'un collectif dédié à résoudre la problématique de conception d'un agriculteur mais d'un collectif qui soutient l'activité de conception d'un ou plusieurs agriculteurs ? Des auteurs insistent sur l'importance que prend *l'infrastructuring* dans des processus collectifs de conception, défendant l'idée que les participants participent non seulement à la conception d'artefacts, mais aussi à la création d'infrastructures au sens de Star, des structures, des réseaux et des accords qui sont essentiels pour obtenir des résultats durables, bien au-delà du temps du « projet de conception » (Björgvinsson et al., 2012). Est-on en face de cela quand on s'intéresse à ce que font les acteurs ensemble ? S'agit-il plutôt, au travers de ces collectifs, de faire porter les compétences de conception à un collectif plutôt qu'un individu ? Je pense notamment à des moments spécifiques des processus de conception où les compétences individuelles peuvent être mises en défaut. Un individu isolé pourra avoir du mal à être très génératif, à aller vers des solutions radicalement différentes de ce qu'il connaît. Le collectif est-il voué à pallier ces défauts ? Le travail

entrepris sur Agricool montre aussi que le collectif aide à produire une enquête sur la situation qui provoque l'échange, en relation avec des compétences à poser un diagnostic de la problématique que la conception vise à traiter. A l'inverse, on peut imaginer que la définition d'une vision relative au futur et l'évaluation de solutions de conception renvoient à des critères très propres à chaque individu et que le collectif a alors moins vocation à soutenir des phases de la conception. On aboutirait alors à une vision distribuée de l'activité de conception des agriculteurs, ceux-ci alternant entre des phases où la conception passe par un travail d'élicitation individuel alors que d'autres phases profitent du travail collectif.

A partir de ces réflexions –qui sont aujourd'hui des réflexions et intuitions ébauchées lors de mes travaux sur la compréhension des activités de conception–, se forme l'idée qu'existeraient des « écosystèmes » de conception. Je donne quelques éléments ci-dessous d'explication sur ce qui me fait aujourd'hui employer ce terme.

2.2.3 Vers des écosystèmes de conception ?

Qu'est-ce que je cherche à travailler en employant ce terme d'écosystème de conception ? Comme expliqué dans le paragraphe précédent, je suis arrivée à ce concept via un travail sur le caractère collectif des processus de conception que j'avais observés dans le monde agricole. Parler d'écosystème de conception, c'est se poser la question de savoir comment s'organisent de tels collectifs. Ce terme permettrait de problématiser ces collectifs de conception comme davantage que des communautés de pratiques ou d'innovation. Ces collectifs de conception ne se contentent pas en effet de rassembler des gens aux problématiques similaires. Ils embarquent une certaine finalisation, celle de soutenir l'activité de conception des agriculteurs. Hatchuel et al. (2002) avaient déjà critiqué le modèle de la communauté de pratiques pour penser des « organisations orientées-conception ». Ils avaient également remis en cause une organisation croisant de façon matricielle projets et métiers. Ils expliquaient ainsi : « Cette structure [matricielle] est toujours tentante parce que les « métiers » peuvent être pensés comme des « communautés de pratique » et les « projets » comme des espaces d'apprentissages croisés. Mais ce modèle suppose la stabilité des objets, des savoirs, et des métiers. Or dans un capitalisme de l'innovation intensive ce sont précisément les objets (produits, procédés, systèmes) et les savoirs (métiers, techniques, expertises) qui sont en permanence déstabilisés. L'entreprise doit alors reconstruire en permanence ses apprentissages collectifs autour d'« objets-concepts » (par exemple « la voiture intelligente ») et de « métiers embryonnaires » (par exemple « l'animation scientifique ») dont l'élaboration progressive donnera peut-être (mais pas toujours) naissance à des métiers et à des projets plus routinisés ». Ils appellent alors « organisations orientées conception » ces « formes d'organisations qui favorisent les cycles d'apprentissages collectifs permettant une telle régénération simultanée des objets, des savoirs, et des métiers ». Il s'agirait alors de penser les collectifs très ouverts que l'on observe dans le monde agricole autour de l'activité de conception des agriculteurs comme des organisations qui, dans l'idéal, construiraient en permanence des apprentissages collectifs autour d'objets, de savoirs, de métiers qui sont eux-mêmes en permanence déstabilisés. C'est là où le terme d'écosystème de conception me semble intéressant, dans le contexte agricole. Cette idée d'écosystème de conception permettrait de faire reconnaître la complémentarité des activités, ou compétences, ou rôles qui s'agrègent lorsqu'il s'agit de soutenir la conception d'objets complexes –en l'occurrence, des processus de production agricoles si l'on veut poursuivre le fil de la conception des systèmes de culture-.

Pourquoi employer ce terme, plutôt que celui de communauté de conception, ou processus de conception distribué ? Je retiens de la notion d'écosystème trois choses principales : 1) l'écosystème est une unité fonctionnelle, 2) l'écosystème reconnaît, dans le système, l'existence de différents groupes et 3) ces groupes sont dans une forme d'interaction dont la finalité reste à préciser. La première idée m'intéresse particulièrement si je garde l'idée de prendre comme unité d'analyse l'activité de conception des agriculteurs. Même si de nombreux acteurs peuvent y contribuer, ils contribuent à un projet qui sera porté en définitive par l'agriculteur. La seconde idée renvoie bien à l'idée selon laquelle agriculteurs et agronomes ne sont pas concepteurs au même titre, dans les processus de conception de systèmes de culture. L'un ne se substitue pas à l'autre, ils sont complémentaires. L'idée de reconnaître la singularité de différents groupes dans un écosystème aide aussi à se décentrer d'une relation agriculteur-agronome. Les travaux relatifs aux échanges entre agriculteurs montrent l'importance des autres agriculteurs. Et de nombreux travaux plaident que d'autres acteurs encore soient invités à participer à ces processus de conception, au titre de l'impact des choix faits sur leur propre monde. La troisième idée oblige à penser la façon dont les différents groupes sont complémentaires dans le processus de conception. Il ne s'agit pas seulement de distribuer des expertises respectives mais de penser la complémentarité d'activités dans le cadre du projet de conception. Et il me semble également que cette troisième idée permet de prendre un peu de distance avec l'idée de mettre en place des organisations dédiées à la conception. Cela fonctionne sans doute bien dans le monde industriel mais dans le monde agricole, les collectifs que l'on peut identifier autour des agriculteurs qui cherchent à reconcevoir leurs pratiques n'ont pas une finalité aussi claire. Ils ne sont pas directement dédiés à la conception (c'est chaque agriculteur qui conçoit finalement), ils viseraient plutôt à « médier » l'activité de conception de chaque agriculteur. C'est là où l'idée d'*infrastructuring* développée, dans un contexte de collectif de conception, par Björgvinsson et al. (2012) me semble être une piste intéressante pour analyser ce qui constitue l'écosystème.

Ainsi il me semble que le terme d' « écosystème de conception » embarque l'idée d'une conception distribuée mais est plus précis et plus exigeant que celui-ci sur le fait qu'il ne s'agit pas d'une juxtaposition d'expertises¹⁷. Cela me permet d'autant mieux, il me semble, de m'interroger sur la place de l'agronome dans cet écosystème. Et s'il reprend l'idée que cet écosystème est organisé et construit comme peut le retranscrire le terme de « communauté », le terme d'écosystème adopte une unité d'analyse, celle du projet de conception, d'une intentionnalité à faire advenir, qui me semble fonder plus précisément l'unité du collectif.

¹⁷ A ce propos, il me sera extrêmement précieux de pouvoir m'inspirer du travail de thèse de C. Salembier (à soutenir au 1^{er} semestre 2019), intitulé « Stimuler la conception distribuée de systèmes agroécologiques par l'étude de pratiques innovantes d'agriculteurs ».

3 Quelle contribution des chercheurs agronomes pour soutenir l'activité de conception des agriculteurs ?

Je l'ai expliqué au début de ce Chapitre 3 : en choisissant de considérer que la conception de systèmes de culture était le fait des agriculteurs eux-mêmes, il m'a semblé nécessaire de creuser la réalité et les caractéristiques d'une activité de conception des agriculteurs. Ce sont des questions que j'ai particulièrement investies dans les années 2015-2018. La question qui vient ensuite dans la logique de mon projet de recherche, c'est celle du retour aux chercheurs agronomes. En quoi le fait de regarder une partie de l'activité déployée par les agriculteurs en train de changer comme une activité de conception a du sens pour penser la contribution des chercheurs agronomes à ces processus ? Au fil de mes travaux sur la conception de systèmes de culture, j'ai pu observer et participer à différentes contributions des chercheurs agronomes à de tels processus de conception. Je les décris dans cette partie avant de proposer une synthèse de ce que j'ai pu apprendre de ces différentes modalités de contribution.

Dans toute la suite, c'est bien sur les agronomes chercheurs que je me concentre. La plupart des conclusions que je tire ou des observations que je mène ont sans doute un sens également pour les agronomes du développement. J'en prends conscience dans les travaux que je mène avec des conseillers agricoles de la chambre de l'Yonne, sur l'AAC de Brienon, ou dans les travaux que je réalise avec les animateurs de captages AAC. Cela renvoie pour moi à toutes les recherches passées et en cours sur les agents de développement agricole, l'évolution de leurs métiers et de leurs compétences, portées notamment par Marianne Cerf, autant de recherches que j'ai peu investies (Cerf and Sagory, 2004; Cerf and Magne, 2007; Cerf et al., 2011, 2012, 2016, 2017; Guillot et al., 2013; Robert-Guillot, 2015).

3.1 Alimenter en connaissances

Une première proposition de l'agronome chercheur qui cherche à soutenir l'activité de conception d'agriculteurs est d'alimenter cette activité en connaissances agronomiques. On est là dans une proposition qui peut sembler extrêmement classique : celle du chercheur qui irrigue les acteurs du terrain de connaissances stabilisées relevant de son champ de spécialité. Si le chercheur peut effectivement être dans ce schéma, il me semble avoir vu et contribué à des processus plus fins, j'essaie d'en rendre compte dans cette partie.

Cette question de l'apport de connaissances que peut faire le chercheur pour soutenir l'activité de conception des agriculteurs est apparue dans de nombreux travaux :

- Ceux de la thèse de Quentin Toffolini. En s'intéressant aux connaissances mobilisées dans des processus de conception pas-à-pas d'agriculteurs, Quentin a orienté toute une partie de sa thèse sur la façon dont des connaissances agronomiques fondamentales avaient parfois un rôle décisif dans la réflexion des agriculteurs engagés dans le changement technique.
- Ceux relatifs aux ateliers de conception (voir Chapitre 2.2.2.1). J'ai expliqué qu'on a stabilisé petit à petit l'idée que les ateliers devaient comporter une part de synchronisation cognitive. Il s'agit que les participants partagent un socle de connaissances communes sur la situation problématique dans son état actuel et sur les mécanismes agronomiques à l'œuvre dans cette

situation. Cela passe par des apports qui sont notamment ceux des chercheurs. Comment choisir et trier les connaissances à apporter dans de tels moments, comment les mettre en forme et les communiquer : ces questions sont récurrentes lorsque le chercheur prépare de telles contributions. J'ai pu l'expérimenter lors de la préparation des ateliers de conception avec les agriculteurs à Briennon et je l'ai vu ressortir systématiquement lors de l'organisation d'ateliers de conception, que ce soit des ateliers de conception « type RMT », des ateliers issus de la théorie CK (ateliers KCP) (voir par exemple Berthet et al., 2016) ou dans les arènes de discussion entre animateurs et agriculteurs d'Aires d'Alimentation de Captage lorsqu'ils cherchent à faire émerger un plan d'action sur les pratiques agricoles.

- Ceux du projet Pestimute Gen où nous sommes penchés sur les objets de l'intermédiation et les connaissances agronomiques que l'on pouvait caractériser dans ces objets (voir le chapitre Parcours, paragraphe 3.3 ou Chapitre 3.2.2.3)

Je dégage deux lignes de réflexion suite à ces travaux. La première porte sur ce que les connaissances amenées par les chercheurs agronomes peuvent amener aux différents pôles du processus de conception (fonction des connaissances). La deuxième porte sur la spécificité des connaissances agronomiques qui seraient les plus utiles aux processus de conception (nature des connaissances).

3.1.1 Des connaissances agronomiques pour quoi faire ?

La littérature sur la conception (voir Chapitre 1.3.2, p.45) souligne qu'il y a différents pôles que l'on retrouve dans les processus de conception, renvoyant à la formulation de la problématique de conception qu'on cherche à traiter, à la formulation de solutions à cette problématique, et enfin à la façon dont les deux se répondent mutuellement (lorsqu'on commence à imaginer des solutions de conception, cela requestionne la problématique de conception et vice versa). J'ai expliqué que ces pôles recouvraient différentes phases citées classiquement par la littérature (voir Chapitre 1.3.2, p.45). Le premier inclue un travail sur la vision relative au futur qui sous-tend la conception, une compréhension de la situation actuelle et une représentation fonctionnelle de la problématique à résoudre. Le second recouvre la génération et l'exploration de solutions de conception. Le dernier utilise l'évaluation et l'implémentation pour faire vivre la co-évolution des deux pôles précédents.

L'agronome chercheur est plus spontanément attendu sur le **pôle « formulation de solutions »**. C'est ce que l'on observe dans de nombreux ateliers de conception. Le chercheur est invité à partager des connaissances qui vont permettre d'ouvrir la réflexion des participants aux ateliers. Le chercheur vient alors contribuer à la « cartographies des idées » qui est en train de se dessiner.

Néanmoins j'ai pu constater au fil des différents cas rencontrés que les connaissances amenées par le chercheur agronome permettent au moins autant de **formuler la problématique de conception**. Plus précisément, elles peuvent aider à définir une cible de conception, à construire une représentation du problème à résoudre et/ou à partager un diagnostic de la situation initiale, chacun de ces trois points contribuant à la formulation de la problématique de conception. Ainsi, sur l'AAC de Briennon, nous avons expliqué (Ravier et al., 2015; Prost et al., 2018) que l'apport de connaissances agronomiques avait :

1) aidé à construire une représentation fonctionnelle de la problématique à résoudre. Des apports de connaissances sur la dynamique de l'azote dans les systèmes de grande culture et les mécanismes de lixiviation de l'azote au cours du temps ont permis aux agriculteurs de choisir d'axer leurs efforts sur

les pertes d'azote plutôt que la fertilisation et de se construire une représentation des liens fonctionnels entre des pratiques et la qualité de l'eau ;

2) permis de partager un diagnostic de la situation actuelle. La réalisation d'un diagnostic des systèmes de culture présents sur le territoire et une estimation de leur contribution à la pollution de l'eau par les nitrates a aidé les agriculteurs à cibler prioritairement certaines successions de culture à travailler ;
3) contribué à définir l'objectif de conception. En caractérisant les systèmes de culture en place dans le territoire et en appliquant à ces systèmes des outils de calcul des pertes d'azotée potentielles (modèle de Burns, indicateurs INDIGO, modèle SystN), les agronomes ont pu fixer des cibles à atteindre permettant, dans l'état des connaissances, de reconquérir la qualité de l'eau dans l'AAC. Ces cibles ont constitué l'objectif à atteindre lors des exercices de conception de systèmes de culture futurs.

Ces trois éléments ont été décisifs pour parvenir à formuler une problématique de conception dont les acteurs puissent se saisir. Ce que l'agronome chercheur amène alors, ce sont ses compétences de diagnostic et ses propositions de modèles de fonctionnement des objets agronomiques qui peuvent être au cœur de la problématique de conception (dynamique de l'azote à Briennon, fertilisation, composition de mélanges variétaux, biologie des adventices, etc). Je rejoins ici des résultats de la thèse de Quentin Toffolini qui ont montré que la construction d'un raisonnement agronomique était un socle des processus de reconception des systèmes de culture par les agriculteurs. Les entretiens auprès des agriculteurs ont en effet montré qu'ils passaient par la reconfiguration de logiques agronomiques grâce à des connaissances qu'on pourrait qualifier de « fondamentales » (sur le fonctionnement ou les propriétés intrinsèques des objets biologiques), alors même qu'elles sont souvent considérées comme peu directement utiles à l'action. Nous avons alors étudié en détail la façon dont ces connaissances agronomiques fondamentales pouvaient s'articuler à l'action de l'agriculteur (voir Encadré 1 et Figure 27) (Toffolini et al., 2016a, 2017). Ces résultats valorisent et orientent l'apport de connaissances que peut faire un chercheur agronome dans les processus de conception pour contribuer à la formulation de la problématique de conception.

« La construction d'une logique agronomique repose sur la mise en relation entre des connaissances sur les objets biologiques et des connaissances sur les actions réalisées ou possibles de l'agriculteur. Dans l'exemple où les agriculteurs essayaient de se débarrasser du chardon, nous avons identifié quatre manières dont se construit ce lien. Première manière, l'action connue (celle des outils de préparation du sol sur la fragmentation des racines du charbon) est mise en relation avec une connaissance sur l'objet (la reprise de croissance de fragments de racines du chardon). La connaissance sur cette action (profondeur connue de travail du sol) amène alors à préciser ou étendre la connaissance sur l'objet biologique (la profondeur à laquelle se trouvent les racines, la taille minimale d'un fragment pouvant donner une nouvelle pousse). Une deuxième manière dont le lien est construit étend cette fois-ci la connaissance sur les actions possibles : une connaissance sur l'objet (repousse d'un fragment de racine) amène à identifier l'effet possible d'une nouvelle action qui n'a pas encore été réalisée (que devient le nouveau rhizome si on fauche la repousse trois fois de suite ?). Deux autres manières d'établir un lien sont la ré-interprétation de l'effet d'une action déjà réalisée (ex. la dispersion des ronds de chardons causée par les outils à disques fragmentant les rhizomes) et l'identification d'un indicateur (ex. le stade 6-8 feuilles du chardon, coïncidant avec le niveau minimum de ses réserves racinaires, comme un moment propice pour faucher dans une stratégie d'épuisement) ». (Toffolini et al., 2016a)

Encadré 1 : les différentes mises en relation entre connaissances sur des objets biologiques et connaissances sur les actions des agriculteurs (Toffolini et al., 2016a)

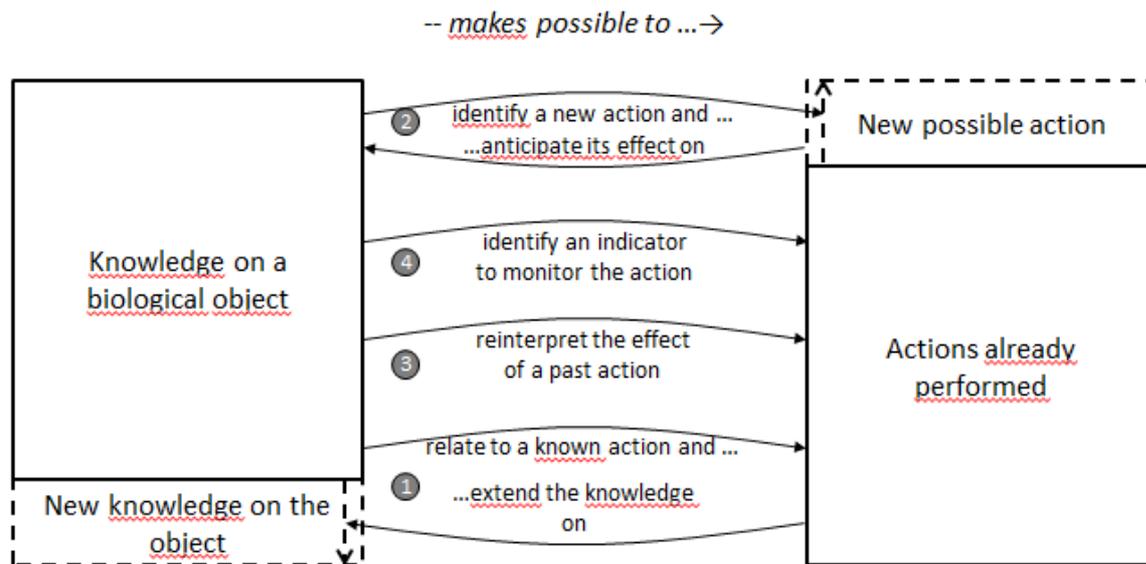


Figure 27: les différentes façons dont la connaissance est liée à l'action (les numéros en gris renvoient aux quatre types décrits dans l'encadré 1 (Toffolini et al., 2017))

Enfin, l'exemple de Brienon montre également que l'agronome chercheur peut alimenter en connaissances de sa discipline **les allers-retours entre formulation de la problématique de conception et formulation de solutions** via les connaissances investies dans les outils d'évaluation *ex ante* et *ex post*. Là encore, les travaux de thèse de Quentin Toffolini sont venus préciser la nature des connaissances susceptibles de soutenir les capacités d'évaluation de l'agriculteur tout au long de son processus de reconception. Dans le travail qu'il a mené sur les indicateurs utilisés par les agriculteurs dans ces processus (Toffolini et al., 2016b), il a montré par exemple la place prépondérante que prennent les indicateurs remplissant des fonctions de suivi-adaptation et de compréhension-réinterprétation. Mon hypothèse est que ces indicateurs permettent d'informer la façon dont le réel réagit aux changements opérés par les agriculteurs et ainsi de questionner leur représentation de la problématique à résoudre et les solutions qu'ils ont imaginées pour y faire face. Les indicateurs soutiennent alors l'ajustement fins-moyens (Steyaert et al., 2016) et permettent de suivre comment la situation réagit aux actions de l'agriculteur (Brédart and Stassart, 2017).

On voit donc que les connaissances amenées par l'agronome peuvent être utiles aux différents pôles des processus de conception : les connaissances que peuvent amener les agronomes ne sont pas que « défixantes » au sens où elles libèreraient la créativité des agriculteurs, elles sont utiles à l'ensemble des pôles que j'identifie dans les processus de conception. Cela milite, il me semble, pour que nous soyons beaucoup plus précis lorsque nous évoquons des phases de partage de connaissances, de synchronisation cognitive, de *grouding* dans nos méthodes de conception: ces appellations génériques recouvrent en réalité des enjeux variés pour les processus de conception.

3.1.2 Des connaissances agronomiques aux propriétés particulières ?

Au-delà de la « fonction » que les connaissances agronomiques peuvent avoir dans les processus de conception, j'ai essayé à plusieurs occasions de me pencher sur la « nature » de ces connaissances : à travers la thèse de Quentin Toffolini, le projet Pestimute Gen et plus récemment via la priorité PEPS (Partage d'Expériences et Production de Savoirs) du département SAD.

Ce qui me semble émerger, c'est que les connaissances amenées par l'agronome vont prendre du sens pour des agriculteurs engagés dans un changement technique si elles les aident à se construire un raisonnement agronomique sur les fonctions nécessaires à l'obtention d'un résultat (dit autrement les liens de cause à effet entre pratiques et résultats) et/ou si elles permettent aux agriculteurs de donner du sens aux observations et réinterpréter l'effet de leurs propres pratiques. Mais cette réponse est sans doute loin d'épuiser la question de la nature des connaissances qui sont susceptibles d'être utiles à la conception. En se penchant sur le contenu des partages d'expériences entre agriculteurs, la thèse de Celina Slimi permettra de continuer à creuser cette question et de la formuler peut-être différemment.

Un autre aspect de cette question, plus directement utile pour le chercheur agronome qui chercherait à alimenter en connaissances un processus de conception, porte sur la mise en forme de ces connaissances. Je parle d'un autre aspect de la question et pas d'une autre question, car les deux sont liées : la façon dont une connaissance est dite ou écrite conditionne beaucoup sa « nature ». Ce sont par exemple des questions que traite Chloé Salembier dans sa thèse de doctorat en cours (Salembier, 2019), qui porte sur l'analyse des pratiques innovantes (anormales, au sein d'anomalies) en fermes et la façon dont les agronomes s'en saisissent pour renouveler leurs raisonnements de conception. En s'intéressant aux supports écrits produits par les agronomes pour mettre en circulation ces « innovations agronomiques », elle étudie en quoi différentes formes contribuent différemment à des activités de conception. Ainsi proposer une connaissance sur la base de témoignages, ce n'est pas la même chose que de proposer cette même connaissance via un discours théorique, ou traduite en règles d'action. Elle analyse ainsi la nature des contenus agronomiques et notamment les liens systémiques présents dans ces écrits pour évaluer les capacités que ces supports offrent aux usagers pour concevoir des systèmes innovants (Prédire une solution idéale ? Aider à s'approprier une option technique? Imaginer des alternatives ?...). Ce sont aussi des questions qui seront traitées dans la thèse de Celina Slimi par le biais du concept d'expérience, et qui sont partagés au sein de la priorité PEPS du département SAD. On pourrait ainsi imaginer que les différents pôles des processus de conception ont besoin de différentes formes de connaissance, donc éventuellement de différentes mises en forme de ces connaissances, un peu comme Quentin Toffolini montrait dans sa thèse que les agriculteurs n'ont besoin de connaissances quantitatives qu'assez tard dans leur processus de reconception de leurs systèmes de culture.

3.2 Mettre en scène l'activité de conception

Une autre position du chercheur agronome que j'ai pu observer (non exclusive de la précédente) pour soutenir l'activité de conception des agriculteurs consiste à mettre en scène cette activité de conception des agriculteurs. L'agronome chercheur est alors au cœur de l'animation d'un dispositif qui permet cette mise en scène et en lumière de l'activité de conception. J'interprète ainsi la position des agronomes dans un certain nombre de travaux :

- Ceux relatifs à l'organisation d'ateliers de conception avec des agriculteurs, que ce soit ceux évoqués dans le Chapitre 2.2.2.1, par Berthet al. (2016) ou par Lefevre et al. (2014)
- la méthode Co Click'Eau développée par Guichard et al. (Chantre et al., 2016) pour accompagner les acteurs des Aires d'Alimentation de Captages (AAC) en amont de l'élaboration de leur plan d'actions visant l'amélioration de la qualité de l'eau,

- la méthode de modélisation d'accompagnement ComMod (Etienne, 2014) autour de nombreuses thématiques,
- le travail de thèse d'Elsa Berthet (Berthet, 2014b),
- la démarche développée dans le projet TATABOX (Bergez et al., 2019) pour concevoir un projet de transition agroécologique à l'échelle d'un territoire.

On pourrait sans doute citer bien d'autres initiatives, j'ai uniquement mentionné ici des projets que j'ai eu l'occasion de suivre ou de discuter avec leurs auteurs.

Dans ces travaux, l'idée des agronomes est d'organiser des temps dédiés à l'activité de conception qui n'existeraient pas sinon. La contribution des chercheurs agronomes se construit sur la base de leurs compétences sur la nature de l'activité de conception. Dit autrement, ce qu'ils valorisent dans ces approches, c'est leur expertise, leur connaissance de ce que sont des activités de conception. Ils assurent alors des fonctions décisives pour le processus de conception : ils peuvent s'assurer que les acteurs impliqués partagent un diagnostic de la situation, ils peuvent réfléchir aux moyens d'élargir l'exploration de solutions au-delà de solutions évidentes, ils peuvent être attentifs à garder la trace de tout ce qui s'échange (les voies explorées comme les voies abandonnées), ils peuvent réfléchir aux moyens de trier les solutions.

Ce qui me semble intéressant ici, c'est que les agronomes mettent en lumière l'activité de conception en fonction de leurs propres représentations des processus de conception. C'est donc l'occasion de mettre à jour ces représentations. J'en montre deux illustrations ci-dessous en reproduisant la façon dont la conception est représentée dans les ateliers de conception (Figure 28) et le projet TATABOX (Figure 29). Une des nuances que l'on peut y voir par exemple porte sur la prise en compte de l'implémentation et de ses effets comme faisant partie du processus de conception : c'est absent des ateliers de conception (l'implémentation n'est pas représentée), c'est davantage présent dans le projet TATABOX (qui intègre dans le processus de conception une réflexion sur les chemins à suivre pour parvenir à l'objectif visé) même si dans le temps du projet TATABOX, cette partie-là du processus n'a finalement pas été réalisée. De fait, lorsque la partie « conversation réflexive avec la situation » (pour reprendre l'expression de Schön) est évoquée, elle est de toute façon rarement déployée, d'une manière assez similaire à ce que je relatais sur la méthode de prototyping de Vereijken (voir Chapitre 2.2.1, p.75).

Je disais que cette position de mise en scène de l'activité de conception n'était pas exclusive de la précédente position, d'alimentation en connaissances. De fait les chercheurs agronomes développent une réflexion sur la diversité des apports de connaissances à faire selon ce qu'ils cherchent à organiser dans le processus de conception. Je prends simplement un exemple sur les ateliers de conception décrits par Reau et al. (Reau et al., 2012). Sur la base d'une analyse comparative d'ateliers, les auteurs identifient différents rôles qui doivent être tenus dans l'atelier (« *l'animateur, le savant en connaissances exploratoires, le savant en connaissances localisées, le meneur de changement et l'opérateur de l'évaluation* », Figure 28) et associent à chacun de ces rôles différentes contributions à faire (par les agronomes mais aussi d'autres).

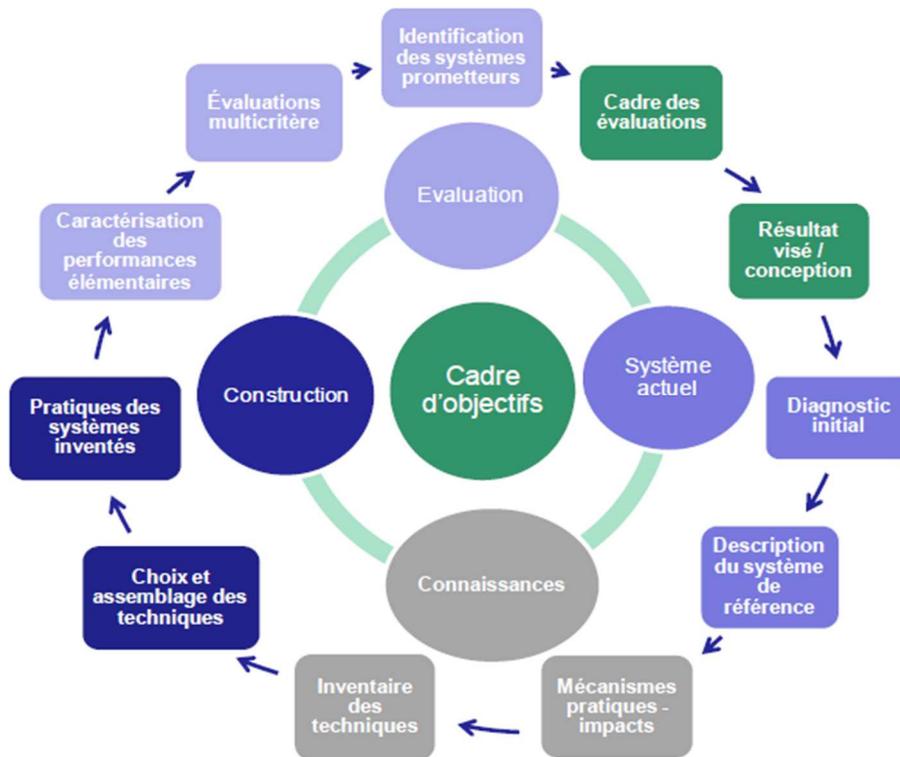


Figure 28: Représentation de l'activité lors des ateliers de conception de systèmes de culture (Reau et al., 2012)

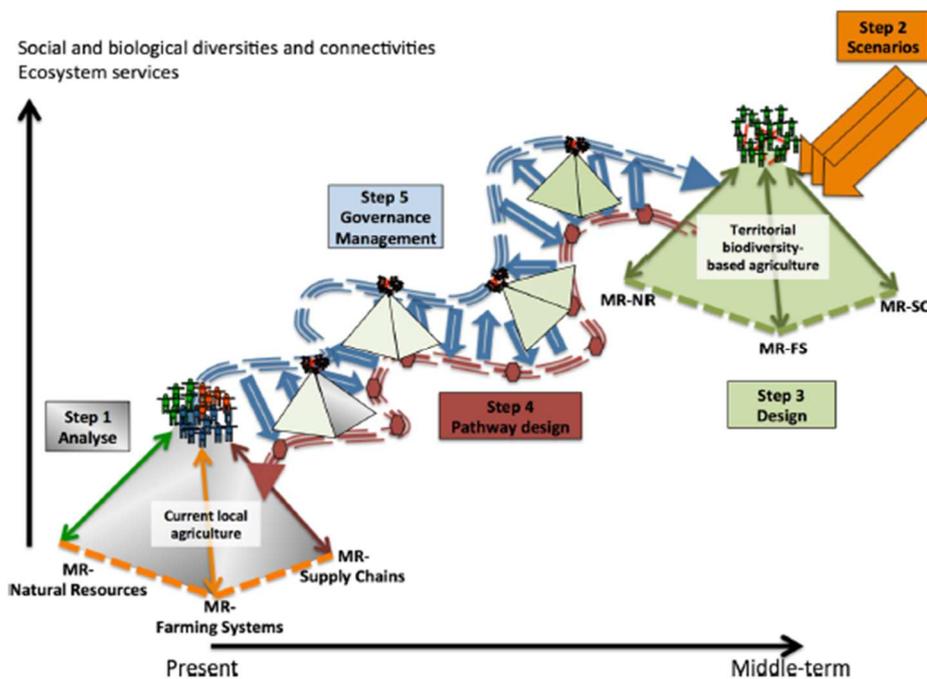


Figure 29: Représentation conceptuelle du processus de conception d'un territoire agroécologique dans le projet TATABOX (Duru et al., 2015)

3.3 Soutenir l'activité dans sa dynamique

Une troisième position du chercheur agronome peut être observée : celle de faire vivre le processus de conception de l'agriculteur dans une temporalité plus longue en tirant parti de l'implémentation des solutions imaginées pour continuer à faire vivre le processus de conception.

Il me semble qu'on peut citer ici les travaux qui se reconnaissent dans les démarches de conception pas-à-pas (voir p.84) (Chantre, 2011; Coquil, 2014; Toffolini, 2016; Husson et al., 2016). J'y relie également tous les travaux dans les installations expérimentales comme Alenya, Mirecourt, Gothéron, qui organisent des itérations autour d'expérimentations de systèmes imaginés en atelier (e.g. Coquil et al., 2014; Lefevre et al., 2015; Simon et al., 2017b; Cardona et al., 2018), ainsi que les travaux relatifs aux expérimentations des agriculteurs et à la façon dont les agronomes peuvent s'appuyer sur ces expérimentations pour accompagner les agriculteurs dans leurs processus de changement (Catalogna, 2018). On trouve aussi dans ces travaux la dynamique instaurée sur l'AAC de Briennon après la formulation du plan d'action pour le territoire. Le tableau de bord développé à Briennon a en effet été pensé pour donner à voir et conduire un processus de conception *pas à pas* qui tirerait parti de l'implémentation de solutions de conception dans le réel (voir p.84).

Les agronomes investis dans ces travaux se situent alors bien dans le creux évoqué au paragraphe précédent, celui qui vise à outiller et soutenir les itérations que provoque l'implémentation de solutions de conception. La réponse des chercheurs agronomes à cet enjeu est principalement formulée en termes d'évaluation. Il s'agit de faire vivre une évaluation *in itinere* des solutions de conception en train d'être implémenté, via le suivi d'indicateurs donnant à voir l'impact des pratiques sur les processus d'intérêt. Dans l'exemple du tableau de bord développé à Briennon, on organise le suivi de plusieurs indicateurs (azote mobilisé dans la biomasse, reliquats d'azote avant drainage, évaluation des pertes potentielles via l'outil SystN, etc.) informant l'impact des pratiques sur les pertes d'azote au moment du drainage hivernal et la qualité de l'eau à l'échelle de l'AAC. Lors de la thèse de Q. Toffolini, nous avons pointé le renouvellement que cela nécessite dans la production d'indicateurs par les agronomes (Toffolini et al., 2016b). Les indicateurs qui aident l'agriculteur à positionner l'effet de ses actions dans une dynamique plus large (ayant des fonctions de suivi et d'adaptation de l'action, d'anticipation et de compréhension ou réinterprétation) sont encore trop peu nombreux. Ils renvoient souvent à l'observation d'états intermédiaires là où les chercheurs agronomes se sont concentrés sur l'évaluation d'impacts des pratiques et des performances globales des systèmes.

Une fois les moyens de l'évaluation définis, un autre enjeu pour l'agronome est de savoir comment cette évaluation nourrit le processus de conception. Elle est souvent utilisée pour réalimenter de nouveaux moments de créativité. Le travail sur l'AAC de Briennon a aussi été l'occasion de pointer la nécessité de coupler l'évaluation au « projet » de conception: l'évaluation doit être rapportée à la volonté relative au futur qui tend le processus de conception. Non pas dans l'esprit de graver dans le marbre cette volonté relative au futur mais au contraire pour la remettre en tension au prisme de ce qui se produit dans la réalité. Le tableau de bord avait aussi cette vocation de permettre de relier ce qui est fait à ce que ça produit et ce que ça vise. On est là au cœur du pôle « ajustement entre formulation de la problématique de conception et solutions de conception » des processus de conception.

3.4 Le chercheur agronome, soutien des activités de conception des agriculteurs : un animateur ?

Lorsqu'on regarde les différentes positions que le chercheur agronome peut prendre pour soutenir l'activité de conception des agriculteurs, on peut s'interroger. En réaffirmant le rôle fort de l'agriculteur dans la conception, quelle place reste-t-il à l'agronome ? On pourrait avoir tendance à penser ce rôle en distinguant un rôle d'apport de connaissances et un rôle d'animation. Ce qui interrogerait alors sur la légitimité du chercheur à prendre un rôle d'animation. Revenir à l'idée d'écosystème de conception évoquée plus haut permet, il me semble, de dépasser cette opposition. L'agronome doit contribuer à créer et faire fonctionner cet écosystème au côté de l'agriculteur.

Je l'ai dit plus haut, on peut considérer que l'agriculteur est un concepteur non professionnel. Que peuvent apporter les chercheurs agronomes à des concepteurs non professionnels ? Si on choisit de dire que les chercheurs agronomes sont, pour certains d'entre eux, des concepteurs plus aguerris, on peut alors s'inspirer du travail de Manzini (2015) sur le design pour l'innovation sociale. Il évoque 4 modes par lesquels des designers experts peuvent soutenir des designers non professionnels : 1) « *facilitateur* » : il s'agit d'aider à adopter et à maintenir une « approche de conception » : en soutenant l'exploration, en soutenant des processus de convergence permettant d'aboutir à une solution, en encourageant à motiver les choix faits, etc ; 2) « *activiste* » : il s'agit de déclencher des processus de conception qui n'auraient pas lieu sinon. Dans le cas du design social qui l'intéresse, Manzini dit que les designers prennent alors le rôle d'activistes qui initient de nouvelles organisations collaboratives, ils cherchent à provoquer de nouvelles opportunités ; 3) « *stratège* » pour soutenir la dimension organisationnelle et stratégique de la conception : penser les synergies, les collaborations, les effets systémiques et les faire vivre concrètement ; 4) « *promoteur d'une culture de la conception*¹⁸ », ce que je comprends comme le fait d'exercer une capacité critique constructive, fondée sur l'expérience pour rendre le processus plus signifiant et faire valoir les grands principes du raisonnement de conception. Il me semble que ces catégories permettent une relecture de tout ce que l'on pourrait avoir tendance à mettre derrière l'expression « l'agronome, animateur de processus de conception » : il peut l'initier, le faciliter, en porter le projet stratégique, tenir le respect du processus dans les grands traits de ce que sont les processus de conception. Il le fera d'autant mieux qu'il aura lui-même une culture affirmée de ce que sont les processus de conception. Cela fait partie des raisons pour lesquelles je trouve important pour la discipline agronomique qu'elle sache encore mieux tirer parti des *design studies*, qu'elle prenne conscience des proximités entre ce qu'elle porte et ce que les *design studies* travaillent pour s'y professionnaliser. Nous ne sommes qu'à mi-chemin d'être réellement des concepteurs experts dans la discipline agronomique. En tout cas il me semble que cela affaiblit l'idée que l'agronome chercheur intervient dans l'activité de conception des agriculteurs uniquement au titre des connaissances agronomiques qu'il porte. Il y a bien une distribution des compétences qui s'exerce entre agronome et agriculteur au sein de l'écosystème de conception. Là aussi je renvoie au travail de thèse de Chloé Salembier (2019) qui analyse plus finement d'une part les

¹⁸ "Before being a technique, design is a capacity for critical analysis and reflection, with which design experts produce knowledge, visions, and quality criteria that can be made concrete in feasible proposals.[...] From this point of view, which has its roots in the idea of "cultura del progetto" [design culture] from the Italian design tradition, design culture can be defined as the "meaningful context" in which a new project is conceived and developed and in which new meanings are produced" (Manzini, 2016)

raisonnements agronomiques spécifiques que déploient les agronomes pour savoir tirer parti des pratiques innovantes pour alimenter la conception d'autres agriculteurs et d'autre part, la façon dont des agronomes (pas uniquement chercheurs en l'occurrence) parviennent à organiser une exploration collective autour d'un projet, en faisant circuler des objets très variés pour y parvenir.

Il reste néanmoins la question de savoir en quoi cette position de l'agronome impacte son activité scientifique, c'est-à-dire sa production de connaissances scientifiques, c'est ce que je développe dans le chapitre suivant.

Ce Chapitre 3 a été dédié à l'activité de conception des agriculteurs. J'ai expliqué pourquoi il m'avait semblé intéressant de regarder l'activité d'agriculteurs investis dans un changement technique par le prisme des activités de conception. J'ai relaté ensuite les différentes investigations que j'avais faites autour de cette activité, en insistant sur sa dimension cognitive puis sa dimension processuelle, individuelle et collective. J'ai ensuite rapporté les différents types de contribution que les chercheurs agronomes peuvent faire à ces activités de conception, contributions que j'avais pu observer ou auxquelles j'avais pu participer. Toutes renvoient à la nécessité, pour le chercheur agronome, d'avoir une représentation construite des activités de conception afin de mieux comprendre comment les soutenir avec ses compétences agronomiques. Cela construit une vision du chercheur agronome qui conceptualise une partie de ses travaux comme relevant de la conception, soit qu'il conçoive lui-même, soit qu'il se place en soutien à la conception d'autres. Dans les deux cas, cela ouvre, il me semble, la question de savoir en quoi sa production de connaissances scientifiques en est impactée. C'est ce que je traite dans le Chapitre 4, qui s'interroge sur la façon dont la recherche agronomique est une recherche par le design.

Chapitre 4. La recherche agronomique orientée vers l'action, une recherche par le design ?

*Dans plusieurs textes de réflexion sur les sciences du design, Alain Findeli a proposé de classer les formes de recherches en design déclarées comme telles en trois groupes (Findeli, 2004, 2010, 2015; Findeli and Bousbaci, 2005): les recherches **pour** le design (qu'on met en œuvre dans le cadre d'un projet de design devant aboutir à un produit ou un objet, qui donnent peu lieu à de la publication scientifique et qui sont à refaire à l'occasion de chaque projet), les recherches **sur** le design (qui mettent en œuvre le point de vue, les outils méthodologiques et les cadres théoriques propres à une discipline scientifique particulière pour examiner des objets ou des phénomènes relevant du monde du design) et les recherches **par** le design, correspondant à un type de recherche 'actif', situé et engagé dans le champ d'un projet de design (d'où sa traduction anglaise : project-grounded research). Ces recherches **par** le design viseraient à « dire des choses sur le monde qu'aucune autre discipline scientifique ne saurait dire ou dire aussi bien, donc en accroissant l'intelligibilité du monde » (Findeli, 2004). Cela repose sur l'idée d'une spécificité du regard que le design porte sur le monde : la conception devient alors un moyen de connaître le monde. Cela rejoint, il me semble, la design culture de Manzini que j'évoquais dans le chapitre précédent (Chapitre 3.3.4).*

La recherche agronomique relève-t-elle de cette culture de la conception ? Est-elle une recherche par le design ? Ma proposition est de défendre l'idée que l'agronomie en tant que discipline scientifique guidée par l'action et la transformation se rapproche d'une recherche par le design mais pourrait l'être encore davantage. Ce chapitre vise à étayer cette affirmation puis à en explorer les implications épistémologiques. J'expliquerai ainsi dans une première partie que cette proposition permet de relire le lien entre agronomie et action. Ce lien entre agronomie et action est pour moi constitutif de la discipline, comme il peut l'être d'autres disciplines ingénieriques et il est d'autant plus critique dans des contextes de questionnement fort de la discipline comme on peut en vivre aujourd'hui, avec les impacts que provoquent les réflexions sur les modèles agricoles à faire advenir. Je me pencherai ensuite sur les implications de cette proposition en termes de production de connaissance : il faut clarifier en quoi cette forme de sciences produit des connaissances scientifiques originales (sous-entendu par rapport à d'autres modes de production de connaissances, plus académiques).

1 Le prisme de la conception pour penser les liens entre agronomie et action

1.1 Les approches « conception » ont un lien particulier à l'action

Se placer dans une approche de conception, c'est, il me semble, assumer un engagement dans l'action, qui est orienté par une volonté de transformation, de performativité. Simon l'exprime dans sa proposition initiale (1969) de différencier sciences naturelles (*natural science*) et sciences de l'artificiel (*sciences of the artificial*) qu'il identifie au *design*. Les premières considèrent le monde comme un objet (d'enquête, à connaître) alors que les autres considèrent le monde comme un projet (de *design*, à réaliser) comme l'a formulé Findeli (2010, 2015). Simon associait donc les sciences naturelles à la compréhension de ce qui est, et les sciences de l'artificiel à la production de ce qui devrait être. Revendiquer une approche de conception traduit donc une intention transformatrice, un projet, une volonté d'agir sur le monde. Cette idée que la conception se démarque par son « projet » est un constat très largement partagé dans les *design studies*, même si les termes pour l'évoquer varient : les auteurs parlent de visée « projective », « prescriptive », « normative » ou encore « synthétique ». C'est ce que j'appelle aussi la dimension ingénierique de la conception. .

Ce qui m'intéresse alors, c'est de tenter d'analyser l'agronomie comme une discipline qui a une approche de conception en me basant sur son lien à l'action. Je fais ce pari, ce choix, car il me semble susceptible d'aider la discipline agronomique à se régénérer en mobilisant des réflexions produites dans le champ de la conception, j'y reviens dans la partie Chapitre 4.1.3. Mais auparavant, j'explique que l'agronomie se questionne en réalité sur son lien à l'action depuis son apparition. C'est en effet une des grandes questions que les chercheurs agronomes débattent lorsqu'ils réfléchissent à leur discipline, notamment en France depuis les années 1970 grâce aux travaux initiés par Hénin, Sebillotte, Papy ou Deffontaines et qui sont au cœur du département SAD (Sciences pour l'Action et le Développement) de l'INRA.

1.2 Quel rapport à l'action la discipline agronomique entretient-elle ? une question aussi ancienne que la discipline

Pourquoi parler du lien à l'action de l'agronomie ? Parce qu'il me semble que l'agronomie est fortement orientée par et vers l'action. Elle porte historiquement sur la parcelle cultivée inscrite dans une exploitation et cette parcelle ne peut se concevoir sans considérer celui qui la cultive, ses objectifs, ses décisions, ses actions et ses liens au territoire et aux autres acteurs du monde agricole. Beaucoup d'agronomes ne travaillent donc pas uniquement à comprendre ce qui se passe dans les parcelles. Ils travaillent aussi avec l'idée qu'ils peuvent le transformer, en accompagnant, en équipant les agriculteurs qui cultivent les champs ou plus largement les acteurs du monde agricole au sens large qui agissent sur le champ et dans le champ. C'est dans cette agronomie que je me situe.

Or cette agronomie s'interroge sur son rapport à l'action depuis son apparition, il me semble. Le travail généalogique qu'a effectué Chloé Salembier dans la première partie de sa thèse (Salembier et al., 2018) le souligne : en étudiant les formes de raisonnement des agronomes depuis le XVIII^{ème} siècle, elle montre que ces formes sont très liées à la proximité que les agronomes ont construite aux agriculteurs, à leurs exploitations agricoles et leurs pratiques au fil du temps (l'inclusion de la recherche dans les

fermes ou hors des fermes, la construction des questions de recherche en lien avec les agriculteurs ou pas..). On peut également retrouver ces interrogations sur le rapport des agronomes à l'action au fil de l'histoire dans les ouvrages de Boulaïne (1995), Robin et al. (2007, notamment les chapitres de Denis et Jouve), Mazoyer et Roudart (2017) et dans la synthèse que Berthet en avait faite dans sa thèse (Berthet, 2014b).

Ces travaux le montrent, les interrogations sur le rapport entre la science agronomique et l'action s'amplifient dans les dernières décennies et c'est ce qui offre une place, à mon sens, à un discours sur la conception dans la discipline. Comme le rappellent Cerf et Joly dans leur rapport « Sciences Sociales et Action » (Cerf and Joly, 2002), ces interrogations ont été vives dès la création de l'INRA : « *Une controverse (la « polémique Maurice Lemoigne-Charles Crépin » Cranney, J. (1996). INRA. 50 ans d'un organisme de recherche. Paris, INRA) oppose alors les partisans d'une biologie fondamentale et ceux qui défendent une recherche agronomique impliquée dans les contextes d'action et s'appuyant sur les réseaux d'expérimentation des services de recherche agronomiques. La création du département SAD constitue une première réponse institutionnelle à ces questions* ». Et elles vont ressurgir très régulièrement, à chaque fois que l'INRA s'interrogera sur sa façon d'articuler la fonction d'acquisition des connaissances et celle de leur utilisation (voir aussi Cornu et al., 2018) mais aussi bien au-delà de l'INRA, comme en témoignent les travaux de *Science & Technology Studies (STS)* sur les rapports science-société, la production de connaissances scientifiques et l'utilité de la science (e.g. Gibbons et al., 1994; Pestre, 1997). Ces interrogations sont aujourd'hui tout particulièrement ravivées par les débats relatifs à la transition agroécologique. Plusieurs auteurs postulent ainsi que l'agroécologie nécessite de repenser la façon dont l'agronomie modélise l'action, notamment pour savoir traiter de la singularité des situations et de leurs potentialités (Gliessman, 1992; Altieri, 2004; Doré et al., 2011).

Ces débats sur le rapport de l'agronomie à l'action se traduisent dans la pensée des chercheurs agronomes en France. Ainsi Stéphane Hénin soutient au début de l'année 1944 une thèse de doctorat d'université en philosophie des sciences, intitulée « Essai sur la méthode en agronomie », dans laquelle il s'interroge sur la façon scientifique de produire des connaissances dans un domaine de recherche appliquée, sur des objets complexes, en présence de résultats peu précis. Ces débats se retrouvent aussi dans une grande partie des écrits de Michel Sebillotte qui s'interrogera toute sa carrière durant sur la nature de l'agronomie et son épistémologie particulière (e.g. Sebillotte, 1974, 2000; Doré and Boiffin, 2012). J.P. Deffontaines, M. Petit, P.L Osty, J.M Meynard, J. Boiffin, F. Papy, T. Doré, B. Chevassus-au-Louis, M.H. Jeuffroy et bien d'autres encore vont tous produire des écrits à ce sujet (Deffontaines and Osty, 1977; Osty, 1978; Landais et al., 1988; e.g. Chevassus-au-Louis, 2006; Jeuffroy, 2009; Doré and Boiffin, 2012).

La question du rapport que l'agronomie entretient à l'action et la façon dont ce rapport conditionne ses objets, ses méthodes, sa production de connaissances n'est donc pas nouvelle, loin de là, dans l'agronomie notamment française. La proposition de mes recherches est de réirriguer cette question en la problématisant via le prisme de la conception.

1.3 La pertinence du prisme « conception » pour analyser le rapport de l'agronomie à l'action

Je pense qu'il faut distinguer deux registres pour penser l'utilité des travaux sur la conception à l'agronomie : leur utilité par rapport à une agronomie à dimension ingénierique d'une part, leur utilité

pour faire avancer l'agronomie dans le contexte de transition agroécologique et de questionnement des modèles de production agricole plus largement d'autre part.

1.3.1 Pour gagner en efficacité sur la dimension ingénierique de l'activité des agronomes

Je résumerai le premier registre d'argument ainsi : penser l'action des agronomes qui souhaitent outiller l'action comme un travail de conception, c'est utile pour que les agronomes soient plus efficaces dans la dimension ingénierique de leur activité. A partir du moment où des agronomes s'engagent dans un travail ingénierique, alors ce travail peut être optimisé, rendu plus efficace, plus efficient, en mobilisant les travaux sur la conception. C'est ce que j'ai essayé de démontrer dans les deux chapitres précédents. Que ce soit l'activité de l'agronome qui conçoit des artefacts pour le monde agricole ou celle de l'agronome qui se place en accompagnement des processus de conception des agriculteurs, ces activités gagnent à être pensées et analysées en des termes renvoyant aux *design studies* car cela fournit aux agronomes des ressources pour améliorer leur intervention. L'agronome peut être un concepteur d'OAD plus efficace s'il se dote de moyens de ramener l'activité des utilisateurs dans ses processus de conception. L'agronome peut d'autant mieux accompagner les agriculteurs dans la reconception de systèmes de culture s'il est conscient de l'importance de bien définir la vision relative au futur que portent les agriculteurs, de formuler de façon assez systémique la problématique que l'agriculteur se donne à résoudre, de partager et mettre en forme des connaissances agronomiques qui permettront aux agriculteurs de se construire une représentation des processus à l'œuvre, de donner à voir la façon dont l'implémentation des solutions de conception questionne ces représentations, etc. Mon idée, ici, est que les agronomes se professionnalisent en termes de conception pour être plus efficaces dans la part de leur activité qui a une dimension ingénierique. La discipline agronomique a investi fortement, depuis les années 1960 notamment, des approches très analytiques et compréhensives, en écophysiologie, pédologie, écologie. Il me semble qu'il est nécessaire désormais de réinvestir au moins autant une réflexion sur le caractère « appliqué » de l'agronomie et les conséquences que cela entraîne pour la discipline. Les travaux sur la conception me semblent pouvoir contribuer à cela.

Et comme je m'intéresse encore plus spécifiquement à l'activité des chercheurs agronomes, je peux formuler une idée supplémentaire. J'ai la conviction que les travaux sur la conception peuvent permettre de penser la production de connaissances agronomiques des chercheurs agronomes. Ces travaux peuvent contribuer à faire émerger des champs de connaissances à explorer, ils peuvent aussi guider dans la reformulation de certaines connaissances. Je reviendrai sur cet angle spécifique de la production de connaissances dans la partie 2 de ce chapitre (Chapitre 4.2).

1.3.2 Pour que l'agronomie relève les enjeux actuels du monde agricole

Au-delà d'une utilité des travaux sur la conception pour l'ensemble des agronomes qui intègrent une dimension ingénierique à leur activité, je vois un deuxième intérêt à mobiliser les *design studies* en agronomie. Je vois le prisme de la conception comme une ressource pour que l'agronomie relève les défis actuels de la durabilité qui s'imposent au monde agricole. Dit autrement, ces enjeux amplifient la pertinence des travaux sur la conception pour l'agronomie.

A un moment où de nombreux acteurs plaident pour un changement de modèle agricole face à l'épuisement des ressources naturelles et la responsabilité de l'agriculture dans cet épuisement mais

aussi la malnutrition mondiale et les questions relatives aux conditions de travail des agriculteurs et salariés agricoles, les enjeux qui traversent le monde agricole impliquent-ils que l'agronomie soit renouvelée pour y faire face ? Plusieurs travaux le suggèrent. Barbier et Goulet (2013) ouvrent un certain nombre de questions afin d'envisager un cadre dans lequel raisonner de nouvelles approches pour analyser, évaluer et concevoir des pratiques agricoles écologisées ; Vanloqueren et Baret (2009) ont souligné les effets de dépendance entre les pistes investiguées par la recherche agronomique au sens large et les possibilités d'innover dans le monde agricole ; Girard (2014) a souligné les enjeux pour la recherche agronomique en termes de production de connaissances face à l'enjeu de transition écologique des systèmes agricoles ; Chevassus-au-Louis (2006) plaide pour refonder la recherche agronomique vers une recherche plus intégrée, plus systémique qu'il appelle « agronomie intégrale » ; Salembier et al. (2018) défendent l'idée que la discipline agronomique entre dans un régime de conception marqué par de nouveaux raisonnements depuis les années 2000 ; Larrère & Larrère (2018) argumentent que l'agroécologie relève d'une culture technique du « faire-avec » reprenant l'expression déjà utilisée par Lémery (Lémery et al., 2005) pour sérier différentes façons d'agir en situation d'incertitude, alors que l'agronomie relèverait d'une culture du « faire » contrôlant les conditions de production « contre » la nature ; Cohen (2017) développe l'idée que l'agroécologie repose sur une épistémologie de l'enquête, un mode d'administration de la variation, que l'agronomie a perdu à un moment de son histoire

Comment les travaux sur la conception pourraient-ils aider à renouveler, régénérer l'agronomie ? Ils peuvent être utiles si l'on réinterprète ce renouvellement comme l'expression d'un besoin de « générativité », c'est-à-dire de génération d'idées radicalement nouvelles. L'idée serait alors que l'agronomie a besoin d'activer des processus de conception « radicale » (e.g. Verganti, 2011; Yannou, 2015), « non routinière » (e.g. Gero, 2000), « créative » (e.g. Cross, 1997) ou « innovante » (Le Masson et al., 2006). Comme on le voit, il existe une multitude d'expressions pour renvoyer à des processus de conception particulièrement expansifs. Celle de « conception innovante » s'est imposée, il me semble, dans l'agronomie française mais toutes partagent globalement l'idée que de tels processus de conception ont vocation à défricher des directions de conception particulièrement innovantes. Ainsi, la « conception innovante », telle qu'elle est définie par les travaux relatifs à la théorie C-K, est une conception où l'identité de l'objet en cours de conception est complètement révisée, que ce soit sa fonction, ses objectifs ou ses critères de performance (Le Masson et al., 2006). Ma proposition est donc que les enjeux de transformation de l'agriculture, au moins en France, et très probablement dans une large partie des pays développés, confrontent agronomie et agriculture à un besoin de conception innovante (j'emploie ici ce terme comme synonyme à « radicale », « non routinière », « créative ») (Prost et al., 2017a) .

Dans quelle direction orienter ce besoin de conception innovante ? Sur cette question, j'ai fait le choix de m'inscrire dans un courant qui considère que l'enjeu est de passer d'une agriculture industrialisée à une agriculture qui mise sur les régulations biologiques, un modèle d'agroécologie donc, si l'on veut bien adopter cette définition assez générale. Et c'est avec cette finalité que je travaille. Mais les travaux relatifs aux formes les plus innovantes des processus de conception pourraient sans doute aussi permettre d'explorer d'autres modèles d'agriculture.

Dans l'espace d'une agriculture plus agroécologique, les enjeux en termes de conception sont nombreux. Les mettre à plat serait un travail important à faire, il me semble, et à discuter au sein des

communautés de recherche sur l'agroécologie. Enjeux relatifs aux échelles spatiales et temporelles à considérer dans la conception, enjeux relatifs aux collectifs qui sont légitimes à concevoir, enjeux relatifs au niveau de plasticité et d'adaptativité que requièreraient des processus de conception de systèmes agroécologiques dans un contexte d'incertitudes croissantes, aussi bien climatiques qu'économiques. ... J'ai commencé à les discuter dans l'article publié sur le travail réalisé à Briennon (Prost et al., 2018) mais cela reste à poursuivre. Une partie de ces enjeux se posent en termes de diminution de l'artificialité des conditions de production et ils font d'ailleurs écho à des enjeux plus larges qu'affrontent les designers. Gero (in Papalambros, 2015) formule ainsi « *today, we inhabit a world that is increasingly designed and where the natural component of our world continues to decrease* ». Il s'agit alors de penser une conception qui ne se résume pas à un processus de maîtrise téléologique mais qui pense la place du non maîtrisable et du non connaissable, deux éléments que les agronomes rencontrent souvent dans leur travail sur du vivant soumis aux conditions climatiques.

Les apports que l'on peut attendre des travaux sur la conception sont de plusieurs ordres :

- Ils encouragent à réfléchir sur le sens du projet agroécologique. J'ai mentionné dans le Chapitre 1 tous les débats relatifs au rôle du *design* pour construire du sens (Chapitre 1.2.4, p.42). Ces travaux rappellent que toute conception embarque un projet « politique » et que les concepteurs ont une responsabilité quant à ce qu'ils font advenir à travers les objets qu'ils conçoivent. Cela oblige, il me semble, à embarquer dans la réflexion des agronomes sur les modèles agricoles à défendre cette dimension politique qui reconnaît à tous le droit de participer à la construction de ce qui fait projet, collectivement, pour l'agriculture et pour l'agronomie. Les *design studies* sont loin d'avoir épuisé la question de savoir comment on s'y prend pour construire des projets qui embarquent cette dimension politique, et d'autres disciplines ont des choses à dire sur ce sujet. Je pense notamment aux STS et ses travaux sur la construction et l'anticipation des futurs (e.g. Robinson, 2009) ou à l'ergonomie prospective (Brangier and Robert, 2014). Néanmoins les débats à l'œuvre dans les *design studies* nous signalent, il me semble, l'intérêt voire la nécessité de nous pencher sur ces questions.
- Par son modèle dialogique qui insiste sur le couplage entre « formulation de la problématique de conception » et « formulation de solutions de conception », la conception pointe l'importance d'une réflexion sur la façon dont les deux se couplent, s'articulent. Cette articulation se fait via la mise à l'épreuve, concrètement, des solutions qui permettraient de répondre à la problématique de conception. La confrontation au réel est donc centrale dans le couplage. Or penser ce couplage peut s'avérer clé pour faire advenir une agriculture agroécologique qu'on présente souvent comme une agriculture où chaque agriculteur doit terminer la conception de son système de production par lui-même, à partir de son contexte et de son projet. J'ai souligné à plusieurs reprises les questions que pose cette articulation (Chapitre 1.3.2, Chapitre 1.3.3, Chapitre 3.1.5, Chapitre 3.3.3), en expliquant qu'elle renvoie en partie à un travail sur les indicateurs permettant de suivre *in itinere* la façon dont la situation répond aux changements implémentés, mais qu'il y a sans doute d'autres voies à réfléchir pour l'agronomie pour donner à voir ce couplage. Explorer ce que disent les *design studies* de cette articulation peut alors être une ressource pour soutenir cette réflexion.
- Au niveau des raisonnements à mettre en œuvre, les travaux sur les formes les plus innovantes de conception encouragent à se pencher sur les façons de soutenir la générativité des concepteurs. Il y a ainsi une réelle plus-value à tirer profit de tout ce que les *design studies* ont

pu écrire autour de la créativité. Il y a énormément de littérature qui a été publiée sur ce sujet (Crilly and Cardoso, 2017), je l'ai peu investie pour l'instant mais elle regorge de techniques, méthodes, outils permettant de « défixer » les participants à des réunions de conception. Cela peut inspirer les agronomes pour conduire leurs travaux avec d'autres acteurs, par exemple dans le cadre d'« ateliers de conception » (e.g. Reau et al., 2012; Berthet et al., 2016). Les agronomes peuvent également mobiliser ces outils de créativité sur leurs propres travaux, pour faire apparaître le champ des questions qu'ils explorent et celles qu'ils laissent de côté (e.g. Vourc'h et al., 2018a) et ainsi organiser leurs travaux dans des directions innovantes. Il sera particulièrement intéressant de chercher à coupler cette préoccupation de générativité à une prise en compte des situations réelles : j'ai montré dans les chapitres précédents que la confrontation au réel ne se contente pas de borner l'exploration, c'est aussi un levier de générativité. Cela suppose néanmoins qu'on décrypte plus finement à quelle condition l'implémentation, la confrontation au réel peut être générative.

- Enfin dernier élément familier des designers et qui pourrait être utile aux agronomes pour les outiller dans une réflexion sur le renouvellement de leurs concepts, celui de la dimension sensible des objets conçus. Je l'ai évoqué plus haut, le design embarque une dimension esthétique, une attention à la forme, qui ne doit pas prédominer sur toutes les autres mais qui existe bien. Or c'est une dimension qu'on a peu considérée en agronomie. Du moins en a-t-on trop peu parlé dans le champ de la recherche et du développement. S'intéresser aux apports potentiels du design pour l'agronomie peut être une occasion de reproblématiser le rapport sensible que l'on peut avoir avec les objets agronomiques. Le champ, le paysage, le territoire sont marqués par les choix d'espèces ou de races, d'architecture de plantes pérennes, d'aménagements hydrauliques ou fonciers et ceux, moins visibles, qui en découlent (sol, flore et faune sauvages...). Les arrangements créés par ces objets sont complexes et parfois malmenés par les évolutions de l'agriculture. La dimension sensible et l'attention à la forme font partie de cette complexité et restent à redécouvrir, on en voit des traces dans la permaculture par exemple (e.g. Ferguson and Lovell, 2014). Dans cette logique, IDEAS a initié depuis deux ans des rapprochements avec des étudiants designers. Cela s'est manifesté d'une part du côté de la formation AgroParisTech où Alexandra Jullien organise un module de travail commun entre des étudiants ingénieurs agronomes et des étudiants designers. Cela s'est manifesté d'autre part par une commande, pilotée par Marianne Cerf, aux étudiants de l'ENSCI (Ecole Nationale Supérieure de la Création Industrielle) sur la conception d'outils susceptibles d'aider des agriculteurs et des conseillers à repenser leurs systèmes de culture vers des systèmes moins consommateurs d'intrants. Les propositions formelles qu'ont faites les étudiants ont été très variées : certaines ont mis l'accent sur les équilibres dans le système, d'autres sur l'aspect rotation, d'autres sur l'aspect spatial, etc. Cette diversité a été inspirante pour les chercheurs agronomes, dans le sens où elle montrait que la complexité des interactions embarquées par la notion de système de culture est sans doute trop large pour être traitée par un seul objet, une seule approche. La valorisation de ces travaux très récents reste à construire mais ces expériences montrent la richesse des interactions potentielles entre design et agronomie.

1.3.3 Quel retour de l'agronomie aux *design studies* ?

J'ai décrit dans le paragraphe précédent comment les travaux sur la conception peuvent permettre d'aider à aller vers une agriculture plus agroécologique. On peut également s'interroger sur le sens inverse : comment l'agronomie et l'agroécologie peuvent questionner les travaux sur la conception ? Je ne sais pas encore bien répondre à cette question mais nous avons fourni deux premières pistes de réponse dans l'article collectif Prost et al. (2017a).

Notre premier point a été de dire que la confrontation des *design studies* aux problématiques d'un monde agricole en route vers l'agroécologie plaiderait pour enrichir les théories de conception. Les théories de conception formelle se sont concentrées sur le raisonnement de conception au détriment des questions organisationnelles. Hatchuel et Weil (2003) en ont d'ailleurs discuté : " *For sure, Design is not only a mode of reasoning. It is also a human collective process shaped by history, culture, and social or organizational norms. [...]. A comprehensive view of design should address both aspects* ". Nous avons soutenu l'idée que les processus de conception hautement collectifs et distribués dans l'agriculture réaffirment l'interdépendance entre le raisonnement et l'organisation, surtout aujourd'hui, alors que les défis de durabilité conduisent de nouveaux acteurs à participer au pilotage des systèmes de production agricoles. La conception dans le monde agricole élargit sa gamme d'objectifs, d'échelles et de concepteurs, de nouvelles arènes de conception émergent. Il est donc important de clarifier les modalités de gestion des processus de conception impliquant un éventail d'organisations et/ou d'acteurs dont les intérêts peuvent initialement diverger. De fait, dans les processus de conception collective, ce n'est pas seulement un objet qui est conçu, mais aussi les activités de tous ceux qui participent à la conception, et tous les choix relatifs à ce que ces activités pourraient être à l'avenir (Robertson and Simonsen, 2012). Comme l'ont dit Björgvinsson et al. (2012), " *a fundamental challenge for designers and the design community is to move from designing "things" (objects) to designing Things (socio-material assemblies)*", et cela devrait apparaître dans les théories du design. De tels travaux pourraient s'inspirer des travaux de Segrestin (e.g. 2005) sur les " partenariats exploratoires", c'est-à-dire de nouvelles formes de coopération interentreprises qui explorent les opportunités d'innovation en gérant aussi la coordination et la cohésion, ou de l'étude de Le Masson et al. (2012) sur les " collèges de l'inconnu ", des organisations créées par les écosystèmes d'innovation pour explorer les technologies émergentes et construire des feuilles de route pour l'avenir. Dans tous les cas, le secteur agricole pointe bien, avec d'autres bien sûr, la nécessité d'inventer de nouvelles organisations et institutions facilitant l'implication d'une variété d'acteurs dans l'exploration d'innovations. L'agriculture peut ainsi s'avérer être un domaine fructueux pour articuler davantage les théories axées sur le raisonnement de la conception, avec celles liées à la gestion de la conception.

Le deuxième point est lié au fait que les objets agricoles sont à l'interface entre le naturel et l'artificiel, entre les entités vivantes et les processus de gestion. Or, comme le dit Margolin (1995), " *to the degree that design makes incursions into realms that were once considered as belonging to nature rather than culture, so does the conceptual scope of design practice widen*". L'étude des objets conçus en agriculture au travers du prisme de la conception peut alors être un moyen de prendre part aux débats sur la nature de la conception (voir par exemple Love, 2002; Hatchuel et al., 2013). Le fait que la conception agricole doive réincorporer les régulations biologiques met en évidence les questions de complexité et d'imprévisibilité que les stratégies de conception antérieures avaient tendance à

minimiser. Ces questions de complexité et d'imprévisibilité, de manques ou de trous de connaissances sont d'une importance primordiale dans les théories de conception qui reposent beaucoup sur l'identification de manques ou trous de connaissances comme moteurs de la créativité (Shai et al., 2013; Hatchuel et al., 2013). Le Masson et Weil (2013) affirment que "*while engineering sciences model known objects, design theories support reasoning on unknown objects*". Quels mécanismes pour explorer une partie de cet inconnu ? Hatchuel et al. (2013) affirment que "*the rationality of design keeps the logic of intention but accepts the undecidability of its target; it aims at exploring the unknown, and it is adapted to the exploitation of the emergent*". Dans l'agriculture, la part des inconnus irréductibles est prépondérante, non seulement à cause de la dépendance aux facteurs climatiques, mais aussi à cause de la complexité et de la multiplicité des mécanismes à l'œuvre dans l'agriculture (du biologique au social). Pour reprendre le terme de Roberts (2013), on a souvent affaire dans le monde agricole à des « *unknowable known unknowns* », des inconnus dont on sait qu'ils ne sont pas connaissables. Divers chercheurs proposent des méthodes et des modèles rendant compte de l'incertitude de la complexité du design (e.g. Suh, 1999; Crossland et al., 2003; Ameri et al., 2008). Ce que nous avons défendu, c'est qu'une façon de gérer l'incertitude serait d'intégrer les " situations d'usage " dans la conception, car elles intègrent les façons dont les acteurs agissent dans l'incertitude. Comment ? A notre avis, les situations d'usage ne peuvent pas être facilement " décrites " car elles ne sont pas réductibles à des connaissances (voir aussi Brown, 2013 pp. 24–30). Nous avons proposé plusieurs méthodes pour « ramener l'usage dans la conception » (voir Chapitre 2.1.3). Nous pourrions aller plus loin et considérer qu'il est nécessaire non seulement d'intégrer les situations d'utilisation dans les processus de conception, mais aussi de les concevoir en même temps que l'objet lui-même. Ce que je dis là renvoie très largement au modèle dialogique de la conception tel que les ergonomes ont pu le modéliser (comme un processus de conduite de projet ou tel que Marie Chizallet le retravaille dans son travail de thèse, voir Chapitre 3.2.1.2.2, p.108). L'enjeu est de d'y traiter plus explicitement la combinaison entre une vision relative au futur à constamment renégocier mais aussi à constamment rappeler comme colonne vertébrale du processus en cours, et l'adaptativité qu'il faut déployer pour constamment réagir à ce que renvoie la confrontation du produit du processus de conception au réel. Dans l'article Prost et al. (2018), j'ai proposé de considérer que de tels processus s'inspirent à la fois de la conduite de projet et de la gestion adaptative, reste à savoir quel modèle des processus de conception cela reconstruit, précisément.

2 Faire de la conception pour produire des connaissances scientifiques originales

Je reviens dans cette partie à la discipline agronomique et, plus précisément encore, l'activité de production de connaissances scientifiques de l'agronome chercheur. Que l'on pense l'agronome chercheur comme un concepteur ou comme faisant partie d'un écosystème de concepteurs avec d'autres, quel impact cela a-t-il sur sa production de connaissances scientifiques ? C'est une question qui me passionne et qui m'ancre dans la discipline agronomique. A l'origine de cet intérêt, une réflexion d'Armand Hatchuel lors d'une conférence, peu après mon recrutement à l'INRA : « la conception est un paradigme de production scientifique ». Je n'ai jamais retrouvé cette expression dans ses écrits –il défend cette idée, me semble-t-il, mais avec des termes différents- pourtant elle m'a marquée. Qu'est-ce que je mets derrière cette affirmation ? L'idée que la conception permet de produire des connaissances scientifiques. Que concevoir quelque chose, c'est se donner les moyens d'apprendre à le connaître. Ce qui traverse mes travaux, c'est la volonté de comprendre en quoi une approche de concepteur donne un accès différent aux objets auxquels le concepteur s'attaque.

2.1 Quelles ressources bibliographiques pour penser la production de connaissances scientifiques dans la conception ?

2.1.1 Science versus Design

Se poser la question de savoir comment la conception s'articule à la production de connaissances scientifiques, c'est s'inscrire dans la question des liens entre science et *design*. Cette question est l'objet de débats au sein des travaux scientifiques sur le *design*, aussi vieux que ces travaux eux-mêmes. Quels sont les termes du débat, quels en sont les enjeux ?

Lorsque Simon introduisait une dichotomie entre *design* et sciences naturelles, il revendiquait que la conception avait une nature scientifique mais différente de celle des sciences naturelles car orientée par l'objectif de faire advenir un projet (objectif de « synthèse ») et non de comprendre le monde tel qu'il est (objectif d'analyse). La question de la nature scientifique du *design* a largement perduré et s'est ramifiée dans plusieurs directions. Certains continuent à débattre des différences entre science et design (voir par exemple la très intéressante série de papiers où deux binômes de chercheurs dialoguent sur cette question: Farrell and Hooker, 2012, 2015; Galle and Kroes, 2014, 2015). D'autres s'intéressent à la façon de faire de la science sur la conception. Ca a donné lieu à des débats sur la diversité des termes qui peuvent être employés : *scientific design*, *design science*, *science of design*, *design as discipline*, *design research*, tous ces termes recouvrant des angles différents (voir Cross, 2007, Chapitre 7). Cross a alors distingué trois catégories de *design research* : « *design epistemology (study of designerly ways of knowing)*, *design praxiology (study of the practices and processes of design)*, *design phenomenology (study of the form and configuration of artefacts)*” (Cross, 2007). Findeli, comme je l'ai indiqué en introduction de ce chapitre, distingue, lui, la recherche **pour** le design, **sur** le design et **par** le design qu'il appelle aussi « recherche-projet » (Findeli, 2004).

Si j'en reviens à ma question de comprendre si –et comment– la conception peut permettre de produire des connaissances scientifiques, ce sont les notions de *designerly ways of knowing* de Cross et de recherche **par** le design de Findeli qui m'intéressent : celles qui tentent d'explorer comment la conception donne un accès différent aux objets sur lesquelles elle porte, différent par rapport à des

approches avant tout analytiques et compréhensives. Ce qui me semble intéressant, c'est de considérer que la science agronomique, par le projet ingénierique qu'elle comporte, fait de la « recherche par le design » ou « recherche-projet » et j'explore la production de connaissances scientifiques qui sort de cette recherche par le design. J'explique dans le paragraphe suivant sur quels cadres d'analyse je peux m'appuyer pour traiter cette question.

2.1.2 Sur quels cadres d'analyse s'appuyer pour étudier les liens entre production de connaissances scientifiques et conception ?

Je l'ai évoqué rapidement, de nombreux articles des *design studies* discutent de la nature scientifique de la conception et de sa capacité à produire des connaissances. Mais la plupart sont des papiers d'opinion et de positionnement : ils ne mobilisent pas de recherche empirique. Ainsi les articles que j'ai trouvés les plus stimulants sur la question (Buchanan, 2001 sur "design as new learning"; Findeli, 2004, 2015 sur la recherche-projet; Cross, 2007 sur les designerly ways of knowing) offrent peu de prise pour outiller des travaux empiriques. Findeli, cependant, dit des choses sur la façon de conduire des recherches par le design (qu'il appelle recherche-projet). Il explique : « *la recherche-projet s'apparente étroitement : 1) à la recherche-action, sans pour autant adopter systématiquement la dimension politique que celle-ci comporte en raison de son héritage théorique et idéologique; 2) à la théorisation ancrée (grounded theory) qui est une version contemporaine et dénaturée de la dialectique platonicienne, sans pour autant négliger la dimension d'action au profit de la seule production théorique, ni la dimension réflexive souvent évacuée par l'inclination néo-positiviste de cette méthode; 3) à la recherche participative, surtout dans le cas où la participation des usagers est activement sollicitée (co-design); 4) à la phénoménologie, du moins selon l'interprétation que livre Merleau-Ponty de celle de Husserl.* » Mais on n'en saura pas plus sur la façon de faire émerger des connaissances.

C'est finalement parmi les théories formelles de conception que l'on peut trouver un cadre heuristique qui aide à suivre la façon dont la conception produit de la connaissance. Parmi celle-ci, la théorie CK (Le Masson et al., 2006, 2010; Hatchuel and Weil, 2009; Agogué et al., 2013; Le Masson and McMahon, 2016) a initialement cherché à rendre compte du caractère expansif des raisonnements de conception. Elle repose sur la distinction formelle entre « concept » (C) et « connaissance » (K pour Knowledge). Est appelée connaissance « *une proposition ayant un statut logique pour le concepteur ou pour le destinataire de la conception. Peu importe la manière dont ce statut est fixé : toutes les formes de la logique, qu'elles soient « standard » ou « non standard » sont a priori acceptables pour une théorie de la conception* » (Hatchuel and Weil, 2002). Par contraste, un concept est une notion ou une proposition sans statut logique : on ne peut pas dire qu'il existe, ni qu'il n'existe pas. C'est un inconnu désirable. La théorie CK repose ensuite sur l'idée que tout raisonnement de conception peut se représenter par des mouvements au sein de ces deux espaces : des mouvements $C \Rightarrow K$ ou $K \Rightarrow C$ mais aussi des mouvements au sein de chaque espace (spécification ou partition de C par exemple). Cette théorie a offert la possibilité d'interpréter, par des formalismes mathématiques issus de la théorie des catégories et des ensembles, un certain nombre de questions relatives aux spécificités de la conception : comment faire du connu avec de l'inconnu, à quoi renvoie la créativité, en quoi la conception est davantage qu'une instance de résolution de problèmes, etc. Elle a également débouché sur une proposition de méthode de génération d'idées, la méthode KCP pour Knowledge - Concept - Proposals qui cherche à provoquer une défixation collective par rapport à l'état de l'art d'une organisation ou d'un groupe de conception sur une thématique donnée, la défixation se jouant à la

fois dans l'espace C et dans l'espace K, via un processus collaboratif guidé et structuré en étapes (e.g. Elmquist and Segrestin, 2009; Agogué et al., 2013; Arnoux, 2013; Hooge et al., 2017). L'intérêt de cette théorie par rapport à ma question de production de connaissances est que cette formalisation offre une possibilité de retracer l'irruption des connaissances dans les processus de conception.

2.2 Relier production de connaissances et conception

Comment étudier les liens entre conception et production de connaissances ? J'ai avancé sur le traitement de cette question à deux occasions : durant ma thèse et durant le travail de postdoctorat de Quentin Toffolini. Mon travail de thèse a été l'occasion de montrer qu'un travail de conception mené en interaction avec des utilisateurs pouvait générer un grand nombre de questions scientifiques d'intérêt, souvent des fronts de recherche. Il a aussi été l'occasion de tester une première formalisation des mécanismes d'interaction entre conception et production de connaissances. Le travail de postdoctorat de Quentin Toffolini a, quant à lui, porté sur une gamme variée de travaux de recherches menés au travers de travaux de conception pour produire une réflexion plus générique sur ces mécanismes et leur formalisation. Je présente ces deux séries de travaux ci-dessous.

2.2.1 Retracer l'émergence et la production de connaissances scientifiques lors d'une démarche de conception d'un OAD. Travaux pendant ma thèse

J'ai relaté dans le Chapitre 2.1 la méthodologie que j'avais suivie durant mes travaux de thèse. Comme mentionné à la page 67, les interactions que j'ai eues avec les utilisateurs potentiels de l'outil que j'étais en train de concevoir ont fait apparaître beaucoup de questions présentant un intérêt scientifique dans le champ de l'agronomie ou dans des champs proches. Ces questions ont été listées, retranscrites et discutées avec d'autres chercheurs pour les affiner et choisir lesquelles traiter dans le temps de la thèse. Deux pôles de questions avaient été identifiés : un pôle relatif au diagnostic agronomique et un pôle relatif à la modélisation des phénomènes biologiques. Concernant le diagnostic agronomique, trois catégories ont été distinguées : les questions relatives aux données d'entrée qui satisfassent aux exigences du diagnostic et qui respectent les pratiques expérimentales des utilisateurs potentiels (comment noter les maladies, peut-on se passer du stade Epi 1 cm, quel indicateur du statut azoté des cultures privilégier), celles relatives aux indicateurs de facteurs limitants (revenir à l'écophysiologie pour trouver de nouvelles façons de représenter l'effet des facteurs limitants), celles relatives à la notion de géotypes révélateurs (peut-on faire sans notamment ?). Concernant la modélisation des phénomènes biologiques, ce sont cinq catégories de questions qui ont été identifiées : comment mieux quantifier les relations entre facteurs limitants et perte de rendement, quels critères pour juger de la pertinence des résultats du diagnostic agronomique, comment gérer le problème des données manquantes, comment déterminer le rendement potentiel des géotypes révélateurs, comment expliquer le comportement de DIAGVAR face à des variations des bases de données d'entrée ?

Parmi toutes ces questions, deux ont été traitées, dans chacun des pôles et ont été publiées :

- Dans l'article Prost et Jeuffroy (2007), nous avons étudié la possibilité de remplacer la mesure des INN par des mesures effectuées au moyen de chlorophylle-mètres (SPAD) plus compatibles avec les pratiques expérimentales des utilisateurs potentiels de notre outil. À partir de données expérimentales, nous avons montré que l'indice SPAD peut remplacer les mesures INN pour détecter les carences azotées. De plus, nous avons montré que ces mesures SPAD

pouvaient être compatibles avec les pratiques des utilisateurs potentiels. En montrant que les mesures sur feuilles 1 et 2 étaient fortement corrélées, nous permettions aux utilisateurs de limiter leurs mesures à une feuille. Nous avons également étudié comment leur donner plus de flexibilité pour prendre les mesures SPAD autour de la floraison. Nous avons montré qu'il est possible de réaliser les mesures du SPAD en même temps qu'ils passent dans les essais pour repérer le stade Epi 1 cm, grâce à la large gamme de précocité que l'on retrouve dans les essais variétés. Cela donne aux utilisateurs une marge de manœuvre supplémentaire dans leur travail expérimental. Ce travail, né d'une prise au sérieux des contraintes pratiques des utilisateurs potentiels, a donc permis de définir des questions de recherche originales dans leur formulation et dans leur traitement.

- Dans l'article Prost et al. (2008), nous avons étudié la stabilité de différentes méthodes statistiques évaluant l'effet des facteurs limitants du rendement. L'outil DIAGVAR mobilisait à l'origine une sélection stepwise pour analyser l'écart de rendement au rendement potentiel en fonction de différents indicateurs de facteurs limitants. Cette sélection a plusieurs limites : manque de robustesse de l'ensemble des variables sélectionnées et biais dans les estimations des paramètres. Nous avons testé une méthode alternative, de mélange de modèles, le BMA (Bayesian Model Averaging) qui n'avait jamais été utilisée pour analyser l'écart de rendement. Nous avons donc comparé sélection stepwise et BMA en nous basant sur des données provenant de 8 années d'expérimentation dans lesquelles 10 000 échantillons ont été constitués par bootstrap (méthode originale en agronomie). Nous avons comparé les estimations de paramètres obtenues sans sélection, après sélection stepwise et avec BMA. Les résultats ont montré que le BMA conduisait à des fréquences de sélection plus élevées et des estimations de paramètres avec des plus petits écart-types. Ce travail a ainsi permis d'analyser la sensibilité des résultats des méthodes stepwise montrant que ces techniques de sélection peuvent conduire à un diagnostic inexact des principaux facteurs limitants, surtout lorsque le nombre de variables explicatives est important par rapport à la taille de l'ensemble de données utilisées pour estimer leurs effets. Ce travail s'est traduit par une modification des modèles statistiques utilisés dans l'outil DIAGVAR pour utiliser le BMA

Cette partie de ma thèse a donc ébauché deux éléments de réponse à la question des liens entre conception et production de connaissances scientifiques. Elle a tout d'abord fait la preuve qu'un travail de conception pouvait soulever une grande abondance de questions scientifiques semblant pertinentes et originales à des chercheurs plus confirmés. Cela suggérait que les démarches de conception étaient susceptibles d'ouvrir un certain nombre de fronts de recherche. Elle a d'autre part montré que le traitement de questions initiées par des utilisateurs, à partir de considérations très liées à leur propre activité, pouvait donner lieu à des productions de connaissance reconnues comme scientifiques, si l'on prend le critère de la publication pour évaluer cela.

A l'époque de ma thèse, j'ai essayé de rendre compte de la façon dont la conception avait permis une exploration et une production de connaissances scientifiques. J'avais repris le formalisme de la théorie C-K auquel il m'avait semblé nécessaire de rajouter un troisième espace: celui de la situation singulière d'Action, c'est-à-dire l'espace dans lequel le concept va être mis en action, appelé « espace A » dans ma thèse, « espace U » dans l'article Cerf et al. (2012) pour parler des situations d'Usage. En effet, je tenais à insister sur le rôle, qui me semblait clé, des situations réelles dans le processus de conception.

Or le formalisme C-K propose de mettre dans l'espace K tout ce qui est relatif à une connaissance des situations car il définit de façon extrêmement large ce qui fait « connaissance » : une connaissance est une proposition tenue pour vraie, par un groupe d'acteurs données, à un moment donné. Cela ne me semblait pas satisfaisant, d'une part parce que ce dont je voulais rendre compte sur ces situations ne relevait pas, à mon avis, de simples « connaissances », d'autre part parce que je m'interrogeais sur la production de connaissances scientifiques, c'est-à-dire un certain type de connaissances élaborées selon certaines normes et pratiques. Leur mélange à d'autres types de « connaissances », construites à partir d'autres normes ou pratiques, ne me permettait pas d'observer ce que je souhaitais observer.

J'ai utilisé ces trois espaces (concept-C-, connaissances-K-, action-A) pour représenter les résultats de ma thèse en termes de production de connaissances (toutes les productions n'ont pas été représentées) (Figure 30). Cette représentation montrait que le concept initial s'était développé en se ramifiant, que les champs de connaissances existants avaient été élargis (lors de production de connaissances visant à spécifier les connaissances établies) voire déformés (lors de production de connaissances «en décalage») et soulignait, via des flèches, la façon dont les champs s'influençaient entre eux. Cette formalisation des liens entre conception et production de connaissances m'a permis de montrer que, sur le cas de mon travail de thèse, des approches guidées par un objectif de conception pouvaient produire des connaissances reconnues comme scientifiques et originales par la publication. En revanche, je n'allais pas très loin sur la façon de qualifier l'originalité des connaissances, je ne pouvais pas prétendre que de telles connaissances n'auraient pas pu émerger par d'autres entrées que celle de la conception, je ne rentrais pas non plus dans le mécanisme de production de ces connaissances (notamment la façon dont les situations réelles l'alimentaient, précisément) et cela restait très conditionné à un cas d'étude. Je voyais aussi que la réponse à ces questions faisait l'objet d'une attente au sein de l'INRA, pour défendre un mode de recherche appliquée et une production d'innovations qui ne découle pas de la production de connaissances mais qui en soit un moteur.

J'ai tourné autour de ces questions pendant plusieurs années, alimentée par la lecture de la bibliographie sur les liens entre conception et science ainsi que par les débats auxquels je pouvais assister au sein du LISIS sur les STS. C'est finalement récemment que j'ai eu l'opportunité de relancer un travail fin sur ces questions, grâce à l'intérêt porté par Jean Marc Meynard et Marie Hélène Jeuffroy à ce lien entre production de connaissances et conception. Grâce au projet INDISS¹⁹, ils ont dégagé le financement d'un postdoctorat qui avait pour ambition de décortiquer le lien entre démarche de conception et démarche de production de connaissances scientifiques via un travail comparatif sur de nombreux cas d'étude. C'est le travail qu'est en train de terminer Quentin Toffolini.

¹⁹ Projet phare du labex BASC (Biodiversité, Agroécosystèmes, Société, Climat), INDISS (INnovation and Design In Sociotechnical Systems) qui vise à développer une culture de l'innovation, à partager des méthodes et à construire, dans la durée, une synergie entre les activités de production des connaissances et d'innovation.

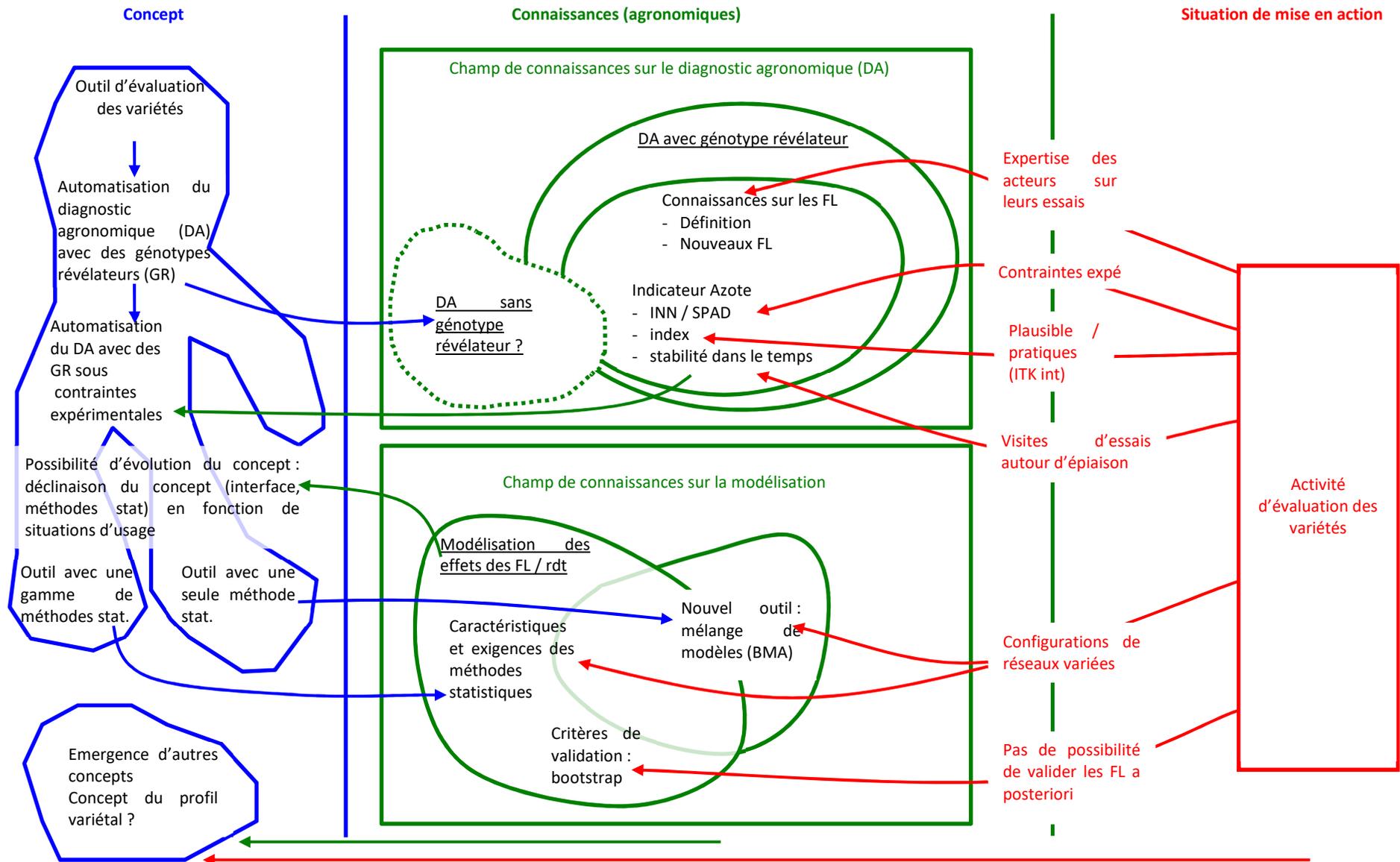


Figure 30:représentation de la production de connaissances agronomiques dans ma thèse (Prost, 2008)

2.2.2 Analyser les liens entre production de connaissances et conception dans des travaux scientifiques initiés par une volonté de conception. Travaux du postdoctorat de Quentin Toffolini

A partir d'une étude comparative de cas empiriques dans lesquels des chercheurs ont conçu ou conçoivent des innovations, le travail mené par Quentin a visé à analyser la production de connaissances scientifiques qui a lieu au cours de processus d'innovation. Il s'agissait de produire une analyse à partir d'un nombre suffisant de cas pour produire une certaine généralité.

2.2.2.1 Choix de méthodologie

Ce travail a nécessité un certain nombre de tâtonnements méthodologiques. Comment choisir les cas, quelles clés d'entrée adopter pour choisir des travaux marqués par une volonté de conception et pour affirmer l'existence d'une production de connaissances scientifiques ? Nos réponses découlent en grande partie du public auquel nous voulions nous adresser : des scientifiques inscrits dans des approches classiques, pas forcément proches de l'action et en tout cas pas forcément convaincus qu'un travail à dimension ingénierique soit autre chose qu'un à-côté du travail de recherche à proprement parler. En conséquence, nous avons retenu trois critères qui pourront sembler restrictifs pour sélectionner nos cas :

- Nous avons retenu des cas exprimant une intention initiale relative à un objet souhaitable, que ce soit une action ou un ensemble cohérent d'actions que l'on souhaite rendre possible ou un service écosystémique que l'on souhaite réguler (i.e. la définition d'un « objet souhaitable » pour lequel les connaissances à produire peuvent ne pas être identifiées dès le départ).
- Nous avons retenu des cas où il y a eu production d'au moins une innovation de type « produit » ou « procédé » (i.e. règles de décision pour agir) visant à prendre place dans l'activité de l'agriculteur.
- Nous avons retenu des cas qui ont des publications associées à la démarche de recherche visée, dans des revues scientifiques à comité de lecture ou dans des actes de conférences ;

Au final, les cas d'étude ont été choisis parmi des travaux de conception en *agricultural research* (agronomie, génétique des populations, écologie) orientés vers l'agroécologie et ayant produit des innovations variées (ex. des itinéraires techniques, des systèmes de culture, des associations variétales, des outils d'aide à la décision, des organisations spatiales de paysages agricoles) (voir Tableau 8).

Tableau 8: cas d'étude retenus dans le postdoctorat de Q. Toffolini (Toffolini et al., soumis)

Cas	Publications	Actions et inconnus visés par la conception	Innovations	Durée	Echelle spatiale
1 CAU et BDD	Limaux et al. 1999 (Plant and soil), Limaux et al. 2001 (Persp. Agri.)	<i>Action visée par la conception:</i> fertiliser le blé (dose et moments des apports d'azote). <i>Objet souhaitable :</i> une méthode de calcul de doses d'azote qui ne requiert pas de mesure du reliquat sortie hiver.	Un raisonnement de la date de premier apport calé sur le jaunissement d'une BDD. Une stratégie de fertilisation N qui maximise le CAU, et qui utilise l'indicateur BDD pour le premier apport d'N.	10 ans (1990 – 2000)	Parcelle
2 Trajectoires d'INN	Ravier et al. 2016 (NJAS), Ravier et al. 2017 (EJA) Ravier et al, 2018 (Nutrient cycling)	<i>Action visée par la conception:</i> fertiliser le blé (dose et moments des apports d'azote) <i>Objet souhaitable :</i> une méthode de raisonnement de la fertilisation azotée qui évite les problèmes de mise en œuvre du Bilan, et qui maximise l'utilisation de l'engrais apporté	Des règles d'apport d'engrais azoté, basées sur un suivi en temps réel, tout au long du cycle, qui maximisent l'utilisation de l'azote apporté sans empêcher les carences non préjudiciables au rendement.	5 ans (2012 – 2017)	Parcelle
3 ITK colza	Dejoux et al. 2000 (Plant & Soil), Dejoux et al. 2003 (Agronomie)	<i>Action visée par la conception:</i> gérer les pratiques culturales (dont la fertilisation) et la cohérence entre elles. <i>Objet souhaitable :</i> un itinéraire technique du colza d'hiver qui améliore les performances environnementales en conservant les performances économiques.	Un ITK colza avec semis très précoce, qui permet de limiter les apports d'engrais N et les pesticides. Un mode de calcul de la fertilisation N de printemps sur colza (toutes dates de semis) prenant en compte l'apport par les feuilles gelées.	4 ans (1996 – 1999)	Parcelle
4 Associations variétales blé	Borg et al. 2017 (Field Crop Research) Vidal et al. 2017 (Plos One)	<i>Action visée par la conception:</i> choisir des associations variétales pour réduire la sensibilité du blé aux stress biotiques et abiotiques (azote et eau principalement). <i>Objet souhaitable :</i> Des mélanges variétaux qui soient plus performants que les variétés pures	Des règles d'asso. basées sur des traits des variétés (résistances, précocité, hauteur), et prenant en compte des caractéristiques clés de la situation. Des asso. de variétés conçues localement. De nouveaux critères d'évaluation des asso. (risques)	4 ans + (2014 – en cours)	Parcelle
5 Meligèthes	Valantin-Morison & Meynard 2008 (ASD) Rusch et al. 2010 (Adv.in Agr.) Rusch et al. 2011 (Agr. and Forest entomo.) Rusch et al. 2011 (AEE) Rusch et al. 2012 (LUP)	<i>Action visée par la conception:</i> gérer pratiques culturales et la cohérence entre elles, au niveau de la parcelle et du paysage. <i>Objet souhaitable :</i> des itinéraires techniques du colza pour des systèmes de production en AB ou en Protection Intégrée	Un indicateur paysager pour déterminer la probabilité de dépasser un seuil d'abondance de méligèthes. Des règles d'aménagement paysager pour favoriser les auxiliaires et favoriser le contrôle des méligèthes	16 ans + (2002 – en cours)	Paysage
6 Miscanthus	Lesur et al. (Bioenergy) Lesur et al. (Field Crop Research) Laurent et al. 2015 (EM&S) Lesur et al. 2016 (Bioenergy)	<i>Action visée par la conception:</i> des choix de successions de cultures et d'ITK qui impactent les performances (éco., énergétiques, env., alim.) du système de culture <i>Objet souhaitable :</i> modalités d'insertion de cultures énergétiques dans des systèmes de culture localisés intégrant des connaissances expertes et scientifiques.	Des systèmes de culture incluant du miscanthus réduisant de 75% les émissions de GES par rapport au sdc dominant (Colza-Blé-Orge).	7 ans (2009 – 2016)	Exploitation (ou sole de miscanthus)
7 Ruissèlement érosif	Soouchère et al. 1998 (J. of Hydrology) Soouchère et al. 2002 (STREAM) Mathieu et Joannon 2003 (ESP) Joannon et al. 2005 (AEE) Joannon et al. 2006 (LDD)	<i>Action visée par la conception :</i> les choix d'assolements, les pratiques de travail du sol et d'aménagement, qui impactent le ruissellement érosif. <i>Objet souhaitable :</i> Un agencement des occupations du sol et pratiques limitant le ruissellement érosif à l'échelle Bassin Versant	Un indicateur reliant le ruissellement (qté d'eau) à l'érosion (qté de sédiments). Des règles d'agencement des cultures et des pratiques, à l'échelle de bassins versants	8 ans (1998 – 2006)	Bassin versant
8 Associations d'espèces maraîchage	Salembier et al. (en cours) (RAFS)	<i>Action visée par la conception :</i> les choix d'espèces associées, la conduite des cultures, et leur agencement dans l'espace. <i>Objet souhaitable :</i> Un sdc en maraîchage AB et circuit court, qui permet de gérer la santé des plantes par régulations naturelles.	Un système de culture de maraîchage en AB et CC qui favorise les régulations naturelles. Des règles de conduite, d'association et de succession d'un couvert multi-spécifique en fonction de critères agronomiques et éco-commerciaux	6 ans (2012 – en cours)	Parcelle
9 Sélection participative blé	Goldringer 2001 Bonneuil et al. 2006 (Courrier env. INRA) Bonneuil et al. 2012 (Ecol. Indi.) Thomas et al. 2011 (Genet Resour Crop Evol)	<i>Action visée par la conception :</i> la conservation et l'orientation de la diversité génétique cultivée du blé par la sélection massale et les échanges de semences <i>Objet souhaitable :</i> Un dispositif de sélection participative (gestion dynamique de la diversité génétique) pour le blé	Une démarche originale de sélection participative (dispositif expérimental multilocal et méthode d'analyse statistique). Des variétés populations adaptées aux environnements de culture. Un indicateur de la diversité génétique cultivée.	15 ans + (2003 – en cours)	Territoire de sélection

Dans chaque cas, nous avons retracé le processus de conception et nous avons identifié les connaissances scientifiques produites au long du processus par des entretiens auprès des chercheurs et des analyses de documents. Les chercheurs ont ainsi été interrogés sur :

- les formulations successives de l'objet conçu qui ont guidé la production de connaissances. Nous avons identifié l'évolution des questions formulées au cours du processus de conception. Les connaissances produites ont été resituées dans ces évolutions ;
- les pratiques concrètes de recherche, i.e. les moyens mis en œuvre pour produire des données, les analyser ou mettre à l'épreuve les connaissances produites (e.g. dispositifs expérimentaux ou d'enquêtes, modélisation, diagnostics agronomiques ou d'usages de prototypes) ;
- les rapports aux situations d'expérimentation ou de pratiques agricoles (leurs caractéristiques agronomiques, écologiques mais aussi organisationnelles)

2.2.2.2 Quels résultats ?

Du fait des critères de sélection de cas, le travail n'ambitionnait pas de démontrer que des approches de conception produisent des connaissances scientifiques, c'était un critère de choix de cas. En revanche, il visait à qualifier l'originalité de ces connaissances et surtout en quoi la production de ces connaissances était intrinsèquement liée à un processus de conception. Pour y parvenir, nous avons tiré trois fils de résultats : 1) nous avons analysé les connaissances produites lors des processus de conception pour en discuter l'originalité, 2) nous avons analysé dans le temps comment production de connaissances et spécification de l'objet en cours de conception co-évoluaient, 3) nous avons mis en évidence des facteurs d'explication de ces co-évolutions. Je donne à voir quelques éléments de ces trois points de résultats ci-dessous, je renvoie à l'article Toffolini et al. (soumis) pour plus de détails.

Sur le premier volet, l'analyse des connaissances produites lors des processus de conception montre qu'elles sont de trois types (pouvant cohabiter). Les premières portent sur la mise en évidence et la compréhension de processus concernant le fonctionnement de l'agroécosystème (e.g. les pertes gazeuses d'N expliquant les variations de CAU, l'évolution quantitative de la diversité génétique lors de la mise en culture et l'échange de variétés populations sur plusieurs générations, les distances de dispersion des méligèthes). Les secondes portent sur la mise en évidence d'effets d'actions sur l'agroécosystème (e.g. les évolutions des états de surface des sols limoneux selon les interactions pratiques*climat, l'impact de la sélection massale sur la diversité génétique et l'adaptation des variétés populations, les effets sur les insectes de l'agencement d'espèces en maraîchage au sein d'un tunnel). Les troisièmes portent sur des modélisations quantitatives intégrant une approche systémique et permettant un pilotage de l'action (e.g. la modélisation du sens d'écoulement de l'eau en tout point d'une parcelle en fonction du sens de travail du sol et de la pente, la modélisation de l'évolution du CAU au cours de la campagne, un modèle d'estimation de la quantité d'N minéralisé par les feuilles du colza qui est réabsorbée par la plante).

L'originalité des connaissances produites au cours de la conception a été analysée par comparaison à l'état de l'art des articles où ces connaissances sont publiées, et du point de vue des chercheurs enquêtés. Les neuf études de cas permettent d'identifier deux sources principales d'originalité : 1) les nouvelles connaissances portent sur des "objets" (ou des regroupements d'objets) originaux dans les systèmes et reposent donc sur un renouvellement des modes de représentation des processus dans l'agroécosystème, ou 2) les connaissances générées sont liées à la prise en compte de nouvelles formes

d'actions des agriculteurs qui n'étaient pas envisagées auparavant par les chercheurs. Ces nouvelles formes d'action révèlent de nouvelles dynamiques, de nouveaux processus, modifient les représentations existantes des processus agro-systémiques. Pour rendre ces deux catégories plus explicites, j'ai reproduit ci-dessous le tableau détaillant les éléments d'originalité détaillés pour chaque cas (Tableau 9).

Tableau 9: Synthèse des éléments d'originalité dans les représentations de processus liés à l'action visée par la conception

Nouveaux objets ou regroupements d'objets		Nouvelles actions	
1	CAU et BDD	La plante comme facteur significatif de variation des mécanismes de devenir de l'N dans le sol (elle s'ajoute aux autres facteurs connus liés au sol).	Une représentation dynamique de l'évolution du CAU et des besoins de la plante
2	Trajectoires INN		Une fertilisation qui vise à éviter des carences pour rester dans une trajectoire d'états de nutrition azotée à suivre
3	ITK colza	La feuille comme un organe de la plante qui fournit de l'N au sol qui peut être réabsorbé.	
4	Associations variétés blé	Une association variétale « hétérogène » en termes de hauteurs et résistances aux maladies.	La conduite du couvert plurivariétal dans une histoire des conditions de croissance dans le milieu (e.g. hauteur relative au long du cycle de la culture)
5	Méligèthes	Les éléments naturels et semi-naturels du paysage et les pratiques dans les parcelles, au sein du même paysage.	
6	Miscanthus	La culture de miscanthus en conditions agricoles et en lien avec le système de culture dans lequel il s'inscrit.	
7	Ruissèlement érosif	La structure temporaire du sol induite par le sens de travail du sol, les fourrières et dérayures.	L'évolution des états de surface du sol entre deux dates de la campagne culturale, en fonction des pratiques appliquées et des événements météorologiques.
8	Associations d'espèces maraîchage	Une "association d'espèces" comme association à la fois de génotypes et de modes de conduite (les 2 aspects étudiés conjointement dans l'expé).	Les pratiques de conduite des espèces (e.g. palissage, irrigation, durées de mise en culture) à conduire pour tenir compte des évolutions de populations de bioagresseurs sur les différentes cultures d'un tunnel
9	Sélection participative blé	Semences paysannes échangées et sélectionnées -> plusieurs populations sélectionnées dans un réseau de fermes (avec une diversité intra-variétale).	Les échanges de semences comme pratique impactant la diversité génétique cultivée et son maintien.

Sur le second volet de résultats, l'analyse comparative des co-évolutions entre conception et production de connaissances dans la durée (voir l'exemple développé dans la Figure 31 et Encadré 2) montre que la production de connaissances a lieu constamment au cours de la conception, en lien avec des représentations des processus agroécologiques ou des actions variées, et y compris après la mise en œuvre et implémentation des objets conçus au cours du processus. On pourrait assimiler ces itérations à des itérations entre formulation de problèmes et résolutions de problèmes. Nos résultats précisent cependant la nature de ces itérations, sur deux plans. D'une part, elles interviennent tout au long du processus de conception, et non pas seulement entre la formulation d'un problème et la détermination de sa solution qui soulèverait éventuellement un autre problème. D'ailleurs, dans nos cas d'étude, une nouvelle formulation de l'objet souhaitable ne découle pas toujours de la production d'une connaissance qui solutionnerait la formulation précédente. D'autre part, lorsqu'il y a implémentation au cours du processus de conception, la reformulation de l'objet souhaitable ne se

restreint pas à un affinage mais contient une réorientation des représentations qu'ont les concepteurs des processus d'intérêt ou des actions visées par la conception. Les itérations entre formulation d'un objet souhaitable et production d'une connaissance nouvelle ont ainsi un rôle décisif dans les transformations des représentations des processus d'intérêt dans l'agroécosystème ou des actions de l'agriculteur. Les démarches de conception étudiées mettent ainsi en jeu une problématisation qui se poursuit tout au long du processus.

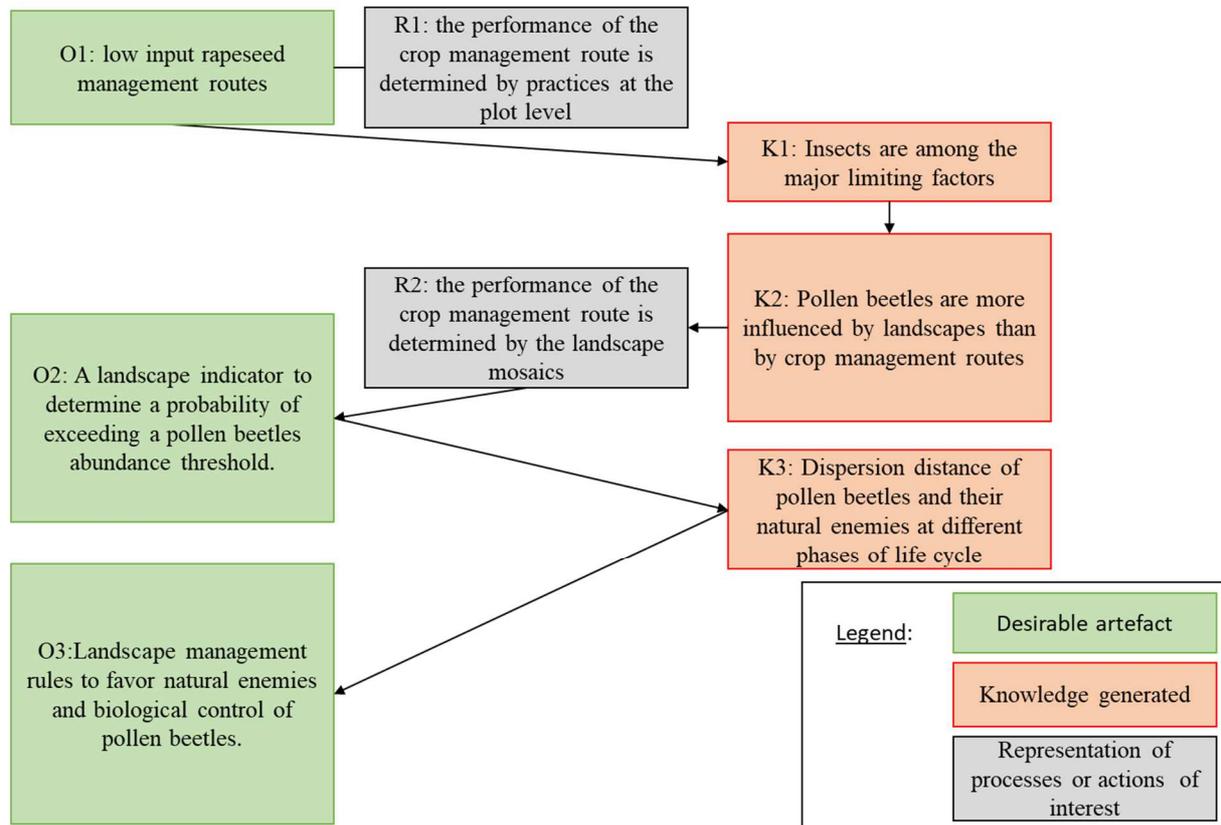


Figure 31: Exemple de figure complète possible (cas 2)

La conception vise les actions liées aux pratiques culturales d'ITK colza. L'objet souhaitable correspond d'abord à un ITK du colza en AB ou PI (O1). Un diagnostic agronomique est alors mené pour identifier les facteurs limitants, au sein des parcelles essentiellement (R1)(adventices, fourniture en N des sols, pressions de bioagresseurs), et met en évidence le rôle prédominant des insectes (K1). Les méligèthes en particulier sont replacés au centre de la formulation du besoin de connaissances, suite au diagnostic agronomique, ainsi qu'à l'observation de situations singulières (très forte abondance de méligèthes dans des parcelles aux abords de forêts): quels sont les facteurs d'influence de la présence des méligèthes (autant éléments du paysage environnant que pratiques en parcelle) ? Le diagnostic amène ainsi un changement d'échelle à laquelle s'applique l'action (le paysage) et un regroupement d'objets original dans la représentation du paysage qui permette d'envisager l'action visée par la conception (pratiques culturales du colza qui permettent d'éviter les facteurs limitant majeurs en AB): pratiques en parcelles, éléments semi-naturels environnant les parcelles, habitats naturels (R2). Un indicateur paysager est produit, indiquant la probabilité qu'une forte pression de méligèthes ne soit pas régulée par les populations d'auxiliaires. L'objet souhaitable qui traduit l'action visée par la conception évolue pour prendre en compte la nouvelle échelle spatiale, et inclue l'agencement des cultures (O2). Un diagnostic de la variabilité des situations (via des simulations de mosaïc-pest) identifie la distance de dispersion des méligèthes et auxiliaires comme une variable très sensible. Une nouvelle formulation du besoin de connaissances en découle : quelles sont les distances de dispersion précises en fonction des phases du cycle, les répartitions et abondances spatialisées, les ressources et habitats des méligèthes en fonction des phases du cycle de vie ?

Encadré 2: Un exemple de coévolution d'un objet souhaitable et des productions de connaissances inattendues, cas 5 Méligèthes

Le troisième volet de résultats de résultats repose sur l'idée que dès lors que les connaissances produites sont en interaction forte avec la spécification de l'objet souhaitable, il est important de s'intéresser aux moteurs de cette spécification. Trois d'entre eux ont été mis en évidence : i) l'identification de situations minoritaires, « singulières », qui peuvent apparaître à différents moments du processus de conception et qui révèlent une faiblesse des artefacts disponibles et amènent à reformuler un objet souhaitable mieux adapté à ces conditions. ii) des diagnostics de la diversité des situations, que ce soit la diversité des impacts des pratiques (cas 1, 5 et 6), comme c'est le cas pour des diagnostics agronomiques, ou la diversité des contextes de pratique (cas 2, 4, 7, 8 et 9). Dans tous les cas, il s'agit de caractérisations d'une variabilité des situations dans lesquelles peuvent s'exercer les actions visées par la conception, ou des situations plus généralement relatives à l'intention de conception. iii) des premières mises en expérimentation des règles d'action conçues ou de prototypes. Ces mises en expérimentation ont alors une valeur de test ou d'évaluation, et font apparaître des dimensions non prises en compte dans une précédente représentation du processus. Ce qui nous a semblé particulièrement intéressant sur ce troisième volet de résultats, c'est que ces trois moteurs sont liés à une confrontation aux situations réelles d'action. On retrouve l'idée déjà largement défendue dans les premiers chapitres de cette HDR que la confrontation des objets conçus aux situations réelles d'action n'est pas une fin du processus de conception n'ayant qu'une fonction d'évaluation de ce processus. L'implémentation est motrice dans l'évolution des représentations ou des besoins de connaissances, et donc du processus de conception. Mais plus précisément encore, nous avons pu constater que la plupart des processus de conception étudiés mettent en œuvre des méthodes et dispositifs qui permettent de faire émerger de l'inattendu dans une confrontation aux situations réelles de l'action. Diagnostic agronomique, diagnostic des usages, expérimentation dans un grand nombre de situations variées jouent un rôle déterminant dans l'émergence de cet inattendu, notamment lorsqu'ils sont intentionnellement destinés à mettre en évidence et analyser la variété des situations. Comme le souligne Louridas (1999), *"Design is a continual interplay between events and their handling by the designer; design is successful when it handles contingent events well"*. On voit que cela impacte aussi très fortement la production de connaissances qui peut être générée par des processus de conception.

En résumé, le travail réalisé par Quentin Toffolini dans son postdoctorat montre que la production des connaissances dans un processus d'innovation n'est pas uniquement une production de connaissances situées qui ne seraient valables que dans le contexte et les collectifs d'acteurs avec lesquels le processus d'innovation a lieu. De telles connaissances sont effectivement produites, mais à côté d'autres, valorisables académiquement et plus génériques. L'engagement dans une démarche de conception peut ainsi être vu comme une pratique de recherche qui amène des problématisations et une production de connaissances originales.

2.3 Utiliser la conception pour régénérer les concepts de l'agronomie

Je l'ai évoqué plus haut : un certain nombre de travaux défendent l'idée qu'une agriculture plus écologisée et plus durable exige de l'agronomie qu'elle se dote de nouveaux outils, méthodologiques et conceptuels.

Sur le plan des méthodes, on voit ainsi l'émergence de nouvelles formes d'expérimentations agronomiques. Les expérimentations système avaient initié ce renouveau (e.g. Silva and Tchamitchian,

2018), il se poursuit plus intensément encore, comme en témoignent les travaux des installations expérimentales de Mirecourt, Gotheron ou Alenya à l'INRA ou la montée en puissances des formes « living labs » plus largement. On peut également discuter de la multiplication de formes d'expérimentation en dehors des systèmes d'innovation institutionnalisés. Par exemple, l'association BASE ("Biodiversité, Agriculture, Sol et Environnement") a développé son propre réseau d'expérimentations des systèmes de culture sans travail du sol, sa revue propre et un forum Internet pour l'échange et la diffusion de connaissances sur l'agriculture de conservation. On peut également citer l'association Atelier Paysan qui défend et organise l'idée que les agriculteurs s'approprient la conception et l'adaptation des machines agricoles, en fonction de leurs besoins et situations particulières. L'expérimentation est alors liée à l'adaptation continue de la conception des machines dans les exploitations agricoles et au sein d'un réseau distribué à l'échelle nationale. Au-delà de la transformation des formes d'expérimentation, on voit également un renouvellement des travaux relatifs aux outils de diagnostic et d'évaluation, un foisonnement de méthodes de conception participative, etc.

Sur le plan des concepts en revanche, je ne décèle pas pour l'instant de grands changements dans la discipline. Je suis sans doute moins à même que les agronomes plus « classiques » de repérer des signaux faibles relatifs à de nouveaux concepts ou outils conceptuels qui commenceraient à se stabiliser dans la discipline mais de fait, j'en vois peu. Autour de l'agroécologie, il s'est davantage agi de plaider pour une diversification des sources de connaissance, que d'engager une réflexion sur les connaissances en tant que telles (e.g. Altieri and Toledo, 2005; Tomich et al., 2011; Doré et al., 2011; Duru, 2013). Ceux auxquels je pense (ceux un peu anciens maintenant de services écosystémiques ou de traits fonctionnels par exemple) se situent plus dans une interface disciplinaire agronomie-écologie que dans une discipline agronomie-agroécologie plus systémique. Les travaux d'Elsa Berthet proposent d'ailleurs un focus intéressant sur ce sujet en cherchant à analyser comment les concepts d'autres disciplines (notamment l'écologie) permettent aux agronomes d'ouvrir des voies de conception innovante (Berthet et al., 2018). Il est possible que réinterpréter le challenge d'une transition agroécologique comme un besoin de nouveaux concepts agronomiques soit une mauvaise formulation de la question. Certains penseront peut-être que les agriculteurs engagés dans l'agroécologie reconquièrent une autonomie qui rend obsolète les agronomes et la recherche agronomique. Il me semble au contraire qu'il y a une place dans l'agroécologie pour une agronomie qui saurait outiller les agriculteurs par rapport à la complexité des phénomènes vivants qu'ils rencontrent et organisent dans leur activité. Et je pense que les approches de conception peuvent aider à construire cette place. Deux exemples pour tenter d'illustrer ce qui est surtout une intuition à ce stade :

- se placer dans une approche de conception d'un objet permet de construire une compréhension particulière de l'objet en question : on commence à trouver aujourd'hui des analyses rétrospectives sur la recherche dans le domaine des systèmes de culture et ces analyses proposent l'hypothèse qu'en France, le développement du concept de « système de culture » coïncide avec le développement des travaux sur la conception des systèmes de culture. Ainsi, si le concept existe dans le paysage de la recherche agronomique française dès les années 1970, il devient massivement utilisé plutôt dans les années 2000, grâce à l'organisation d'écoles chercheurs dédiées à la conception et l'évaluation de ces systèmes (Jeuffroy and Meynard, 2018). Concevoir un objet permet donc de se familiariser avec lui, de le manipuler suffisamment pour permettre aux chercheurs de construire un sens au concept manipulé.

- la mobilisation de raisonnements de type « conception » peut permettre d'identifier des directions de recherche non explorées jusque-là et ainsi de redéployer des programmes de recherches. On peut mentionner ici plusieurs exemples. Deux ont fait l'objet de publications, il s'agit de la mobilisation de raisonnements de conception pour restructurer des travaux de recherche sur la résistance aux antibiothérapies en élevage (Vourc'h et al., 2018b) et en ingénierie des procédés (discipline académique qui s'intéresse à la conception et à la commande des procédés de transformation physique, chimique, biologique de la matière et de l'énergie) (Potier et al., 2015). Déployer un raisonnement de conception permet alors de faire apparaître les paradigmes de travail existants, générer de nouveaux concepts (directions de recherche) et restructurer la base de connaissances qui accompagne le travail des chercheurs. La mobilisation de raisonnements de conception a également été utilisée pour redéployer des stratégies d'équipes de recherche (INRA UMR Ecosys) ou construire des enseignements transdisciplinaires (travail en cours de Gwenola Yannou Le Bris et Alexandra Jullien).

Dans ce chapitre, j'ai cherché à expliquer en quoi le fait d'assimiler la recherche agronomique à une recherche par le design me semblait pertinent et riche. Après avoir détaillé en quoi le prisme de la conception me paraissait pertinent pour analyser le rapport de l'agronomie à l'action, j'ai tenté d'expliquer que ce prisme me paraissait également nécessaire, que ce soit pour permettre à la recherche agronomique de gagner en efficacité ou pour lui permettre de relever les enjeux actuels auxquels elle doit faire face. J'ai ensuite insisté sur les implications de cette proposition en termes de production de connaissance en analysant la production de connaissances scientifiques qui peut être reliée à l'inscription d'agronomes chercheurs dans des processus de conception et en discutant du potentiel de telles approches pour régénérer les concepts de l'agronomie.

Chapitre 5. Projet

1 Quel projet de recherche ?

Mon projet de recherche a pour ambition de s'inscrire dans les travaux qui cherchent à accompagner les processus de changement des agriculteurs vers une agriculture plus durable. J'ai opéré plusieurs choix par rapport à cette question.

Le premier, sans doute le plus impactant, est de travailler les processus de changement au travers du prisme de la conception. Je propose en effet d'analyser ces processus de changement comme des processus de conception, me reliant ainsi aux travaux du champ des *design studies*. Ce choix se traduit tout d'abord par des échelles d'intérêt plus « micro » que « macro », qui se distinguent de celles régulièrement mobilisées par les études de l'innovation ou les études des transitions. D'autre part, je problématise la conception comme une activité, au sens des ergonomes de langue française ou des tenants de la CHAT (Cultural and Historical Activity Theory). Cela implique que je m'intéresse au faire des acteurs, un faire inscrit dans un système plus large et dans un contexte sociotechnique, ne se limitant ni à la dimension cognitive ni à la dimension comportementale de ce faire. Une forte proximité à l'action effective des acteurs, donc, ce qui m'éloigne d'autres approches plus prescriptives du changement même si certains travaux sur la conception peuvent s'en rapprocher. Ce qui m'intéresse dans la conception, c'est la façon dont cette activité articule l'exploration d'une volonté relative au futur à un réel qui réagit aux changements qu'on tente d'y opérer. Ce « dialogue » me semble particulièrement intéressant et pertinent dans le monde de l'agriculture et son système de travail vivant, évolutif, adaptatif dont on ne peut anticiper le comportement.

Le second choix que j'opère est de travailler à partir de l'idée que les agriculteurs sont ceux qui pilotent ces processus de conception. Ce choix découle en partie du précédent : ceux qui sont engagés dans le changement technique, ce sont les agriculteurs. Ce sont eux qui « font », dans le cadre d'un système de travail certes complexe mais ils en sont au cœur. Ce choix s'impose aussi, à mon sens, lorsque je le remets en perspective de l'objectif d'aller vers une agriculture plus durable. Le concept d'agroécologie est tout à la fois assez flou et normatif, selon les personnes qui l'emploient. Si je retiens principalement de l'agroécologie qu'elle est une forme de production qui s'appuie sur les régulations biologiques et un raisonnement systémique de ces régulations pour développer des systèmes agri-alimentaires viables, alors l'agroécologie se décline comme une forme d'agriculture en partie relocalisée, au sens où chaque agriculteur doit terminer la conception de son système de production par lui-même, à partir de son contexte et de son projet. C'est là une raison supplémentaire pour défendre l'idée d'un agriculteur-concepteur. Pour autant, ce choix n'exclut pas les autres acteurs de la conception. Au contraire, il est intrinsèquement lié, pour moi, à une réflexion sur la place que peuvent prendre dans l'activité de conception ces autres acteurs, et en particulier pour moi, ceux de la recherche agronomique. Mon objectif n'est pas uniquement d'analyser en quoi les agriculteurs sont engagés dans une activité de conception. Il est de savoir comment la recherche agronomique peut soutenir cette activité de conception et la part qu'elle y prend. Il s'agit en effet pour moi d'aller jusqu'à la proposition et la mise en œuvre de concepts et propositions méthodologiques renouvelant la façon dont la recherche agronomique construit sa place dans le changement technique agricole.

Je formulerai donc ainsi la question qui anime mon projet : comment la recherche agronomique peut-elle soutenir les processus de conception des agriculteurs dans un changement vers l'agroécologie ?

2 Quelle stratégie scientifique ?

Je propose de développer cette question en couplant un travail sur la représentation de l'activité de conception, un travail de retour opérationnel vers les chercheurs agronomes et la poursuite d'une réflexion sur la nature des connaissances qui irriguent et sont produites à l'occasion d'activités de conception.

2.1 Une représentation de l'activité de conception à affiner

Un premier enjeu de mon projet sera de poursuivre le travail entamé autour de la représentation que je peux proposer des processus de conception des agriculteurs. Avant de rentrer plus avant sur cette représentation, il me semble important de ré-insister ici sur le fait que je ne cherche pas uniquement à comprendre l'activité de conception des agriculteurs. Je construis cette compréhension par l'objectif d'un retour à la recherche agronomique. Dit autrement, mon travail d'analyse des processus de conception des agriculteurs est guidé par l'idée de comprendre en quoi la recherche agronomique peut les soutenir. Cela me conduit à adopter certaines objectivations plutôt que d'autres lorsque je rends compte de cette activité. Continuer à clarifier ces choix et en quoi ils construisent un regard spécifique (différent d'autres regards disciplinaires) sur ces processus fait partie, en soi, des enjeux scientifiques de mon projet.

J'ai expliqué dans le Chapitre 1 que je me représentais la conception comme une activité qui renvoyait à un processus, dialogique, développemental et participatif. Les travaux que je recense dans les chapitres précédents m'ont confortée dans cette représentation, et m'ont permis également de la préciser (voir Figure 32).

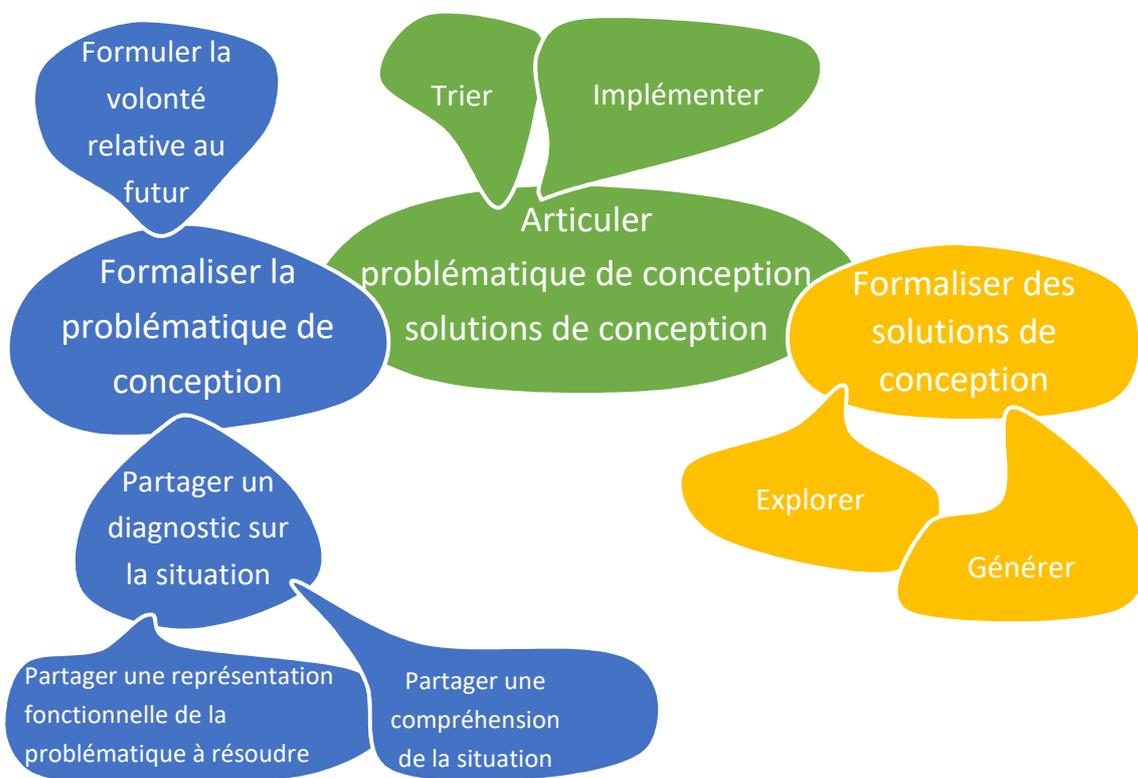


Figure 32: vers une représentation de la conception, étape 2

J'ai en effet pu mieux spécifier ce que je mettais dans le mouvement dialogique de la conception.

- Derrière le pôle de « formulation de la problématique de conception », j'ai distingué un travail relatif à la formulation d'une volonté relative au futur (un projet, un motif, une intention, un souhaitable) et un travail relatif au partage d'un diagnostic sur la situation initiale, qui lui-même se décompose en une caractérisation de la situation initiale et la construction d'une représentation fonctionnelle de la problématique à résoudre. Il me semble que ces propositions viennent préciser celle de « ramener l'usage et l'utilisateur dans la conception », là où Akrich insistait plus globalement sur la représentation de l'utilisateur et les ergonomes, sur l'activité.

La représentation fonctionnelle de la problématique à résoudre me semble être un élément particulièrement important à travailler du point de vue de l'agronomie. Elle a été un point clé du travail que j'ai effectué sur l'outil DIAGVAR en exposant la « boîte noire » du modèle (voir p.67). Elle a été identifiée par Quentin Toffolini dans sa thèse comme un élément clé qui conditionne l'engagement des agriculteurs dans un changement technique massif (voir p.106). Elle a également été au cœur du travail réalisé à Briennon, au travers du tableau de bord : au-delà de l'intérêt que le tableau de bord peut avoir en dynamique (j'y reviens juste après), ce tableau de bord représente la chaîne causale par laquelle les acteurs relient les actions entreprises à l'objectif visé (voir p.84). En quoi les représentations fonctionnelles des agronomes rencontrent-elles celles des agriculteurs ou au contraire s'en éloignent-elles ? En quoi des différences de représentation sont-elles un moteur du développement de l'activité de conception des agriculteurs, ou un obstacle ? A quelles conditions ? Ce sont autant de questions que je souhaite traiter dans les années à venir.

- Derrière le pôle de « formulation de solutions de conception », j'ai distingué la génération de solutions et leur exploration qui engage des premiers critères de tris, de choix. C'est néanmoins un pôle que j'ai moins investi que le précédent, parce qu'il me semblait mieux maîtrisé par les chercheurs agronomes. Il me semble qu'il sera utile que j'y revienne dans la suite de mes travaux.
- Derrière le pôle qui relie ces deux pôles, celui relatif donc à « l'articulation entre la formulation d'une problématique de conception et la formulation de solutions de conception », il y a bien sûr des activités de tri mais aussi plus largement la mobilisation de l'implémentation. L'implémentation est pour moi un moteur de l'articulation problématique / solution et c'est sur ce point qu'il me semble nécessaire d'aller encore plus loin. Il n'y a pas, à mon sens, juxtaposition des deux pôles, il n'y a pas qu'un processus d'ajustement successif dans cette articulation. Il y a une réelle dynamique couplée qui me semble très caractéristique de l'activité de conception où la situation d'action joue un rôle spécifique. Au-delà de l'idée de « conversation avec la situation » ou de « boucles problèmes/solutions », comment penser plus finement la façon dont le réel et les situations d'action conditionnent et même constituent les processus de conception ? Les travaux de Marie Chizallet à partir du modèle proposé par Martin et Béguin montrent bien que ces articulations sont clé dans les processus de conception. L'articulation au réel et aux situations permet aux concepteurs de décliner leur vision relative au futur mais aussi de réenrichir, repenser cette vision. C'est ce que nous avons expérimenté en utilisant les résultats du tableau de bord année après année (voir p.88). Comment en rendre compte formellement et comment en tirer des enseignements pour la

recherche agronomique ? C'est ce que j'ai commencé à explorer à Brienon, en essayant de discuter les processus de conception à la fois comme des processus guidés par un projet mais aussi des processus éminemment adaptatifs.

Finalement, c'est bien la façon de rendre compte de la complexité de l'activité de conception telle que je commence à l'appréhender qui m'interroge : comment me représenter et représenter tout court un processus développemental qui à la fois organise (sans dimension ni prescriptive ni chronologique) les pôles que j'ai vus émerger dans cette activité, qui rend compte de la dimension dialogique entre volonté relative au futur et réel, qui rend compte aussi du fait que le processus semble intrinsèquement adaptatif, avec une volonté relative au futur qui s'ajuste via une conversation avec le réel, mais qui est, pour autant, clé pour « tendre » le fil du processus ?

Trois voies de travail se dessinent pour continuer la réflexion.

- La première vise à continuer à explorer la place de l'implémentation dans la conception. Dans ses travaux, Marie Chizallet propose d'aller vers un modèle trilogique de la conception, qui mettrait mieux en évidence, via l'espace intermédiaire du « concevable », ce qui se passe à l'articulation entre « virtuel » (le pôle de la formulation de l'intention, de la vision relative au futur) et « réel » (le pôle des solutions) et ce, avec une attention aux temporalités bien plus fine que ce que l'on peut discuter dans les *design studies* aujourd'hui. L'expérimentation (au sens d'essai, de test) tient une place particulière dans cet espace intermédiaire, les travaux de thèse de Maxime Catalogna (2018) ainsi que les travaux en cours de Quentin Toffolini sur les nouvelles formes d'expérimentations dans le monde agricole seront une source d'inspiration pour creuser en ce sens. La réflexion sur la place de l'implémentation dans la conception s'appuiera également sur le travail de doctorat que Celina Slimi a démarré à l'automne 2018. Celina utilise la notion d'expérience pour analyser ce que les agriculteurs échangent dans des réseaux qu'on peut analyser comme des réseaux de soutien à la conception. A travers ce concept de l'expérience, on embarque différemment le rapport au réel, au vécu, dans ses dimensions techniques mais aussi sensibles. Or, je l'ai indiqué dans le Chapitre 4, il me semble que la dimension sensible gagnerait à être reconsidérée dans les travaux relatifs à la reconception des systèmes agricoles. Une analyse fine des contenus de ces expériences et de leur performativité pour alimenter des processus de conception me permettront, il me semble, d'aller plus loin dans ma compréhension du rôle de l'implémentation dans la conception. Ce concept d'expérience invite, à mon sens, à investir dans les travaux du pragmatisme et notamment la notion d'enquête. C'est une piste que suivent déjà plusieurs chercheurs au travail sur le rôle de l'action dans le travail de l'agriculteur et du conseiller qui l'accompagne ou dans les processus de production de connaissances dans l'action (Chantre et al., 2014; Cerf et al., 2016; Olry et al., 2017; Lacombe, 2018; Rénier et al., 2018; Cristofari, 2018; Girard and Magda, 2018).
- La seconde voie de travail que j'aimerais explorer serait d'inscrire les activités de conception des agriculteurs dans une activité collective de conception plus large. En cohérence avec mon objectif de tirer des enseignements de ma compréhension de la conception pour la recherche agronomique, il s'agirait de faire fonctionner mon idée d'écosystème de conception pour creuser comment les processus de conception individuels des agriculteurs sont articulés à d'autres, plus collectifs, et comment ces différents processus s'alimentent mutuellement. Je

rejoins ici des travaux en cours autour des notions de conception ouverte et *open design*. Pour autant, il me semble plus raisonnable, au moins pour les toutes prochaines années, de continuer à me focaliser, au sein des écosystèmes que je ferai apparaître, sur le duo agronome / agriculteur, afin de continuer à comprendre les contributions relatives de chacun à la conception.

- La dernière voie de travail consiste à me décaler vers d'autres objets de conception, dans l'idée que ce décalage me permette de révéler d'autres points saillants de l'activité de conception. Je pense notamment à la conception de territoires, de vergers et cultures pérennes, de systèmes de maraîchage et de systèmes d'élevage. Il s'agirait ici de m'immerger dans les travaux que réalisent déjà sur ces objets les collègues de la recherche et du développement. Sans prétendre changer radicalement de type de cultures agronomiques, il me semble qu'une acculturation et un partage autour de ces autres objets ne pourrait qu'être bénéfique à ma compréhension des activités à l'œuvre et ma construction d'une représentation de la conception qui rende compte de ces activités proches du vivant. Je vois également ce décalage comme une opportunité pour avancer dans ma réflexion sur la forme des objets conçus dans le monde agricole. J'évoquais dans la partie précédente mon intérêt à m'inspirer du côté esthétique, attentif à la forme, des *design studies*. Les premières collaborations qui émergent en ce sens sont un véritable encouragement à aller plus loin dans ce sens.

2.2 Des propositions d'interprétation et d'action pour que la recherche agronomique soutienne les processus de conception des agriculteurs

2.2.1 Décliner les contributions de la recherche agronomique à la conception

Je l'ai rappelé plus haut, mon objectif n'est pas uniquement d'analyser en quoi les agriculteurs sont engagés dans une activité de conception. Il est de savoir comment la recherche agronomique peut soutenir cette activité de conception et la part qu'elle y prend. En mettant à jour différents pôles dans les processus de conception, j'ai maintenant l'opportunité de décliner la contribution que peut avoir la recherche agronomique à ces différents pôles.

Pour illustrer ce que je cherche à faire, je prendrai l'exemple d'un travail qui a été entamé depuis un an sur les ateliers de conception réalisés par des conseillers faisant parti du RMT Systèmes de culture innovants (voir aussi Chapitre 2.2). Catherine Pasquier, Raymond Reau, Marianne Cerf et moi avons repéré plus d'une dizaine de cas de mise en œuvre d'ateliers de conception que leurs animateurs reliaient à la dynamique du RMT. Le suivi et l'analyse de ces ateliers, qui se revendiquent tous « ateliers de conception », permet de différencier plusieurs types d'ateliers. Certains ont pour objet de faire émerger un projet collectif, souvent à une échelle territoriale, entre des acteurs -des agriculteurs mais aussi d'autres acteurs- qui ne travaillaient jusque-là pas ensemble. Le collectif est alors un enjeu de la conception, un objet de conception en soi, et il ne se résume pas une somme d'individus à accompagner chacun dans leur changement technique. D'autres ateliers vont se centrer davantage sur les problématiques des agriculteurs présents mais là encore selon différents axes. Certains rassemblent des agriculteurs qui sont déjà fédérés par un projet de changement et qui cherchent à savoir comment aller désormais vers des solutions concrètes qui « fonctionnent ». C'est alors au niveau de la génération de solutions et de l'implémentation que l'agronome peut penser sa

contribution. Pour d'autres ateliers rassemblant des agriculteurs moins avancés dans la définition de ce vers quoi ils souhaitent aller, il s'agit d'ouvrir une réflexion, entre les agriculteurs possibles, sur « d'autres possibles ». C'est donc davantage au niveau de la formulation de la volonté relative au futur que se situe l'enjeu de l'atelier et une contribution possible de l'agronome. D'autres ateliers encore visent à outiller les agriculteurs pour qu'ils soient adaptatifs, réactifs, plastiques à la façon dont la situation répond à des changements techniques. Ici c'est la valorisation de l'implémentation dans le processus de conception qui interroge et que l'agronome peut outiller. On voit donc que derrière les différents types d'ateliers, l'agronome chercheur est susceptible de s'investir différemment. Il pourra accentuer plus ou moins sur la partie "formulation de la cible", s'inscrire plus ou moins dans une continuité (pérennité du collectif, reproduction ou pas des ateliers dans le temps), réfléchir sur les connaissances agronomiques qui peuvent alimenter ce qu'il souhaite soutenir dans le processus, etc. Identifier le pôle à soutenir est en soi un travail reposant sur la compréhension que l'agronome a de la conception et sur une construction avec les autres acteurs impliqués. C'est là où une représentation de la conception (voir le paragraphe précédent) me semble utile pour guider l'agronome dans une compréhension des enjeux de ces processus : elle peut fournir une grille d'analyse de ce qui se joue dans une exploitation, un collectif, un territoire. L'enjeu pour moi, c'est donc bien d'aller plus loin sur une exploration large des formes de contribution que l'agronome peut avoir aux processus de conception, alimentant par-là mon travail sur les écosystèmes de conception et la place des agronomes dans cet écosystème.

2.2.2 Vers des propositions méthodologiques génériques

Une partie de cette exploration des formes de contribution des agronomes à la conception se traduira par des propositions méthodologiques. J'en ai évoqué dans ce document un certain nombre qui ont été mises au point sur un premier cas d'étude puis testées dans d'autres contextes et d'autres acteurs. Cela permet aujourd'hui d'aller vers une mise en forme générique de ces méthodes. Quatre méthodes sont plus particulièrement concernées: celle du diagnostic des usages, celle de la mise en usage de prototypes d'objets en cours de conception, celle des ateliers de conception issus du RMT SdCi, celle de la démarche de gestion dynamique Transit'Eau. Les deux premières sont relatives à la conception d'artefacts, les deux dernières davantage à la conception de processus de production (systèmes de culture ou autres).

J'ai déjà évoqué dans le paragraphe précédent le cas des ateliers de conception issus du RMT SdCi. Nous cherchons aujourd'hui à analyser la diversité de ces ateliers, sur la base d'observations d'ateliers et d'entretiens avec les animateurs et participants à ces ateliers.

Concernant le diagnostic des usages (voir Chapitre 2.1.3.1), on dispose aujourd'hui d'un panel d'exemples de mise en œuvre, avec une variété intéressante : variété de domaines (gestion de l'azote, gestion de maladies, évaluation de variétés, prise en compte du travail pour accompagner le changement de pratiques agricoles), d'état d'avancements de la conception lors de la mobilisation du diagnostic (diagnostic pour ouvrir un champ des possibles, diagnostic pour faire évoluer un concept déjà bien avancé), de méthodes de réalisation. Il s'agit d'en tirer parti pour poursuivre la formalisation de Cerf et al. (2012). J'ai indiqué notamment qu'il me semblerait intéressant de réanalyser le rôle du diagnostic à repérer les contradictions de l'activité que l'objet en cours de conception prétend outiller. Concernant la mise en usage du prototypes d'objets en cours de conception, on peut s'appuyer sur le travail de mise en usage réalisée dans ma thèse (voir Chapitre 2.1.3.2), mais aussi sur une journée

d'échange d'expériences de mise en usage de prototypes pour alimenter la conception, faite en 2017. On a néanmoins moins d'exemples de mobilisation de la méthode que pour le diagnostic des usages. Il y a un réel enjeu à monter en généralité sur le rôle que peuvent jouer les prototypes d'OAD agricoles dans les processus de conception. Si l'on veut réussir à ce que cette mise en usage des prototypes permette d'améliorer l'objet en cours de conception, de construire des apprentissages pour les utilisateurs et les concepteurs et d'explorer de nouvelles solutions, il est nécessaire de formaliser les méthodes qui permettent d'y parvenir et la façon d'en suivre les effets.

Concernant la démarche de gestion dynamique (Transit'Eau), nous pouvons mobiliser à la fois le travail réalisé à Briennon mais aussi celui réalisé dans le cadre du projet EcoSystN (ONEMA-AFB, 2015-2018) qui a consisté à déployer sur deux autres AAC la démarche initiée à Briennon : la formalisation d'un projet de territoire avec les agriculteurs, la traduction de ce projet en un tableau de bord rendant visible une chaîne cause-conséquences des actions des agriculteurs à l'objectif visé, l'organisation d'un observatoire permettant de suivre l'atteinte des résultats dans l'AAC, l'organisation de moments d'échange avec les agriculteurs autour de leurs résultats. Ce travail, piloté par Claudine Ferrané, nous a permis d'écrire une première version d'un guide à l'usage des animateurs de captage désireux d'expérimenter cette démarche. La fin du projet sera l'occasion de le compléter, grâce à la réalisation d'entretiens réflexifs auprès des animateurs sur le travail effectué ensemble et les conséquences dans leur activité. Une vingtaine d'autres animateurs de captages échangent également avec Claudine Ferrané pour décliner les principes de la démarche de gestion dynamique dans leurs AAC.

2.2.3 Des Outils d'Aide au Design : les nouveaux OAD à concevoir?

Pour poursuivre l'idée d'équiper les chercheurs agronomes dans leur contribution aux processus de conception, une question m'interpelle, celle des outils d'aide à la conception. La question est en fait double : que seraient de tels outils et comment les concevoir ? Les acronymes permettent ce jeu de mot aussi bien en français qu'en anglais : plutôt que la conception d'OAD (Outil d'Aide à la Décision)-DSS (Decision Support Systems), comment penser la conception d'OAD (Outil d'Aide au *Design*)-DSS (*Design* Support Systems) ? Cette question vient relier mes travaux sur la conception d'artefacts à ceux sur la conception de système de culture. Ainsi la conception de ces nouveaux OAD s'appuie nécessairement sur une représentation des processus de conception des agriculteurs mais elle va également engager tout ce que l'on a pu creuser sur la conception de tels outils. C'est une piste que j'ai commencé à évoquer dans le travail à Briennon (Prost et al., 2018), c'est également une piste qu'explore dans son doctorat Maude Quinio et qui anime un certain nombre de travaux de recherche, même s'ils le formulent différemment. Il me semble par exemple qu'il serait très riche d'analyser la montée en puissance de la production de jeux sérieux en agronomie aujourd'hui (Rami Fourrager, Mission Ecophyt'eau, Jeu de Territoire, Méthod'eau pour n'en citer que quelques-uns...) avec ce cadre d'analyse d'outils d'aide au *design*.

2.3 Comment produire des connaissances en agronomie grâce à la conception ?

Le dernier enjeu que je mets en avant dans mon projet renvoie à la partie plus épistémologique de mon travail. Construite à partir de la conviction que l'implication dans des démarches de conception permet de produire des connaissances scientifiques originales, elle vise finalement à mieux analyser les liens entre processus de conception et processus de production de connaissances scientifiques. Je

continue à avancer à petits pas sur cette réflexion qui trouve de l'écho du côté de l'agronomie dans des travaux de thèse très récents (Cristofari, 2018; Catalogna, 2018) mais qui nécessiterait sans doute de ma part un investissement plus intense des travaux d'épistémologie, au-delà de ce qui a pu être écrit dans la recherche agronomique ou les *design studies*. En attendant, j'identifie deux voies de travail pour les années à venir.

La première consiste à discuter dans le champ des *design studies* ce que nous avons pu analyser dans le champ de l'agriculture. On trouve plusieurs articles dans cette littérature qui s'interroge sur ce qui sépare ou réunit démarches scientifiques et démarches de conception. Néanmoins il n'en existe pas, à ma connaissance, qui sont partis de cas d'études réels pour analyser précisément la production de connaissances scientifiques en lien avec des processus de production. Les articles trouvés sont souvent des articles de positionnement théorique, souvent très conceptuels. Il me semble donc que nous avons là une place à prendre pour valoriser le travail réalisé par Quentin Toffolini dans son postdoctorat. Il s'agit de faire valoir une analyse plus proche de l'activité effective des acteurs mais aussi de continuer à faire une place aux objets agronomiques dans ce monde des *design studies* qui est bien davantage artistique et industriel.

La seconde voie vise à investir davantage les communautés scientifiques constituées autour de l'agroécologie pour continuer une réflexion sur la régénération des concepts de l'agronomie. J'ai évoqué dans le Chapitre 4 que de nombreux travaux relatifs au développement de l'agroécologie (soit internes à l'agronomie, soit produites par des chercheurs plus extérieurs analysant ce développement), argumentent de la nécessité d'un tel renouvellement. Comment formuler les enjeux de ce renouvellement pour la recherche agronomique, voit-on se dessiner des pistes ? Mieux connaître les débats et propositions de cette communauté me permettrait sans doute de les interpréter comme des challenges de conception. J'en ai évoqué un certain nombre : échelles spatiales et temporelles, collectifs de conception, plasticité et adaptativité en contexte d'incertitudes fortes, etc. Analyser comment les travaux en agroécologie embarquent ces différents challenges en termes de production de connaissances scientifiques m'apparaît comme une piste très riche à suivre.

3 Un dispositif de travail qui couple exploration et mise en débat

J'ai évoqué différents dispositifs de travail dans la partie précédente pour donner un peu de concret à mes propositions. Je recule ici d'un pas pour parler de mon dispositif plus globalement. Il se construit selon deux objectifs : explorer certaines questions de recherche d'une part, mettre en débat et valoriser mes travaux d'autre part. J'explique dans cette partie la place centrale qu'occupe IDEAS dans ce dispositif puisqu'il contribue à ces deux objectifs, puis j'explique les moyens complémentaires dont je me dote pour faire émerger de nouveaux champs d'intérêt scientifique pour moi.

3.1 IDEAS : un dispositif de travail privilégié

IDEAS joue un rôle central dans mon dispositif de travail. Chargée, avec Marie-Hélène Jeuffroy de la mission qui a abouti à sa création, je fais aujourd'hui partie de la cellule d'animation de ce réseau, qui alimente les deux objectifs cités plus haut : explorer certaines questions de recherche et mettre en débat et valoriser des travaux que je réalise ou auxquels je contribue.

3.1.1 IDEAS comme accélérateur de recherche ?

IDEAS me permet d'une part de partager mes travaux dans une communauté de travail qui partage une grande partie de mes objets d'intérêt. C'est ainsi dans ce réseau que je trouve les collègues qui partagent mon intérêt pour la conception comme objet de recherche dans le monde agricole : Marianne Cerf à l'UMR LISIS, Marie-Hélène Jeuffroy à l'UMR Agronomie, Jean-Marc Meynard, Chloé Salembier, Elsa Berthet à l'UMR SADAPT par exemple.

Et si tous les membres d'IDEAS n'ont pas la conception comme objet scientifique d'intérêt, tous sont en revanche investis à différents degrés dans des processus de conception, en tant que concepteurs ou soutiens à la conception, d'OAD, de systèmes agricoles, de processus de transformation, de ressources génétiques etc. Cette communauté permet alors d'avoir une réflexion beaucoup plus puissante et plus générique sur les questions qui m'intéressent. Je donnerai simplement un exemple qui va être traité au sein d'IDEAS : celui de la conception de territoires. Le territoire est un « objet de conception » intéressant pour faire vivre les questions vives dont je parlais plus haut : comment faire émerger un projet collectif, comment ouvrir et embarquer l'ensemble des dimensions que recouvre le territoire, y compris ses dimensions sensibles, comment être génératif à l'échelle du territoire, comment entremêler une vision relative au futur au réel des territoires, etc. Au sein d'IDEAS, on peut identifier plusieurs travaux de recherche qui portent sur de la conception de territoire : ceux de Laurence Guichard et de ses collègues mobilisant la méthode Co-Click'Eau pour générer des scénarios de territoires face à des enjeux de qualité de l'eau, ceux d'Elsa Berthet durant sa thèse sur la conception d'agro-écosystèmes permettant la gestion de la plaine de Niort à partir d'un problème de gestion de la biodiversité, ceux de Marianne Le Bail sur l'organisation de cultures dans des bassins d'approvisionnement des filières, ceux de Véronique Souchère et Philippe Martin sur des territoires marqués par une problématique d'érosion, ceux que j'ai réalisés à Briennon et dans d'autres AAC avec Raymond Reau et Claudine Ferrané sur la démarche de gestion dynamique de l'eau pour citer uniquement ceux que je connais le mieux (il y en a sans doute d'autres). Chacun a eu l'occasion de valoriser ses propres travaux mais l'accumulation de ces cas doit nous permettre de monter en compétences sur cette thématique. L'enjeu pour nous est de clarifier ce que nous partageons dans IDEAS autour de la conception de territoires et comment cela nous situe par rapport aux travaux d'autres équipes (ceux de l'UMR Territoires autour du « jeu de territoire », ceux de l'UMR Agir, notamment dans le projet TATABOX et dans l'équipe Magellan, etc). La communauté scientifique d'IDEAS nous oblige donc à nous positionner collectivement plus efficacement sur nos différents objets d'intérêt.

3.1.2 IDEAS comme vecteur de mise en débat et de mise en visibilité

IDEAS me permet d'autre part de mettre en débat et de valoriser les travaux relatifs à la conception dans le monde agricole. Cela se joue via la communauté scientifique qui se construit dans IDEAS, comme je l'ai évoqué dans le paragraphe précédent. Mais cela se joue également au travers des deux autres missions qu'IDEAS revendique et que nous organisons dans la cellule d'animation: la mission « formation » et la mission « centre de ressources ».

La mission «formation » d'IDEAS se déploie vers des formations initiales et continues, cherchant à s'adresser aussi bien aux étudiants, aux partenaires du développement agricole qu'aux chercheurs. L'enjeu pour nous, IDEAS, est d'intégrer cette offre aux propositions des établissements de formation initiale, en premier lieu desquels AgroParisTech et ce dans le cadre de l'université Paris Saclay et aux

propositions de la formation continue, notamment celles en direction des conseillers, animateurs, accompagnateurs des agriculteurs. L'enjeu est également de construire des contenus de formation qui traduisent bien notre vision participative, ouverte, distribuée et innovante de la conception, en évitant ainsi les apports normatifs et en sachant privilégier l'échange d'expériences et la réflexion des participants sur leurs propres activités.

La mission « centre de ressources » d'IDEAS vise à mettre à disposition une série de travaux, réflexions mais aussi outils et méthodes qui nous semblent utiles, pour des chercheurs et partenaires non chercheurs choisissant de s'investir dans des démarches de conception participatives, ouvertes, distribuées et innovantes. Cela passe par un travail de définition à la fois de ce que sont ces ressources -souvent développées dans le cadre d'un projet particulier et d'une situation particulière- et du fonctionnement de ce centre de ressources (quelle structure, quels moyens). Ce travail de définition sera un des enjeux de 2019, nous nous sommes adjoint l'aide de deux ingénieurs pour nous aider à avancer sur ces deux plans. Il sera une ressource clé pour organiser ma participation (et celle des scientifiques de la cellule IDEAS plus largement) à des projets de recherche qui souhaitent mobiliser des savoir-faire détenus par des chercheurs IDEAS sans pour autant en faire des objets de recherche.

3.2 Des dispositifs complémentaires pour explorer et défricher de nouvelles questions de recherche

Au-delà d'IDEAS, j'utilise un certain nombre de ressources pour explorer des directions qui me sont propres, à l'interface entre sciences de la conception et agronomie.

Les doctorats de Marie Chizallet (fin prévue en 2019) et Celina Slimi (démarrage en 2018) ainsi que le doctorat (2012-2016) et le postdoctorat de Quentin Toffolini (2017- 2018) en sont des illustrations. Je les ai beaucoup évoqués dans les chapitres précédents ainsi que dans ce projet. Que ce soit une exploration de l'activité de conception des agriculteurs, le recours à la notion d'expérience ou l'investigation fine des liens entre processus de conception et processus de production de connaissances scientifiques, l'ensemble de leurs travaux me permettent d'explorer des pistes de recherche originales, dans des approches pluridisciplinaires qui empruntent à différents champs conceptuels et que je fais vivre par des co-encadrements (par exemple Flore Barcellini, ergonomiste au CNAM pour Marie Chizallet, Marianne Cerf et Magali Prost, ergonomiste travaillant dans le champ des sciences de l'éducation et de la didactique professionnelle à l'Université de Bretagne pour Celina Slimi). J'identifie deux directions vers lesquelles construire de nouveaux sujets de thèse ou de postdoctorat : d'une part autour de l'idée d'écosystème de conception, d'autre part autour des outils d'aide à la conception (OADesign).

Au-delà de ces travaux, il me semble nécessaire de mieux positionner mon travail dans différentes communautés de recherche dans les prochaines années. Ma position à l'interface entre agronomie et *design studies* me donne beaucoup de mobilité entre différentes communautés, encore faut-il faire vivre cette mobilité correctement. Cela se traduit pour moi par un travail d'exploration et de positionnement dans différentes communautés :

- resituer l'ergonomie de conception dans le champ des *design studies* m'a été extrêmement utile pour approfondir ma compréhension du concept de « conception » et mieux positionner les approches ergonomiques dans l'ensemble des travaux de ce champ. Cela m'a permis d'avoir aujourd'hui une vision plus large des *design studies* et de réaffirmer qu'au sein de ce

champ, je me sentais plus proche des approches des ergonomes de l'activité que d'autres courants du champ. Je réaffirme ici mon intérêt pour l'activité de conception prise comme un processus long, développemental, mis en œuvre par des personnes dans le contexte de leur travail. Ces éclaircissements ont deux implications pour moi : celle de maintenir mes interactions avec les ergonomes de l'activité intéressés par la conception mais aussi celle d'intensifier un travail de mise en visibilité de mes travaux et de ceux d'IDEAS au sein de la communauté des *design studies* plus largement. En effet, les approches et échelles de travail qui m'intéressent peuvent faire écho à celles d'autres chercheurs des *design studies*, au-delà des ergonomes de l'activité. Ces interactions me semblent nécessaires pour aller plus loin sur la compréhension de la spécificité –ou au moins de l'intérêt- des problématiques de conception que nous rencontrons sur le sujet des systèmes agri-alimentaires. Elles sont ainsi un moteur pour moi de directions originales de recherches.

- j'ai évoqué plus haut l'enjeu de mieux explorer la littérature scientifique portant sur l'agroécologie. J'ai aussi évoqué mon envie d'aller interagir avec les collègues au travail sur des thématiques proches sur des objets agronomiques un peu différents : viticulture, arboriculture, élevage, maraîchage. Derrière ces projets, il s'agit pour moi de me donner les moyens de capter des directions originales de travaux que je peux analyser au prisme de la conception. Il s'agit également de continuer mon exploration de la façon dont l'agronomie, au sens large, se renouvelle et se régénère face aux enjeux de transition agroécologique.

Bibliographie

- Aarts, H. F. M., Habekotté, B., and Van Keulen, H.** 2000. Nitrogen (N) management in the 'De Marke' dairy farming system. *Nutrient cycling in Agroecosystems* 56(3):231–240.
- Agogué, M., Arnoux, F., Brown, I., and Hooge, S.** 2013. Introduction à la Conception Innovante: éléments théoriques et pratiques de la théorie CK. Presses des MINES.
- Akrich, M.** 1998. Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Éducation permanente*(134):79–90.
- Akrich, M.** 2006. Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*:253–265.
- Altieri, M. A.** 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1):35–42.
- Altieri, M. A. and Toledo, V. M.** 2005. Natural resource management among small-scale farmers in semi-arid lands: Building on traditional knowledge and agroecology. *Annals of Arid zone* 44(3/4):365.
- Amalberti, R. and Hoc, J.-M.** 1998. Analyse des activités cognitives en situation dynamique: Pour quels buts? Comment? *Le travail humain*:209–234.
- Ameri, F., Summers, J. D., Mocko, G. M., and Porter, M.** 2008. Engineering design complexity: an investigation of methods and measures. *Research in Engineering Design* 19(2):161–179.
- Arnoux, F.** 2013. Modéliser et organiser la conception innovante: le cas de l'innovation radicale dans les systèmes d'énergie aéronautiques. PhD Thesis, Paris, ENMP.
- Atkinson, P.** 2017. Design for Non-Designers. *The Design Journal* 20(3):303–305.
- Attonaty, J., Chatelin, M., Poussin, J., and Soler, L.** 1990. Otelo: un simulateur a base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail. In P. Bourguine and B. Walliser (eds.). *Economics and artificial intelligence* p. 291–297.
- Attonaty, J.-M. and Soler, L.-G.** 1992. Aide à la décision et gestion stratégique: un modèle pour l'entreprise agricole.
- Bachinger, J. and Zander, P.** 2007. ROTOR, a tool for generating and evaluating crop rotations for organic farming systems. *European Journal of Agronomy* 26(2):130–143.
- Baker, M., Détienne, F., Lund, K., and Séjourné, A.** 2008. Etude des profils interactifs dans une situation de conception collective en architecture. In F. Détienne and V. Traverso (eds.). *Méthodologies d'analyse de situation coopératives de conception : Corpus MOSAIC Presses Universitaires de Nancy*. p. 183–220.
- Barbier, C., Cerf, M., and Lusson, J.-M.** 2015. Cours de vie d'agriculteurs allant vers l'économie en intrants: les plaisirs associés aux changements de pratiques. *Activités* 12(12–2).
- Barbier, J.-M. and Goulet, F.** 2013. Moins de technique, plus de nature : pour une heuristique des pratiques d'écologisation de l'agriculture, Less technique, more nature : impact of agricultural ecologization on agronomic concepts. *Natures Sciences Sociétés* 21(2):200–210.
- Barcellini, F.** 2008. Conception de l'artefact, conception du collectif. Conservatoire national des arts et métiers.
- Barcellini, F.** 2015. Développer des interventions capacitanes en conduite du changement. Comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bordeaux.

- Barcellini, F., Prost, L., and Cerf, M.** 2015. Designers' and users' roles in participatory design: What is actually co-designed by participants? *Applied Ergonomics* 50:31–40.
- Barcellini, F., Van Belleghem, L., and Daniellou, F.** 2013. Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. *Ergonomie constructive Presses universitaires de France*. p. 191–206.
- Bayazit, N.** 2004. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research. *Design Issues* 20(1):16–29.
- Beckett, S. J.** 2017. The Logic of the Design Problem: A Dialectical Approach. *Design Issues* 33(4):5–16.
- Béguin, P.** 2003. Design as a mutual learning process between users and designers. *Interacting with computers* 15(5):709–730.
- Béguin, P.** 2004. L'ergonome, acteur de la conception. In P. Falzon (ed.). *Ergonomie Presses Universitaires de France*. p. 375–390.
- Béguin, P.** 2006. Une approche opérative de la simulation. *Education permanente*(166).
- Béguin, P.** 2007. Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités* 04(4–2).
- Béguin, P.** 2010. Conduite de projet et fabrication collective du travail: une approche développementale. Habilitation à Diriger la Recherche. Université Victor Segalen Bordeaux:188.
- Béguin, P.** 2011. Réflexions sur les enjeux d'une prise en compte du travail agricole dans la conception d'une agriculture durable. le travail en agriculture: son organisation et ses valeurs face à l'innovation Editions L'Harmattan. Paris, France. p. 37–52.
- Béguin, P. and Cerf, M.** 2004. Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. *Activités* 01(1–1).
- Béguin, P. and Pueyo, V.** 2011. Quelle place au travail des agriculteurs dans la fabrication d'une agriculture durable? Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé(13–1).
- Béguin, P. and Rabardel, P.** 2000. Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'intelligence artificielle* 14(1–2):35–54.
- Béguin, P. and Weill-Fassina, A.** 1997. La simulation en ergonomie: connaître, agir et interagir. Octarès Editions.
- Bergez, J. E., Audouin, E., and Therond, O.** 2019. Agroecological transitions: from theory to practice in local participatory design. Springer.
- Bergez, J.-E., Colbach, N., Crespo, O., Garcia, F., Jeuffroy, M.-H., Justes, E., Loyce, C., Munier-Jolain, N., and Sadok, W.** 2010. Designing crop management systems by simulation. *European Journal of Agronomy* 32(1):3–9.
- Berthet, E. T. A.** 2014a. Concevoir l'écosystème, un nouveau défi pour l'agriculture. Mines ParisTech.
- Berthet, E. T. A.** 2014b. Concevoir l'écosystème, un nouveau défi pour l'agriculture. Mines ParisTech.
- Berthet, E. T. A., Barnaud, C., Girard, N., Labatut, J., and Martin, G.** 2016. How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods. *Journal of Environmental Planning and Management* 59(2):280–301.
- Berthet, E. T., Bretagnolle, V., Lavorel, S., Sabatier, R., Tichit, M., and Segrestin, B.** 2018. Applying ecological knowledge to the innovative design of sustainable agroecosystems. *Journal of Applied Ecology*.
- Bertoluci, G.** 2001, December 21. Proposition d'une méthode d'amélioration de la cohérence des processus industriels. phdthesis, Arts et Métiers ParisTech.

- Bittencourt, J. M., Duarte, F., and Béguin, P.** 2017. From the past to the future: Integrating work experience into the design process. *Work* 57(3):379–387.
- Bjerknes, G. and Bratteteig, T.** 1995. User participation and democracy: A discussion of Scandinavian research on system development. *Scandinavian Journal of information systems* 7(1):1.
- Bjögvinsson, E., Ehn, P., and Hillgren, P.-A.** 2012. Design things and design thinking: Contemporary participatory design challenges. *Design Issues* 28(3):101–116.
- Blazy, J.-M., Ozier-Lafontaine, H., Doré, T., Thomas, A., and Wery, J.** 2009. A methodological framework that accounts for farm diversity in the prototyping of crop management systems. Application to banana-based systems in Guadeloupe. *Agricultural systems* 101(1):30–41.
- Bødker, S. and Petersen, M. G.** 2000. Design for learning in use. *Scandinavian Journal of Information Systems* 12(1):5.
- Boisseau, E., Omhover, J.-F., and Bouchard, C.** 2018. Open-design: A state of the art review. *Design Science* 4:e3.
- Boote, K. J., Jones, J. W., and Pickering, N. B.** 1996. Potential uses and limitations of crop models. *Agronomy Journal* 88(5):704–716.
- Bos, A. P., Koerkamp, P. W. G. G., Gosselink, J. M. J., and Bokma, S.** 2009. Reflexive interactive design and its application in a project on sustainable dairy husbandry systems. *Outlook on Agriculture* 38(2):137–145.
- Boulaine, J.** 1995. *Histoire de l’Agronomie*. 2ème édition. Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- Bouman, B. A. M., Van Keulen, H., Van Laar, H. H., and Rabbinge, R.** 1996. The ‘School of de Wit’ crop growth simulation models: a pedigree and historical overview. *Agricultural systems* 52(2–3):171–198.
- Bourgine, R.** 1989. Contribution à une théorie de l’automodélisation: application au développement de système d’aide au diagnostic global d’exploitation agricole. PhD Thesis, ANRT, Université Pierre Mendès France (Grenoble II).
- Boutinet, J.-P.** 1990. *Anthropologie du projet*. Presses Universitaires de France.
- Braha, D. and Reich, Y.** 2003. Topological structures for modeling engineering design processes. *Research in Engineering Design* 14(4):185–199.
- Brangier, E. and Robert, J.-M.** 2014. *L’ergonomie prospective : fondements et enjeux*. Le travail humain Vol. 77(1):1–20.
- Brédart, D. and Stassart, P. M.** 2017. When farmers learn through dialog with their practices: A proposal for a theory of action for agricultural trajectories. *Journal of Rural Studies* 53:1–13.
- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeuffroy, M. H., Ruget, F., Nicoullaud, B., Gate, P., Devienne-Barret, F., Antonioletti, R., and Durr, C.** 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie* 18(5–6):311–346.
- Broberg, O., Andersen, V., and Seim, R.** 2011. Participatory ergonomics in design processes: The role of boundary objects. *Applied Ergonomics* 42(3):464–472.
- Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., and Petit, M.** 1991. Gestion de l’exploitation agricole familiale et pratiques des agriculteurs: Vers une nouvelle théorie de la gestion. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d’agroeconomie* 39(2):119–135.
- Brown, I.** 2013. Entre firme et usagers: des biens génératifs d’usages. *Théorie des biens comme espaces de conception*. PhD Thesis, École nationale supérieure des mines de Paris.
- Brown, T.** 2008. Design thinking. *Harvard business review* 86(6):84.

- Brun, J.** 2017. Modéliser le pouvoir expansif de la structuration des connaissances en conception innovante: mise en évidence des effets génératifs du K-preordering grâce à l'étude du non-verbal. PhD Thesis, Université Paris Sciences et Lettres, Mines ParisTech, Paris.
- Bucciarelli, L. L.** 1994. *Designing Engineers*. MIT press.
- Buchanan, R.** 2001. Design research and the new learning. *Design issues* 17(4):3–23.
- Buxton, B.** 2010. *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. Morgan Kaufmann.
- Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K., and Wood, K.** 2017. Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science* 3.
- Capillon, A. and Fleury, A.** 1986. Conception d'itinéraires techniques respectant la diversité des exploitations agricoles: les enseignements d'un essai. *Bulletin technique d'information, Ministère de l'agriculture* 408:281–294.
- Cardona, A.** 2012. L'agriculture à l'épreuve de l'écologisation: éléments pour une sociologie des transitions. Paris, EHESS.
- Cardona, A., Lefèvre, A., and Simon, S.** 2018. Les stations expérimentales comme lieux de production des savoirs agronomiques semi-confinés. *Revue d'anthropologie des connaissances* 12(2):139–170.
- Catalogna, M.** 2018, December 7. Expérimentations de pratiques agroécologiques réalisées par les agriculteurs : Proposition d'un cadre d'analyse à partir du cas des grandes cultures et du maraîchage diversifié dans le département de la Drôme. Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon.
- Cellier, J. M. and Marquié, J. C.** 1984. Eléments d'analyse temporelle du travail agricole. Diversité et fractionnement de l'activité des éleveurs ovin-lait. *Psychologie et Education* 111(2):79–98.
- Cellier, J.-M. and Marquié, J.-C.** 1980. Système d'activités et régulations dans l'exploitation agricole. *Le Travail Humain* 43(2):321–336.
- Cerf, M.** 1996a. Les connaissances mobilisées par des agriculteurs pour la conception et la mise en oeuvre de dispositifs d'intervention culturale. *Le travail humain*:305–333.
- Cerf, M.** 1996b. Approche cognitive de pratiques agricoles : intérêts et limites pour les agronomes. *Natures Sciences Sociétés* 4(4):327–339.
- Cerf, M., Bail, L., Lusson, J. M., and Omon, B.** 2017. Contrasting intermediation practices in various advisory service networks in the case of the French Ecophyto plan. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 23(3):231–244.
- Cerf, M., Guillot, M. N., and Olry, P.** 2011. Acting as a Change Agent in Supporting Sustainable Agriculture: How to Cope with New Professional Situations? *The Journal of Agricultural Education and Extension* 17(1):7–19.
- Cerf, M., Guillot, M.-N., Olry, P., Omon, B., and Petit, M.-S.** 2016. Renouveler la place du conseiller dans la production de savoirs agronomiques d'action : le rôle de dispositifs d'échange sur le métier. *Agronomie, Environnement & Sociétés* 6(2):185–192.
- Cerf, M., Jeuffroy, M.-H., Prost, L., and Meynard, J.-M.** 2012. Participatory design of agricultural decision support tools: taking account of the use situations. *Agronomy for Sustainable Development* 32(4):899–910.
- Cerf, M. and Joly, P.-B.** 2002. Sciences sociales et action: quels scénarios pour l'INRA ? Rapport final de la mission INRA « Sciences Sociales et Action », INRA.

- Cerf, M. and Magne, M.-A.** 2007. Comment les agriculteurs mobilisent-ils des interventions de développement ? *Activités* 04(4-1).
- Cerf, M. and Meynard, J.-M.** 2006. Les outils de pilotage des cultures : diversité de leurs usages et enseignements pour leur conception, *Monitoring tools for crop management : deriving design guidelines from their diversity of uses. Natures Sciences Sociétés* 14(1):19–29.
- Cerf, M. and Sagory, P.** 2004. *Agriculture et développement agricole. Ergonomie Presses Universitaires de France.* p. 621–632.
- Chakrabarti, A. and Blessing, L. T.** 2016. *Anthology of Theories and Models of Design.* Springer.
- Chantre, E.** 2011. *Apprentissage des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures: cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre dans les années 1985-2010.* AgroParisTech.
- Chantre, E. and Cardona, A.** 2014. Trajectories of French field crop farmers moving toward sustainable farming practices: change, learning, and links with the advisory services. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 38(5):573–602.
- Chantre, E., Guichard, L., Ballot, R., Jacquet, F., Jeuffroy, M.-H., Prigent, C., and Barzman, M.** 2016. Co-click'eau, a participatory method for land-use scenarios in water catchments. *Land Use Policy* 59:260–271.
- Chantre, E., Le Bail, M., and Cerf, M.** 2013. Comment évolue l'expérience des agriculteurs engagés dans l'écologisation de leurs pratiques. *Education permanente* 4(197):71–82.
- Chantre, É., Le Bail, M., and Cerf, M.** 2014. Une diversité de configurations d'apprentissage en situation de travail pour réduire l'usage des engrais et pesticides agricoles. *Activités* 11(11–2).
- Chevassus-au-Louis, B.** 2006. *Refonder la recherche agronomique: leçons du passé, enjeux du siècle. Leçon inaugurale du groupe ESA, Angers* 27.
- Chizallet, M., Barcellini, F., and Prost, L.** 2018. Supporting farmers' management of change towards agroecological practices by focusing on their work: a contribution of ergonomics. *Cahiers Agricultures* 27(3):35005.
- Choulier, D.** 2008. *Comprendre l'activité de conception.* Univ. de technologie Belfort-Montbéliard.
- Cohen, A. G.** 2017. Des lois agronomiques à l'enquête agroécologique. Esquisse d'une épistémologie de la variation dans les agroécosystèmes. *Tracés. Revue de Sciences humaines*(33):51–72.
- Colnenne-David, C. and Doré, T.** 2015. Designing innovative productive cropping systems with quantified and ambitious environmental goals. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30(6):487–502.
- Compagnone, C. and Hellec, F.** 2015. Farmers' Professional Dialogue Networks and Dynamics of Change: The Case of ICP and No-Tillage Adoption in Burgundy (France). *Rural Sociology* 80(2):248–273.
- Cooper, R.** 2017. Design Research: Past, Present and Future. *The Design Journal* 20(1):5–11.
- Coquil, X.** 2014. *Transition des systèmes de polyculture élevage laitiers vers l'autonomie. Une approche par le développement des mondes professionnels.* AgroParisTech.
- Coquil, X., Fiorelli, J.-L., Blouet, A., and Mignolet, C.** 2014. Experiencing organic mixed crop dairy systems: a step-by-step design centred on a long-term experiment. *Organic farming, prototype for sustainable agricultures* Springer. p. 201–217.
- Cornu, P., Valceschini, E., and Maeght-Bournay, O.** 2018. *L'histoire de l'Inra, entre science et politique.* Editions Quae.
- Cox, P. G.** 1996. Some issues in the design of agricultural decision support systems. *Agricultural systems* 52(2–3):355–381.

- Crilly, N. and Cardoso, C.** 2017. Where next for research on fixation, inspiration and creativity in design? *Design Studies* 50:1–38.
- Cristofari, H.** 2018, March 29. Une analyse pragmatiste des processus d'apprentissage en agroécologie : le cas de l'agriculture de conservation. phd, Université de Toulouse, Université Toulouse III - Paul Sabatier.
- Cross, N.** 1997. Descriptive models of creative design: application to an example. *Design Studies* 18:427–440.
- Cross, N.** 2007. *Designerly Ways of Knowing*. Springer Science & Business Media.
- Crossland, R., Williams, J. H. S., and McMahon, C. A.** 2003. An object-oriented modeling framework for representing uncertainty in early variant design. *Research in Engineering Design* 14(3):173–183.
- Daniellou, F.** 1986. L'opérateur, la vanne, l'écran: l'ergonomie des salles de contrôle. Ed. de l'ANACT.
- Daniellou, F.** 2004. L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (ed.). *Ergonomie Presses Universitaires de France*. p. 359–373.
- Daniellou, F.** 2007. Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. *Activités* 04(4–2).
- Daniellou, F. and Béguin, P.** 2004. Méthodologie de l'action ergonomique: approches du travail réel. In P. Falzon (ed.). *Ergonomie Presses Universitaires de France*. p. 333–358.
- Darnhofer, I., Bellon, S., Dedieu, B., and Milestad, R.** 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30(3):545–555.
- Darré, J.-P.** 2006. La recherche coactive de solutions entre agents de développement et agriculteurs. Ed. du GRET.
- Darses, F., Détienne, F., Falzon, P., and Visser, W.** 2000. COMET. A Method for Analysing Collective Design Processes. report, INRIA.
- Darses, F., Falzon, P., and Munduteguy, C.** 2004. Paradigmes et modèles pour l'analyse cognitive des activités finalisées. *Ergonomie Presses Universitaires de France*. p. 191–212.
- De Wit, C. T.** 1978. Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen.
- Debaeke, P., Munier-Jolain, N., Bertrand, M., Guichard, L., Nolot, J.-M., Faloya, V., and Saulas, P.** 2009. Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems: methodology and case studies. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29(1):73–86.
- Dedieu, B., Aubin, J., Duteurtre, G., Alexandre, G., Vayssieres, J., Bommel, P., Faye, B., Mahieu, M., Fanchone, A., Tourrand, J.-F., and Ickowicz, A.** 2011. Design and evaluation of sustainable livestock farming systems in warm regions. *Inra Productions Animales* 24(1, SI):113–128.
- Dedieu, B., Chabosseau, J.-M., Willaert, J., Benoit, M., and Laignel, G.** 1998. L'organisation du travail dans les exploitations d'élevage: une méthode de caractérisation en élevage ovin du Centre-Ouest. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*:63–80.
- Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C.-H., and Tichit, M.** 2008. L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Quae, Versailles.
- Dedieu, B. and Servière, G.** 1999. Caractériser et évaluer l'organisation du travail en élevage: La méthode " Bilan Travail". *FaçSADe* 1, 1-4.(1999).
- Deffontaines, J.-P. and Osty, P.-L.** 1977. Des systèmes de production agricole aux systèmes agraires. *L'Espace géographique* 6(3):195–199.

- Delecourt, E.** 2018, April 9. *Prise en compte du travail dans les changements de pratiques vers l'agroécologie: outils et informations pour l'accompagnement des agriculteurs.* Université Paris-Saclay, AgroParisTech, Paris.
- Détienne, F.** 2006. Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting with Computers* 18(1):1–20.
- Détienne, F., Baker, M., and Burkhardt, J.-M.** 2012. Quality of collaboration in design meetings: methodological reflexions. *CoDesign* 8(4):247–261.
- Détienne, F., Martin, G., and Lavigne, E.** 2005. Viewpoints in co-design: a field study in concurrent engineering. *Design studies* 26(3):215–241.
- Détienne, F. and Traverso, V.** 2008. *Méthodologies d'analyse de situations coopératives de conception : Corpus MOSAIC.* Presses universitaires de Nancy.
- Dieumegard, G., Saury, J., and Durand, M.** 2004. L'organisation de son propre travail : une étude du cours d'action de cadres de l'industrie. *Le travail humain* 67(2):157–179.
- DiSalvo, C., Clement, A., and Pipek, V.** 2012. Communities: Participatory Design for, with and by communities. *Routledge international handbook of participatory design* Routledge. p. 202–230.
- Ditzler, L., Klerkx, L., Chan-Dentoni, J., Posthumus, H., Krupnik, T. J., Ridaura, S. L., Andersson, J. A., Baudron, F., and Groot, J. C.** 2018. Affordances of agricultural systems analysis tools: A review and framework to enhance tool design and implementation. *Agricultural Systems* 164:20–30.
- Dogliotti, S., García, M. C., Peluffo, S., Dieste, J. P., Pedemonte, A. J., Bacigalupe, G. F., Scarlato, M., Alliaume, F., Alvarez, J., Chiappe, M., and others.** 2014. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems* 126:76–86.
- Dogliotti, S., Rossing, W. a. H., and van Ittersum, M. K.** 2004. Systematic design and evaluation of crop rotations enhancing soil conservation, soil fertility and farm income: a case study for vegetable farms in South Uruguay. *Agricultural Systems* 80(3):277–302.
- Dogliotti, S., Van Ittersum, M. K., and Rossing, W. A. H.** 2005. A method for exploring sustainable development options at farm scale: a case study for vegetable farms in South Uruguay. *Agricultural Systems* 86(1):29–51.
- Doré, T. and Boiffin, J.** 2012. *Penser et agir en agronome: Hommages à Michel Sebillotte.* Quae.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., and Tottonell, P.** 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34(4):197–210.
- Dorst, K.** 2008. Design research: a revolution-waiting-to-happen. *Design studies* 29(1):4–11.
- Dorst, K.** 2016. *Design practice and design research : finally together? Future-Focused Thinking* Brighton.
- Dorst, K. and Cross, N.** 2001. Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design Studies* 22(5):425–437.
- Dorst, K. and Vermaas, P. E.** 2005. John Gero's Function-Behaviour-Structure model of designing: a critical analysis. *Research in Engineering Design* 16(1–2):17–26.
- Duru, M.** 2013. Combining agroecology and management science to design field tools under high agrosystem structural or process uncertainty: Lessons from two case studies of grassland management. *Agricultural Systems* 114:84–94.
- Ehn, P.** 2017. *Scandinavian design: On participation and skill.* Participatory design CRC Press. p. 41–77.

- Elmqvist, M. and Segrestin, B.** 2009. Sustainable development through innovative design: lessons from the KCP method experimented with an automotive firm. *International Journal of Automotive technology and management* 9(2):229–244.
- Engeström, Y.** 2014. *Learning by Expanding*. Cambridge University Press.
- Engeström, Y. and Toiviainen, H.** 2010. Co- configurational design of learning instrumentalities: an activity- theoretical perspective. In S. R. Ludvigsen, A. Lund, I. Rasmussen, and R. Säljö (eds.). *Learning Across Sites - New Tools, Infrastructures and Practices* Routledge, London. p. 33–52.
- Etienne, M. (ed.)**. 2014. *Companion Modelling: A Participatory Approach to Support Sustainable Development*. Springer Netherlands.
- Falzon, P.** 2013. *Pour une ergonomie constructive*. Presses Universitaires de France.
- Farrell, R. and Hooker, C.** 2012. The Simon–Kroes model of technical artifacts and the distinction between science and design. *Design Studies* 33(5):480–495.
- Farrell, R. and Hooker, C.** 2015. Designing and sciencing: Response to Galle and Kroes. *Design Studies* 37:1–11.
- Ferguson, R. S. and Lovell, S. T.** 2014. Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34(2):251–274.
- Findeli, A.** 2004. *La recherche-projet: une méthode pour la recherche en design*. Swiss Design Network, Bâle, Suisse.
- Findeli, A.** 2010. Searching for design research questions: some conceptual clarifications. In R. Chow, W. Jonas, and G. Joost (eds.). *Questions, Hypotheses & Conjectures: discussions on projects by early stage and senior design researchers* Bloomington. New York. p. 286–303.
- Findeli, A.** 2015. La recherche-projet en design et la question de la question de recherche : essai de clarification conceptuelle. *Sciences du Design*(1):45–57.
- Findeli, A. and Bousbaci, R.** 2005. The Eclipse of the Object in Design Project Theories. *The Design Journal* 8(3):35–49.
- Gagneur, C. A.** 2010. *Rencontres et interactions au fil du travail, sources de développement*. Université de Bourgogne, Agrosup Dijon.
- Galle, P. and Kroes, P.** 2014. Science and design: Identical twins? *Design Studies* 35(3):201–231.
- Galle, P. and Kroes, P.** 2015. Science and design revisited. *Design Studies* 37:67–72.
- Gasparotto, S.** 2019. Open Source, Collaboration, and Access: A Critical Analysis of “Openness” in the Design Field. *Design Issues* 35(2):17–27.
- Gericke, K. and Blessing, L.** 2011. Comparisons of design methodologies and process models across domains: a literature review. *Impacting Society through Engineering Design*, ICED 2011 Copenhagen, Denmark.
- Gero, J. S.** 1990. Design prototypes: a knowledge representation schema for design. *AI magazine* 11(4):26.
- Gero, J. S.** 2000. Computational Models of Innovative and Creative Design Processes. *Technological Forecasting and Social Change* 64(2):183–196.
- Gero, J. S. and Kannengiesser, U.** 2000. Towards a situated Function-Behaviour-Structure framework as the basis for a theory of designing. *Workshop on Development and Application of Design Theories in AI in Design Research*, Sixth International Conference on Artificial Intelligence in Design, Worcester, MA Citeseer.

- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., and Trow, M.** 1994. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE.
- Girard, N.** 2014. Gérer les connaissances pour tenir compte des nouveaux enjeux industriels, Ecological transition of agricultural systems: which challenges for managing knowledge? *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels* XX(49):51–78.
- Girard, N. and Magda, D.** 2018. Les jeux entre singularité et généralité des savoirs agro-écologiques dans un réseau d'éleveurs. *Revue d'anthropologie des connaissances* Vol. 12, N°2(2):199–228.
- Girardin, P., Guichard, L., and Bockstaller, C.** 2005. *Indicateurs et tableaux de bord: Guide pratique pour l'évaluation environnementale*. Tec & Doc Lavoisier.
- Gliessman, S. R.** 1992. Agroecology in the tropics: achieving a balance between land use and preservation. *Environmental Management* 16(6):681–689.
- Goel, V. and Pirolli, P.** 1992. The structure of Design Problem Spaces. *Cognitive Science* 16(3):395–429.
- Goulet, F.** 2017. Explorer et partager. Les expériences de réduction des pesticides dans une revue professionnelle agricole. *Économie rurale*(359):103–120.
- Granjou, C.** 2015. *Sociologie des changements environnementaux: Futurs de la nature*. ISTE Editions.
- Guillot, M.-N., Cerf, M., Petit, M.-S., Olry, P., and Omon, B.** 2013. Transforming the Advisor's Ability to Face Diverse Advisory Situations in Large-Scale Farming. *Économie rurale*(5):59–74.
- Haan, J. J. de and Diaz, A. G.** 2002. *Manual on prototyping methodology and multifunctional crop rotation*. Applied Plant Research, Lelystad.
- Hacker, W., Sachse, P., and Schroda, F.** 1998. Design thinking-Possible ways to successful solutions in product development. *Designers* Springer. p. 205–216.
- Hatchuel, A.** 2001. Towards Design Theory and Expandable Rationality: The Unfinished Program of Herbert Simon. *Journal of Management and Governance* 5(3–4):260–273.
- Hatchuel, A.** 2015. Apprentissages collectifs et activités de conception. *Revue Française de Gestion* 41(253):121–137.
- Hatchuel, A., Masson, P. L., and Weil, B.** 2002. From knowledge management to design-oriented organisations. *International Social Science Journal* 54(171):25–37.
- Hatchuel, A. and Weil, B.** 2002. *La théorie CK: fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception*. Lyon, France.
- Hatchuel, A. and Weil, B.** 2003. A new approach of innovative Design: an introduction to CK theory. DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm.
- Hatchuel, A. and Weil, B.** 2009. C-K design theory: an advanced formulation. *Research in Engineering Design* 19(4):181.
- Hatchuel, A., Weil, B., and Le Masson, P.** 2013. Towards an ontology of design: lessons from C–K design theory and Forcing. *Research in Engineering Design* 24(2):147–163.
- Hay, L., Duffy, A. H. B., McTeague, C., Pidgeon, L. M., Vuletic, T., and Grealy, M.** 2017. A systematic review of protocol studies on conceptual design cognition: Design as search and exploration. *Design Science* 3:e10.
- Henderson, A. and Kyng, M.** 1991. There's no place like home: Continuing Design in Use. In J. Greenbaum and M. Kyng (eds.). *Cooperative Design of Computer Systems* Lawrence Erlbaum Associates. Elsevier, Hillsdale, New Jersey. p. 219–240.

- Hénin, S.** 1945. Essai sur la méthode en agronomie. PhD Thesis.
- Hill, S. B. and MacRae, R. J.** 1996. Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of sustainable agriculture* 7(1):81–87.
- Hooge, S., Béjean, M., and Arnoux, F.** 2017. Organising for radical innovation: The benefits of the interplay between cognitive and organisational processes in KCP workshops. *The Role of Creativity in the Management of Innovation: State of the Art and Future Research Outlook* World Scientific. p. 205–237.
- Hubka, V. and Eder, W. E.** 1988. *Theory of technical systems: A total concept theory for engineering design.* Springer-Verlag, Berlin.
- Hubka, V. and Ernst Eder, W.** 1987. A scientific approach to engineering design. *Design Studies* 8(3):123–137.
- Husson, O., Quoc, H. T., Boulakia, S., Chabanne, A., Tivet, F., Bouzinac, S., Lienhard, P., Michellon, R., Chabierski, S., Boyer, J., Enjalric, F., Rakotondramanana, Moussa, N., Jullien, F., Balarabe, O., Rattanatrasy, B., Castella, J.-C., Charpentier, H., and Seguy, L.** 2016. Co-designing innovative cropping systems that match biophysical and socio-economic diversity: The DATE approach to Conservation Agriculture in Madagascar, Lao PDR and Cambodia. *Renewable Agriculture and Food Systems* 31(5):452–470.
- Jeuffroy, M. H.** 2009. Dynamiques partenariales dans une démarche de modélisation en agronomie: quels effets sur les modèles et leurs usages. In P. Béguin and M. Cerf (eds.). *Dynamique des savoirs, dynamique des changements* Octarès Editions. p. 191–208.
- Jeuffroy, M.-H. and Meynard, J.-M.** 2018. La conception de systèmes de culture agro-écologiques. In G. Richard, P. Stengel, G. Lemaire, P. Cellier, and E. Valceschini (eds.). *Une agronomie pour le XXIème siècle* QUAE Editions.
- Jones, J. C.** 1970. *Design Methods.* John Wiley & Sons.
- Jourdan, M.** 1990. Développement technique dans l'exploitation agricole et compétence de l'agriculteur. PhD Thesis, Paris, CNAM.
- Kabourakis, E.** 1998. Prototyping and dissemination of ecological olive production systems in cooperation with farmers. *Rural and Farming Systems Analysis-Environmental Perspectives, Proceedings of the third FSRE European Symposium March* p. 25–27.
- Kabourakis, E.** 2000. Learning processes in designing and disseminating ecological olive production systems in Crete, Greece. *Cow up a Tree: Knowing and Learning for Change in Agriculture. Case Studies from Industrialised Countries*:97.
- Kensing, F. and Blomberg, J.** 1998. Participatory design: Issues and concerns. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 7(3–4):167–185.
- Koberg, D. and Bagnall, J.** 1972. *The Universal Traveller: A companion for those on problem-solving journeys and a soft-systems guide book to the process of design.* Kaufmann.
- Koerkamp, P. W. G. G. and Bos, A. P.** 2008. Designing complex and sustainable agricultural production systems: an integrated and reflexive approach for the case of table egg production in the Netherlands. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences* 55(2):113–138.
- Krippendorff, K.** 2005. *The semantic turn: A new foundation for design.* crc Press.
- Kunz, W. and Rittel, H. W. J.** 1972. Information science: On the structure of its problems. *Information Storage and Retrieval* 8(2):95–98.
- Labatut, J., Aggeri, F., Astruc, J., Bibé, B., and Girard, N.** 2009. The active role of instruments in articulating knowing and knowledge: The case of animal qualification practices in breeding organisations. *The Learning Organization* 16(5):371–385.

- Lacombe, C.** 2018. Approche pragmatiste de l'accompagnement d'une transition agroécologique : une recherche action avec une association d'éleveurs et conseillers dans le rayon de Roquefort. Université fédérale Toulouse Midi-Pyrénées.
- Lamine, C.** 2012. «Changer de système»: une analyse des transitions vers l'agriculture biologique à l'échelle des systèmes agri-alimentaires territoriaux. *Terrains & travaux*(1):139–156.
- Lamine, C.** 2017. La fabrique sociale de l'écologisation de l'agriculture. ELD, les Éditions la Discussion.
- Lamine, C. and Bellon, S.** 2010. Transitions vers l'agriculture biologique: pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants. Educagri Editions.
- Lançon, J., Reau, R., Cariolle, M., Munier-Jolain, N., Omon, B., Petit, M.-S., Viaux, P., and Wery, J.** 2008. Elaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants. Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer Educagri Editions. p. 175 p.
- Lançon, J., Wery, J., Rapidel, B., Angokaye, M., Gérardeaux, E., Gaborel, C., Ballo, D., and Fadegnon, B.** 2007. An improved methodology for integrated crop management systems. *Agronomy for Sustainable development* 27(2):101–110.
- Landais, E., Deffontaines, J.-P., and Benoît, M.** 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études rurales* 109(1):125–158.
- Langeveld, J., van Keulen, H., de Haan, J., Kroonen-Backbier, B., and Oenema, J.** 2005. The nucleus and pilot farm research approach: experiences from The Netherlands. *AGRICULTURAL SYSTEMS* 84(2):227–252.
- Laredo, P., Rip, A., Jolivet, E., Shove, E., Raman, S., Moors, E. H. M., Poti, B., Schaeffer, G. J., Penan, H., and Eugenia, G. C.** 2002. SocRobust (Management tools and a management framework for assessing the potential long-term S&T options to become embedded in society) Final Report; Project SOE 1981126 of the TSER Programme of the European Commission.
- Larrère, C. and Larrère, R.** 2018. **Penser et agir avec la nature: Une enquête philosophique. La Découverte.**
- Lave, J. and Wenger, E.** 1991. Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge university press.
- Le Bellec, F., Rajaud, A., Ozier-Lafontaine, H., Bockstaller, C., and Malezieux, E.** 2012. Evidence for farmers' active involvement in co-designing citrus cropping systems using an improved participatory method. *Agronomy for Sustainable Development* 32(3):703–714.
- Le Gal, P.-Y., Dugué, P., Faure, G., and Novak, S.** 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems* 104(9):714–728.
- Le Masson, P., Dorst, K., and Subrahmanian, E.** 2013. Design theory: history, state of the art and advancements. *Research in Engineering Design* 24(2):97–103.
- Le Masson, P. and McMahon, C.** 2016. Armand Hatchuel et Benoit Weil-La théorie CK, un fondement formel aux théories de l'innovation. Éditions EMS.
- Le Masson, P. and Weil, B.** 2013. Design theories as languages of the unknown: insights from the German roots of systematic design (1840–1960). *Research in Engineering Design* 24(2):105–126.
- Le Masson, P., Weil, B., and Hatchuel, A.** 2006. Les processus d'innovation: Conception innovante et croissance des entreprises. Lavoisier Paris.
- Le Masson, P., Weil, B., and Hatchuel, A.** 2010. Strategic management of design and innovation. Cambridge University Press.

- Lecomte, C.** 2005. L'évaluation expérimentale des innovations variétales. Proposition d'outils d'analyse de l'interaction génotype-milieu adaptés à la diversité des besoins et des contraintes des acteurs de la filière semences. PhD Thesis, INAPG (AgroParisTech).
- Lecomte, C., Prost, L., Cerf, M., and Meynard, J.-M.** 2010. Basis for designing a tool to evaluate new cultivars. *Agronomy for Sustainable Development* 30(3):667–677.
- Leeuwis, C.** 1999. Integral design: innovation in agriculture and resource management. Wageningen University ;, Wageningen.
- Lefevre, A., Salembier, C., Perrin, B., Lesur-Dumoulin, C., and Meynard, J. M.** 2015. Design, experimentation and assessment of four protected vegetable cropping systems adapted to different food systems. 5th International Symposium for Farming Systems Design (AGRO2015) Montpellier, France. p. 2 p.
- Lefevre, V., Capitaine, M., Peigne, J., and Roger-Estrade, J.** 2014. Farmers and agronomists design new biological agricultural practices for organic cropping systems in France. *Agronomy for Sustainable Development* 34(3):623–632.
- Lémery, B., Ingrand, S., Dedieu, B., and Dégrange, B.** 2005. Agir en situation d'incertitude : le cas des éleveurs de bovins allaitants. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*(288):57–69.
- Leplat, J. and Hoc, J.-M.** 1983. Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive* 3(1):49–63.
- Louridas, P.** 1999. Design as bricolage: anthropology meets design thinking. *Design Studies* 20(6):517–535.
- Love, T.** 1998. Social, environmental and ethical factors in engineering design theory: A post-positivist approach. *Praxis Education Western Australia*.
- Love, T.** 2000. Philosophy of design: a meta-theoretical structure for design theory. *Design studies* 21(3):293–313.
- Love, T.** 2002. Constructing a coherent cross-disciplinary body of theory about designing and designs: some philosophical issues. *Design Studies* 23(3):345–361.
- Loyce, C. and Wery, J.** 2006. Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture. *L'agronomie aujourd'hui*. QUAE Editions. p. 77–95.
- Lynch, T., Gregor, S., and Midmore, D.** 2000. Intelligent support systems in agriculture: how can we do better? *Australian journal of experimental Agriculture* 40(4):609–620.
- Madelrieux, S., Dedieu, B., Dobremez, L., and Girard, N.** 2009. Patterns of work organisation in livestock farms: the ATELAGE approach. *Livestock science* 121(1):28–37.
- Maher, M. L., Poon, J., and Boulanger, S.** 1996. Formalising Design Exploration as Co-Evolution. In J. S. Gero and F. Sudweeks (eds.). *Advances in Formal Design Methods for CAD: Proceedings of the IFIP WG5.2 Workshop on Formal Design Methods for Computer-Aided Design, June 1995* Springer US, Boston, MA. p. 3–30.
- Maline, J.** 1994. *Simuler le travail: une aide à la conduite de projet*. Editions de l'ANACT.
- Manzini, E.** 2015. *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. MIT press.
- Manzini, E.** 2016. Design Culture and Dialogic Design. *Design Issues* 32(1):52–59.
- Margolin, V.** 1995. The Politics of the Artificial. *Leonardo* 28(5):349–356.
- Martin, C.** 2012. *Maitrise d'ouvrage / Maîtrise d'oeuvre - Construire un vrai dialogue - La contribution de l'ergonome à la conduite de projet architectural*. Seconde édition annotée. Octares Editions, Toulouse.

- Martin, G., Martin-Clouaire, R., and Duru, M.** 2013. Farming system design to feed the changing world. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33(1):131–149.
- Masson, P. L., Weil, B., Hatchuel, A., and Cogez, P.** 2012. Why are they not locked in waiting games? Unlocking rules and the ecology of concepts in the semiconductor industry. *Technology Analysis & Strategic Management* 24(6):617–630.
- Mazoyer, M. and Roudart, L.** 2017. *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine.* Le Seuil.
- McCown, R. L.** 2001. Learning to bridge the gap between science-based decision support and the practice of farming: evolution in paradigms of model-based research and intervention from design to dialogue. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(5):549–572.
- McCown, R. L.** 2002a. Locating agricultural decision support systems in the troubled past and socio-technical complexity of 'models for management.' *Agricultural systems* 74(1):11–25.
- McCown, R. L.** 2002b. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agricultural systems* 74(1):179–220.
- McCown, R. L., Hammer, G. L., Hargreaves, J. N. G., Holzworth, D. P., and Freebairn, D. M.** 1996. APSIM: a novel software system for model development, model testing and simulation in agricultural systems research. *Agricultural systems* 50(3):255–271.
- McCown, R. L., Hochman, Z., and Carberry, P. S.** 2002. Probing the enigma of the decision support system for farmers: learning from experience and from theory. *Agricultural Systems* 74(1):1–10.
- McCown, R. L. and Parton, K. A.** 2006. Learning from the historical failure of farm management models to aid management practice. Part 2. Three systems approaches. *Australian Journal of Agricultural Research* 57(2):157–172.
- Merot, A. and Wery, J.** 2017. Converting to organic viticulture increases cropping system structure and management complexity. *Agronomy for Sustainable Development* 37(3):19.
- Meynard, J. M., Aggeri, F., Coulon, J. B., Habib, R., and Tillon, J. P.** 2006. *Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants.* INRA.
- Meynard, J. M., Doré, T., and Habib, R.** 2000. *L'évaluation et la conception de systèmes de culture pour une agriculture durable.* Les Entretiens du Pradel 1ère édition. Autour d'Olivier de Serres: Pratiques Agricoles et Pensée Economique-Partie Agronomique.
- Meynard, J.-M.** 1985. *Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver.* PhD Thesis.
- Meynard, J.-M., Cerf, M., Guichard, L., Jeuffroy, M.-H., and Makowski, D.** 2002. Which decision support tools for the environmental management of nitrogen? *Agronomie* 22(7–8):817–829.
- Meynard, J.-M., Dedieu, B., and Bos, A. P. (Bram).** 2012. Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In I. Darnhofer, D. Gibbon, and B. Dedieu (eds.). *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* Springer Netherlands. p. 405–429.
- Miettinen, R.** 2006. The sources of novelty: A cultural and systemic view of distributed creativity. *Creativity and Innovation Management* 15(2):173–181.
- Mollo, V. and Nascimento, A.** 2014. Reflective practices and the development of individuals, collectives and organizations. In F. D.-P. Falzon (ed.). *Constructive ergonomics* p. 223–238.
- Muller, M. J. and Kuhn, S.** 1993. Participatory design. *Communications of the ACM* 36(6):24–28.
- Mutsaers, H. J. W. and Wang, Z.** 1999. Are simulation models ready for agricultural research in developing countries? *Agronomy journal* 91(1):1–4.

- Nelson, H. G. and Stolterman, E.** 2003. *The Design Way: Intentional Change in an Unpredictable World : Foundations and Fundamentals of Design Competence*. Educational Technology.
- Nelson, J., Buisine, S., and Aoussat, A.** 2013. Anticipating the use of future things: Towards a framework for prospective use analysis in innovation design projects. *Applied Ergonomics* 44(6):948–956.
- Ochanine, D.** 1978. Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. *Psychologie et éducation* 3(2):63–72.
- Oenema, J., Koskamp, G. J., and Galama, P. J.** 2001. Guiding commercial pilot farms to bridge the gap between experimental and commercial dairy farms; the project 'Cows and Opportunities'. *NJAS wageningen journal of life sciences*:277–296.
- Olry, P., Guillot, M. N., and Cerf, M.** 2017. Concevoir en continu un dispositif pour professionnaliser un métier en transition : le conseil agricole. *Les dossiers des sciences de l'éducation*(38):49–69.
- Osty, P.-L.** 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. *Diffusion de l'innovation et contribution au développement*. *Bulletin technique d'information* 326:43–49.
- Pahl, G. and Beitz, W.** 2013. *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media.
- Papalambros, P. Y.** 2015. *Design Science: Why, What and How*. *Design Science* 1:1–38.
- Papanek, V. J.** 1995. *The green imperative: Natural design for the real world*. Thames and Hudson New York.
- Papy, F.** 2008. Le système de culture : un concept riche de sens pour penser le futur. *Cahiers Agricultures* 17(3):263-269 (1).
- Parker, C. G.** 2004. Decision support tools: barriers to uptake and use. *Aspects of Applied Biology* 72:31–41.
- Passioura, J. B.** 1996. Simulation models: science, snake oil, education, or engineering? *Agronomy Journal* 88(5):690–694.
- Pastré, P.** 2005. Apprendre par la résolution de problèmes: le rôle de la simulation. In P. Pastré (ed.). *Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels* Octarès Editions. p. 17–40.
- Pastré, P.** 2006. Apprendre à faire. In PUF (ed.). *Apprendre et faire apprendre*.
- Pastré, P.** 2011. La didactique professionnelle. *Education Sciences & Society* 2(1):13.
- Pelzer, E., Bourlet, C., Carlsson, G., Lopez-Bellido, R. J., Jensen, E. S., and Jeuffroy, M.-H.** 2017. Design, assessment and feasibility of legume-based cropping systems in three European regions. *Crop & Pasture Science* 68(10–11):902–914.
- Pestre, D.** 1997. La production des savoirs entre académies et marché-Une relecture historique du livre:«The New Production of Knowledge», édité par M. Gibbons. *Revue d'économie industrielle* 79(1):163–174.
- Pols, A. J. K.** 2012. Characterising affordances: The descriptions-of-affordances-model. *Design Studies* 33(2):113–125.
- Potier, O., Brun, J., Le Masson, P., and Weil, B.** 2015. How innovative design can contribute to Chemical and Process Engineering development? Opening new innovation paths by applying the C–K method. *Chemical engineering research and Design* 103:108–122.
- Prost, L.** 2003. *Optimisation agronomique et économique des itinéraires techniques en verger de Pêcher*. rapport de stage de fin d'étude d'ingénieur, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.

- Prost, L., Berthet, E. T., Cerf, M., Jeuffroy, M.-H., Labatut, J., and Meynard, J.-M.** 2017a. Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges. *Research in Engineering Design* 28(1):119–129.
- Prost, L., Cerf, M., and Jeuffroy, M.-H.** 2012. Lack of consideration for end-users during the design of agronomic models. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 32(2):581–594.
- Prost, L. and Jeuffroy, M.-H.** 2007. Replacing the nitrogen nutrition index by the chlorophyll meter to assess wheat N status. *Agronomy for Sustainable Development* 27(4):321–330.
- Prost, L., Lecomte, C., Meynard, J. M., and Cerf, M.** 2007. Conception d'un outil d'analyse du comportement de systèmes biologiques. Le cas de l'évaluation des variétés de blé tendre. *Activités* 04(4–2).
- Prost, L., Makowski, D., and Jeuffroy, M.-H.** 2008. Comparison of stepwise selection and Bayesian model averaging for yield gap analysis. *Ecological Modelling* 219(1–2):66–76.
- Prost, L., Reau, R., Paravano, L., Cerf, M., and Jeuffroy, M.-H.** 2018. Designing agricultural systems from invention to implementation: the contribution of agronomy. Lessons from a case study. *Agricultural Systems* 164:122–132.
- Prost, M., Cahour, B., and Détienne, F.** 2016. Les forums virtuels: ressource pour le développement des pratiques et du bien-être des professionnels. *Activités* 13(13–2).
- Prost, M., Prost, L., and Cerf, M.** 2017b. Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien à leurs transitions professionnelles ? *Raisons éducatives*(21):129–154.
- Pugh, S.** 1991. *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Rabardel, P.** 1995. *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Rapidel, B., Defèche, C., Traoré, B., Lançon, J., and Wery, J.** 2006. In-field development of a conceptual crop functioning and management model: a case study on cotton in southern Mali. *European Journal of Agronomy* 24(4):304–315.
- Rapidel, B., Traore, B. S., Sissoko, F., Lancon, J., and Wery, J.** 2009. Experiment-based prototyping to design and assess cotton management systems in West Africa. *AGRONOMY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* 29(4):545–556.
- Rasmussen, J.** 1986. *Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering*. Elsevier Science Inc., New York, NY, USA.
- Ravier, C.** 2017, February 10. Conception innovante d'une méthode de fertilisation azotée : Articulation entre diagnostic des usages, ateliers participatifs et modélisation. Université Paris-Saclay, AgroParisTech, Paris.
- Ravier, C., Jeuffroy, M.-H., and Meynard, J.-M.** 2016. Mismatch between a science-based decision tool and its use: The case of the balance-sheet method for nitrogen fertilization in France. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 79:31–40.
- Ravier, C., Prost, L., Jeuffroy, M.-H., Wezel, A., Paravano, L., and Reau, R.** 2015. Multi-criteria and multi-stakeholder assessment of cropping systems for a result-oriented water quality preservation action programme. *Land Use Policy* 42:131–140.
- Reau, R., Monnot, L.-A., Schaub, A., Munier-Jolain, N., Pambou, I., Bockstaller, C., Cariolle, M., Chabert, A., and Dumans, P.** 2012. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations agronomiques* 20:5–33.
- Rénier, L., Cardona, A., and Lécrivain, É.** 2018. New arrangements for an agroecological management of animal health. The case of French farmers learning homeopathy. Chania, Greece.

- Rip, A.** 2018. *Futures of Science and Technology in Society*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Robert-Guillot, M.-N.** 2015. *Apprendre, tenir et reprendre le métier: entre expériences vécues et conception continuée de formation*. PhD Thesis.
- Roberts, J.** 2013. Organizational ignorance: Towards a managerial perspective on the unknown. *Management Learning* 44(3):215–236.
- Robertson, T. and Simonsen, J.** 2012. Challenges and opportunities in contemporary participatory design. *Design Issues* 28(3):3–9.
- Robin, P., Aeschlimann, J.-P., and Feller, C.** 2007. *Histoire et agronomie: entre ruptures et durée*. IRD Editions.
- Robinson, D. K.** 2009. Co-evolutionary scenarios: An application to prospecting futures of the responsible development of nanotechnology. *Technological Forecasting and Social Change* 76(9):1222–1239.
- Rogalski, J. and Samurçay, R.** 1993. Représentations de référence: outils pour le contrôle d'environnements dynamiques. *Représentations pour l'action*:183–208.
- Rozenburg, N. F. M. and Dorst, K.** 1998. Describing Design as a Reflective Practice: Observations on Schön's Theory of Practice. In E. Frankenberger, P. Badke-Schaub, and H. Birkhofer (eds.). *Designers* Springer, London. p. 29–41.
- Rose, D. C., Sutherland, W. J., Parker, C., Lobley, M., Winter, M., Morris, C., Twining, S., Ffoulkes, C., Amano, T., and Dicks, L. V.** 2016. Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems* 149(Supplement C):165–174.
- Rossing, W., Meynard, J., and vanIttersum, M.** 1997. Model-based explorations to support development of sustainable farming systems: case studies from France and the Netherlands. *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY* 7(1–3):271–283.
- Sadok, W., Angevin, F., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Colomb, B., Guichard, L., Reau, R., Messéan, A., and Doré, T.** 2009. MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agronomy for sustainable development* 29(3):447–461.
- Salembier, C.** 2019, May 13. *Stimuler la conception distribuée de systèmes agroécologiques par l'étude de pratiques innovantes d'agriculteurs*. Université Paris-Saclay, AgroParisTech, Paris, France.
- Salembier, C., Segrestin, B., Berthet, E., Weil, B., and Meynard, J.-M.** 2018. Genealogy of design reasoning in agronomy: Lessons for supporting the design of agricultural systems. *Agricultural Systems* 164:277–290.
- Samurçay, R. and Hoc, J.-M.** 1988. De l'analyse du travail à la spécification d'aides à la décision dans des environnements dynamiques. *Psychologie française*:187–196.
- Samurçay, R. and Rabardel, P.** 2004. Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences, propositions. In R. Samurçay and P. Rabardel (eds.). *Recherches en didactique professionnelle* p. 163–180.
- Samurçay, R. and Rogalski, J.** 1992. Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques: concepts et méthodes. *Éducation permanente*(111):227–242.
- Sanders, E. B.-N. and Stappers, P. J.** 2008. Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign* 4(1):5–18.
- Sarazin, B., Simon, L., and Cohendet, P.** 2017. *Les communautés d'innovation: De la liberté créatrice à l'innovation organisée*. Éditions EMS.
- Schön, D.** 1983. *The reflective practitioner: How practitioners think in action*. Basic Books, New York.

- Schön, D. A.** 1992. Designing as reflective conversation with the materials of a design situation. *Research in Engineering Design* 3(3):131–147.
- Schuler, D. and Namioka, A.** 1993. *Participatory design: Principles and practices*. CRC Press.
- Schwartz, Y.** 2009. Produire des savoirs entre adhérence et desadhérence. *Dynamique des savoirs, dynamique des changements* Octarès Editions. p. 15–28.
- Sebillotte, M.** 1974. *Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome*. Cahiers Orstom, série biologie 24:3–25.
- Sebillotte, M.** 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. *Les systèmes de culture*. INRA éditions:165–196.
- Sebillotte, M.** 2000. Contribution to an Epistemology of Research-in-Action. In M. Cerf, D. Gibbon, B. Hubert, R. Ison, J. Jiggins, M. Paine, J. Proost, and N. Röling (eds.). *Cow Up A Tree: Knowing and Learning for Change in Agriculture: Case Studies from Industrialised Countries'* p. 461–476.
- Sebillotte, M. and Soler, L. G.** 1988. Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 4(74):59–70.
- Segrestin, B.** 2005. Partnering to explore: The Renault–Nissan Alliance as a forerunner of new cooperative patterns. *Research policy* 34(5):657–672.
- Seppänen, L.** 2002. Creating tools for farmers' learning: an application of developmental work research. *Agricultural Systems* 73(1):129–145.
- Shai, O. and Reich, Y.** 2004. Infused design. I. Theory. *Research in Engineering Design* 15(2):93–107.
- Shai, O., Reich, Y., Hatchuel, A., and Subrahmanian, E.** 2013. Creativity and scientific discovery with infused design and its analysis with C–K theory. *Research in Engineering Design* 2(24):201–214.
- Silva, E. M. and Tchamitchian, M.** 2018. Long-term systems experiments and long-term agricultural research sites: Tools for overcoming the border problem in agroecological research and design. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42(6):620–628.
- Simon, H. A.** 1969. *The sciences of the artificial*. MIT press.
- Simon, S., Lesueur-Jannoyer, M., Plenet, D., Lauri, P.-E., and Le Bellec, F.** 2017a. Methodology to design agroecological orchards: Learnings from on-station and on-farm experiences. *European Journal of Agronomy* 82(B, SI):320–330.
- Simon, S., Lesueur-Jannoyer, M., Plenet, D., Lauri, P.-E., and Le Bellec, F.** 2017b. Methodology to design agroecological orchards: Learnings from on-station and on-farm experiences. *European Journal of Agronomy* 82:320–330.
- Simonsen, J. and Robertson, T.** 2012. *Routledge international handbook of participatory design*. Routledge.
- Stempfle, J. and Badke-Schaub, P.** 2002. Thinking in design teams - an analysis of team communication. *Design Studies* 23(5):473–496.
- Sterk, B., van Ittersum, M. K., Leeuwis, C., and Wijnands, F. G.** 2007. Prototyping and farm system modelling - Partners on the road towards more sustainable farm systems? *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY* 26(4):401–409.
- Steyaert, P., Barbier, M., Cerf, M., Levain, A., and Loconto, A. M.** 2016. Role of intermediation in the management of complex sociotechnical transitions. In B. Elzen, A. M. Augustyn, M. Barbier, and B. Van Mierlo (eds.). *AgroEcological Transitions: Changes and Breakthroughs in the Making* Wageningen University Research. p. 257–281.
- Stoorvogel, J., Bouma, J., and Orlich, R.** 2004. Participatory research for systems analysis: Prototyping for a Costa Rican banana plantation. *Agronomy Journal* 96(2):323–336.

- Suh, N. P.** 1990. *The principles of design*. Oxford University Press, New York.
- Suh, N. P.** 1995. Axiomatic Design of Mechanical Systems. *Journal of Mechanical Design* 117(B):2–10.
- Suh, N. P.** 1999. A Theory of Complexity, Periodicity and the Design Axioms. *Research in Engineering Design* 11(2):116–132.
- Ten Berge, H. F. M., Van Ittersum, M. K., Rossing, W. A. H., Van de Ven, G. W. J., and Schans, J.** 2000. Farming options for The Netherlands explored by multi-objective modelling. *European Journal of Agronomy* 13(2–3):263–277.
- Theureau, J.** 2010. Les entretiens d’autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d’action ». *Revue d’anthropologie des connaissances* 4, n° 2(2):287–322.
- Tittonell, P., Van Wijk, M. T., Herrero, M., Rufino, M. C., de Ridder, N., and Giller, K. E.** 2009. Beyond resource constraints—Exploring the biophysical feasibility of options for the intensification of smallholder crop-livestock systems in Vihiga district, Kenya. *Agricultural systems* 101(1–2):1–19.
- Tixier, P., Malezieux, E., Dorel, M., and Wery, J.** 2008. SIMBA, a model for designing sustainable banana-based cropping systems. *Agricultural Systems* 97(3):139–150.
- Toffolini, Q.** 2016. *Produire des connaissances actionnables pour la re-conception pas-à-pas de systèmes de culture vers l’agroécologie*. Thèse de Doctorat, AgroParisTech, Paris.
- Toffolini, Q., Jeuffroy, M.-H., Mischler, P., Pernel, J., and Prost, L.** 2017. Farmers’ use of fundamental knowledge to re-design their cropping systems: situated contextualisation processes. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences* 80:37–47.
- Toffolini, Q., Jeuffroy, M.-H., and Prost, L.** 2016a. L’activité de re-conception d’un système de culture par l’agriculteur: implications pour la production de connaissances en agronomie. *Agronomie, Environnement et Sociétés* 6(2):193–202.
- Toffolini, Q., Jeuffroy, M.-H., and Prost, L.** 2016b. Indicators used by farmers to design agricultural systems: a survey. *Agronomy for Sustainable Development* 36(1):1–14.
- Tomich, T. P., Brodt, S., Ferris, H., Galt, R., Horwath, W. R., Kebreab, E., Leveau, J. H. J., Liptzin, D., Lubell, M., Merel, P., Michelmore, R., Rosenstock, T., Scow, K., Six, J., Williams, N., and Yang, L.** 2011. Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. *Annual Review of Environment and Resources* 36(1):193–222.
- Tromp, N. and Hekkert, P.** 2018. *Designing for Society: Products and Services for a Better World*. Bloomsbury Publishing.
- Uehara, G. and Tsuji, G. Y.** 1998. *Overview of IBSNAT. Understanding options for agricultural production* Springer. p. 1–7.
- Valax, M.-F.** 1986. *Cadre temporel et planification des tâches quotidiennes: étude de la structure des plans journaliers chez les agriculteurs*. Université Toulouse - le Mirail.
- Vanloqueren, G. and Baret, P. V.** 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research policy* 38(6):971–983.
- Vereijken, P.** 1997. A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *Developments in Crop Science* 25:293–308.
- Vereijken, P.** 1999. *Manual for prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms*. Stichting Cereales.
- Verganti, R.** 2011. Radical Design and Technology Epiphanies: A New Focus for Research on Design Management. *Journal of Product Innovation Management* 28(3):384–388.

- Vermersch, P.** 1994. L'entretien d'explicitation. ESF.
- Vial, S.** 2015a. Le design. Presses Universitaires de France.
- Vial, S.** 2015b. Qu'est-ce que la recherche en design ? Introduction aux sciences du design. *Sciences du Design*(1):22–36.
- Virkkunen, J.** 2004. Developmental interventions in work activities—An activity theoretical interpretation. In T. Kontinen (ed.). *Development Intervention. Actor and activity perspectives.* University of Helsinki. Helsinki. p. 37–66.
- Virkkunen, J.** 2013. *The Change Laboratory: A Tool for Collaborative Development of Work and Education.* Springer Science & Business Media.
- Visser, W.** 2002. A Tribute to Simon, and Some -Too Late- Questions, by a Cognitive Ergonomist. INRIA research reports, INRIA.
- Visser, W.** 2006. Designing as Construction of Representations: A Dynamic Viewpoint in Cognitive Design Research. *Human–Computer Interaction* 21(1):103–152.
- Visser, W.** 2009. Design: one, but in different forms. *Design Studies* 30(3):187–223.
- Von Hippel, E.** 2005. *Democratizing innovation.* MIT press.
- Vourc'h, G., Brun, J., Ducrot, C., Cosson, J.-F., Le Masson, P., and Weil, B.** 2018a. Using design theory to foster innovative cross-disciplinary research: lessons learned from a research network focused on antimicrobial use and animal microbes' resistance to antimicrobials. *Veterinary and Animal Science* 6.
- Vourc'h, G., Brun, J., Ducrot, C., Cosson, J.-F., Le Masson, P., and Weil, B.** 2018b. Using design theory to foster innovative cross-disciplinary research: Lessons learned from a research network focused on antimicrobial use and animal microbes' resistance to antimicrobials. *Veterinary and Animal Science* 6:12–20.
- Waithaka, M. M., Thornton, P. K., Herrero, M., and Shepherd, K. D.** 2006. Bio-economic evaluation of farmers' perceptions of viable farms in western Kenya. *Agricultural Systems* 90(1):243–271.
- Weir, A. H., Bragg, P. L., Porter, J. R., and Rayner, J. H.** 1984. A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations. *The Journal of Agricultural Science* 102(2):371–382.
- Wijnands, F. W. T.** 1999. Crop rotation in organic farming: Theory and practice. Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an international workshop. Danish Research Centre for Organic Farming p. 21–35.
- Wynn, D. C. and Clarkson, P. J.** 2018. Process models in design and development. *Research in Engineering Design* 29(2):161–202.
- Yannou, B.** 2015. Supporting need seeker innovation: the Radical Innovation Design methodology. International Conference on Engineering Design (ICED) Milano, Italy.
- Yannou, B., Lamé, G., and Cluzel, F.** 2018. Radical Innovation Design: Innover par les usages grâce à l'identification de poches de valeur. In O. de Hemmer and H. Poissonnier (eds.). *Valeur(s) et Management*, 2ème édition Editions EMS. p. 269–287.
- Yoshikawa, H.** 1981. General design theory and a CAD system. Proc. IFIP WG5. 2-5.3 Working Conference on Man-Machine Communication in CAD/CAM p. 35–58.