

# THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE MONTPELLIER SUPAGRO

En Écologie Fonctionnelle et Sciences Agronomiques (EFSA)

École doctorale GAIA – Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau  
Portée par l'Université de Montpellier

UMR Innovation

Effets des démarches participatives sur les changements  
de pratiques agricoles : cas des champs-écoles en  
Afrique de l'Ouest

Présentée par Teatske BAKKER  
Le 18 mai 2021

Sous la direction de Stéphane de Tourdonnet  
et le co-encadrement de Patrick DUGUÉ

Devant le jury composé de

Jean-Marc MEYNARD, Directeur de recherche, INRAE	Rapporteur
Marc TCHAMITCHIAN, Directeur de recherche, INRAE	Rapporteur
Éric MALÉZIEUX, Chercheur, CIRAD	Président du jury
Ismaïl MOUMOUNI, Professeur, Université de Parakou	Examinateur
Katia ROESCH, Chargée de programme, Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières	Examinaterice
Suzanne PHILLIPS, Consultante internationale, FAO	Examinaterice
Patrick DUGUÉ, Chercheur, CIRAD	Invité
Stéphane DE TOURDONNET, Professeur, Institut Agro	Directeur de thèse



UNIVERSITÉ  
DE MONTPELLIER

Montpellier  
SupAgro





Cette thèse a été menée à l'UMR Innovation au CIRAD sous la direction de Stéphane de Tourdonnet (UMR Innovation, Institut Agro) et Patrick Dugué (UMR Innovation, CIRAD).

Ce travail est le fruit d'un partenariat scientifique et financier avec Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF) et la FAO (Division de la production végétale et de la protection des plantes et le Bureau régional pour l'Afrique, à travers le programme Systèmes alimentaires résilients financé par le Fond pour l'environnement mondial et le Fond international de développement agricole).



## Résumé de la thèse

### **Effets des démarches participatives sur les changements de pratiques agricoles : cas des champs-écoles en Afrique de l'Ouest.**

**Mots-clés :** Togo, Burkina Faso, agroécologie, évaluation, co-conception, trajectoires

Le questionnement du modèle de l'agriculture intensive s'est accompagnée de l'émergence de l'agroécologie et d'une évolution des représentations de l'innovation en agriculture pour l'accompagnement des transitions des exploitations agricoles (EA), notamment dans le cas de l'agriculture familiale. Cette thèse étudie les effets des champs-écoles (CE) sur les EA familiales en zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest. Les CE sont un outil de conseil participatif reposant sur l'apprentissage expérientiel et les dynamiques collectives.

La recherche a été menée à l'aide d'une revue de littérature et d'une enquête de terrain dans les villages d'intervention de deux projets de développement ayant mobilisé la démarche CE, au Nord Togo dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. Dans ces deux situations, les systèmes de production et les conditions pédoclimatiques sont assez similaires, avec une dégradation des sols cultivés et des EA de polyculture élevage. Les systèmes de culture pluviale basés sur les céréales, le cotonnier et les légumineuses à graines ont fait l'objet de CE. Le Nord Togo se distingue par un rapide développement de la production maraîchère, qui a fait l'objet de CE spécifiques. Nous montrons dans ce travail que (i) les CE sont mis en œuvre avec des démarches variées allant du transfert de technologies à la participation collaborative des agriculteur·rice·s ; (ii) la majorité des évaluations des CE se concentrent sur les indicateurs d'effets à court terme (acquisition de connaissances, adoption d'innovations, performances agronomiques ou économiques) ; (iii) la manière dont les CE sont mis en œuvre influence les trajectoires de changement de pratiques agricoles des agriculteur·rice·s participant.e·s, et notamment que les processus opérant dans des CE collaboratifs s'apparentent à une co-conception de nouveaux systèmes de culture adaptés aux situations locales ; (iv) les changements de pratiques dans un système de culture suite à la participation à un CE entraînent des changements dans d'autres sous-systèmes composant les EA familiales (élevage, production de fumure organique) dont ceux non abordés par les CE.

Ainsi, en évaluant des CE contrastés à partir des changements de pratiques des agriculteur·rice·s participant·e·s, nous avons abordé les effets des CE à l'échelle du système de culture et de l'exploitation agricole considéré comme un système. Cette démarche nous permet de proposer des éléments d'une méthode d'évaluation compréhensive des effets des CE. Enfin,

ce travail nous permet aussi de formuler des recommandations opérationnelles pour la mise en œuvre des CE en renforçant la participation des agriculteur·rice·s et leurs capacités à participer à la conception de systèmes agricoles innovants et inscrits dans la transition agroécologique des agricultures familiales ouest africaines

## Thesis abstract

### **Effects of participatory approaches on change in farming practices: the case of Farmer Field Schools in West Africa.**

**Keywords:** Togo, Burkina Faso, agroecology, evaluation, co-design, trajectories

The reconsideration of the intensive agriculture model has been coupled with the emergence of agro-ecology and an evolution of the representations of innovation in agriculture to support farm transitions, particularly in the case of family farming. This thesis studies the effects of Farmer Field Schools (FFS) on family farms in the cotton growing area of West Africa. FFS are a participatory advisory tool based on experiential learning and collective dynamics.

The research was conducted through a literature review and a field survey in the villages of two development projects that have used the FFS approach, in northern Togo and in southwestern Burkina Faso. In these two situations, the production systems and pedoclimatic conditions are quite similar with degradation of cultivated land and mixed farming systems. The rainfed cropping systems based on cereals, cotton and grain legumes were the subject of FFS. Northern Togo is characterized by the rapid development of vegetable gardening, which was the subject of specific FFS.

We show in this work that (i) FFS are implemented in various ways ranging from technology transfer to collaborative participation ; (ii) the majority of FFS evaluations focus on short-term indicators (acquisition of knowledge, adoption of innovations, agronomic or economic performance); (iii) the way in which FFS are implemented influences the trajectories of change in practices, and in particular that the processes operating in collaborative FFS are similar to the co-design of new cropping systems adapted to local conditions; (iv) changes in cropping system practices following participation in FFS have repercussions on other sub-systems of family farms (livestock breeding, production of organic manure) non included in the attended FFS.

Thus, by evaluating contrasted FFS with participating farmers' changes in practices, we studied the effects of FFS at the cropping system and farming system levels. Our approach enabled us to propose a comprehensive evaluation method of the effects of FFS. We also provide operational recommendations for the implementation of FFS reinforcing farmers' participation and their competences in co-designing innovative farming systems linked with agroecological transitions of family farms in West Africa.



## Remerciements

Bon nombre de thèses commencent par reconnaître le fait que le travail présenté est à la fois personnel et le fruit de nombreux échanges. Je ne fais certainement pas exception à cette observation, et voici celles et ceux qui m'ont fait grandir ces dernières années.

Je remercie Patrick Dugué qui a encouragé ce projet thèse dès sa proposition et permis sa concrétisation. Merci d'avoir été si présent et bienveillant. Je remercie également Stéphane de Tourdonnet pour sa direction de thèse bienveillante et pour ses apports académiques.

Les membres du comité de suivi m'ont aussi beaucoup apporté : Genowefa Blundo Canto, Nathalie Girard, Mireille Navarette, Eric Justes, Anne-Sophie Poisot, Bertrand Mathieu. J'adresse mes remerciements particuliers à Genowefa pour son aide sur le premier article et ses apports et relecture bienveillantes.

Je suis reconnaissante aux membres du jury, Jean-Marc Meynard, Marc Tchamitchian, Eric Malézieux, Ismaïl Moumouni, Katia Roesch et Suzanne Phillipps d'avoir accepté d'être présents pour cette dernière étape de la thèse.

Merci aussi aux membres de l'équipe Actina, et de l'UMR Innovation, pour nos échanges au fil des années. Merci à Clara et Margaux pour leur appui logistique et administratif.

Cette thèse a été construite et menée en partenariat avec la FAO et l'ONG Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF), et j'espère que les résultats et recommandations auront une utilité pour ces acteurs et pour les paysan·ne·s accompagné·e·s sur le terrain.

A la FAO, je remercie Anne-Sophie Poisot et Suzanne Phillipps pour leur suivi et leurs conseils tout au long du la thèse. Je remercie aussi les membres de la FAO rencontrés à Ouagadougou, Marie-Bernadette Kiébré Toé, Hema Tiko, Arisitide Semporé, pour leurs appuis dans mon étude de cas au Burkina.

Au Burkina, à Bobo, je remercie l'Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina (UNPCB), notamment Seni Nana et Athanase Yara. Un grand merci à Enoque Coulibaly, de l'université de Dédougou, qui a mené les enquêtes durant son stage de fin d'études. Merci à Edmond Kohio et Geoffrey Gimonneau qui m'ont aidée pour son accompagnement. Une hommage tout particulier pour Michel Havard, qui m'a encouragée à écrire mon projet de thèse en 2016 et m'a guidée au début du travail de terrain. Enfin, je remercie grandement les anciens facilitateurs de CE et les paysan·ne·s qui nous ont reçus à plusieurs reprises et ont répondu patiemment à toutes nos questions.

Je travaille avec plaisir avec AVSF depuis 2015, et je me permets de remercier ici les personnes qui m'ont accompagnée depuis mes débuts au Nord Togo : merci à Myriam pour

nos nombreuses discussions et toutes les opportunités pour mieux comprendre le monde du développement, merci à Valentin pour son exigence et ses conseils avisés auprès des paysan·ne·s, merci à Bertrand pour son appui depuis le démarrage de ce projet de thèse. Je remercie aussi le personnel d'AVSF Togo : Fidèle, Olga, Joël, Assih et Kokou, et le personnel d'AVSF Lyon pour leur appui.

A Dapaong, je remercie l'ONG Recherche, Appui et Formation aux Initiatives d'Auto-développement (RAFIA) qui m'a accueillie entre ses murs, notamment Gaétan Beigneibe et le personnel administratif. Un remerciement tout particulier pour mes anciens collègues : Roger, Clément, Nicodème, Sébastien, j'ai beaucoup appris à vos côtés et je suis fière des activités que nous avons menées à bien et dont j'ai pu étudier les effets pour les paysan·ne·s dans ce travail. Je remercie les dirigeants et membres de l'Union Régionale des Organisations de Producteurs de Céréales – Savanes (UROPC-S), et notamment les responsables des organisations de producteur·rice·s enquêtées. Merci à mes interprètes, Lamidi et Mathias, pour la qualité de nos échanges et l'implication dans ce travail, allant bien au-delà d'une simple traduction. Enfin, je remercie fortement tou·te·s les paysan·ne·s qui participé à l'enquête et nous ont reçus avec hospitalité à chacune de nos visites.

Un remerciement spécial à Christophe et Valentin pour ma formation de terrain en agronomie soudano-sahélienne, dès 2014, et pour leurs encouragements à me lancer dans cette thèse.

Ce travail et la personne que je suis aujourd'hui ne seraient pas les mêmes sans les « *wonder PhD women* » à mes côtés depuis le début : Chloé, Lucrèce, Anne, Betina. J'espère que vous savez que vous comptez beaucoup pour moi, et la pandémie en a été le révélateur. Je remercie aussi mes collègues doctorant·e·s cotoyé·e·s au cours des années, notamment Simon, Jeanne, Hadrien, Ivana, Claire, Boris, Morgane, Veronica, Ju, Nawal, Anaïs... Je voudrais souligner ici l'importance qu'ont eu pour moi nos échanges, et aussi le groupe Entre Thés'arts.

Merci à mes ami·e·s, souvent au loin, mais on a réussi à *garder le contact* : Delphine et Bastien, Elise, Célia, Marilène et JB. Merci à Lien et Pamela pour leur bonne humeur à Ouaga. Merci aussi à l'équipe des Jeunes Volleyeurs de Tantigou, notamment à Mathias, Lucas, Hugo et Sandra, Alex et le reste de la bande. Merci à Rodrigue pour le bout de chemin parcouru ensemble.

Enfin, je remercie mes parents, Sikke qui m'a partagé ses découvertes agronomiques pendant son propre chemin dans le non-labour, et Janke pour son pragmatisme et la

compréhension de l'exploitation comme un système compliqué à gérer. Merci aussi à Wybe, Sjoerd et Wytske, nos rencontres sont épisodiques et la distance n'aide pas, mais c'est rassurant de vous avoir quelque part dans le monde.

C'est difficile de formuler brièvement et sans abuser des superlatifs combien vous avez compté pour moi pendant ma thèse, alors j'espère avoir bientôt la possibilité de vous le dire de vive voix (un jour !).



<b>RESUME DE LA THESE .....</b>	<b>V</b>
<b>THESIS ABSTRACT.....</b>	<b>VII</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>IX</b>
<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>XVII</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX .....</b>	<b>XIX</b>
<b>LISTE DES ACRONYMES, ABREVIATIONS ET SIGLES .....</b>	<b>XXI</b>
<b>GLOSSAIRE FR/EN.....</b>	<b>XXII</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Le besoin d'innovation dans les systèmes agricoles .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Enjeux des systèmes agricoles en Afrique de l'Ouest.....	3
1.1.2. Emergence de l'agronomie systémique et de l'agroécologie.....	5
<b>1.2. Evolutions des représentations de l'innovation en agriculture.....</b>	<b>10</b>
1.2.1. Modèle linéaire de la diffusion de l'innovation .....	10
1.2.2. Critiques et émergence de modèles systémiques de l'innovation en agriculture .....	12
1.2.3. Implications pour les activités de recherche pour le développement .....	13
1.2.4. Implications pour les activités conseil et l'accompagnement des agriculteur·rice·s	18
<b>1.3. Synthèse : continuum recherche-conseil des interventions d'accompagnement des innovations dans les systèmes agricoles.....</b>	<b>21</b>
<b>2. EVALUER L'ACCOMPAGNEMENT DES INNOVATIONS PAR LE CONSEIL AGRICOLE .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Principales approches d'évaluation des interventions.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Evaluer par rapport à un objectif : la transition agroécologique.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3. Positionnement de l'évaluation : pourquoi observer les changements de pratiques des agriculteur·rice·s pour évaluer les effets d'une intervention de conseil ? .....</b>	<b>34</b>
<b>3. PROBLEMATIQUE ET DEMARCHE D'ETUDE ET D'EVALUATION DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES SUITE A LA PARTICIPATION A UN CE .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Intérêt d'une démarche d'évaluation des effets des CE .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. Questions de recherche .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3. Proposition d'une démarche d'évaluation des changements de pratiques multi-échelles.....</b>	<b>44</b>

<b>3.4. Méthodologie.....</b>	<b>45</b>
3.4.1. Revue de littérature .....	45
3.4.2. Etude de terrain au nord Togo et Ouest Burkina Faso .....	46
3.4.3. Echanges avec partenaires opérationnels .....	55

<b>3.5. Schéma récapitulatif et plan de la thèse .....</b>	<b>55</b>
--	-----------

**CHAPITRE 2 : DANS QUELLE MESURE LA DIVERSITE DES CHAMPS-ECOLES  
EST-ELLE REFLETEE PAR LEURS EVALUATIONS ? UNE REVUE DE  
LITTERATURE.....**

<b>Résumé .....</b>	<b>57</b>
---------------------	-----------

<b>Abstract.....</b>	<b>58</b>
----------------------	-----------

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>59</b>
------------------------------	-----------

<b>2. METHODS .....</b>	<b>61</b>
-------------------------	-----------

<b>2.1. Data collection .....</b>	<b>61</b>
-----------------------------------	-----------

<b>2.2. Analytical framework .....</b>	<b>62</b>
--	-----------

2.2.1. Characterising the diversity of FFS implementation.....	62
--	----

2.2.2. Classifying FFS assessment methods.....	63
--	----

<b>3. RESULTS.....</b>	<b>64</b>
------------------------	-----------

<b>3.1. Types of FFS implementation .....</b>	<b>64</b>
---	-----------

<b>3.2. FFS assessment .....</b>	<b>67</b>
----------------------------------	-----------

<b>3.3. Links between types of FFS implementation and assessment.....</b>	<b>69</b>
---	-----------

<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>70</b>
----------------------------	-----------

<b>4.1. FFS as a “catch-all” term .....</b>	<b>70</b>
---	-----------

<b>4.2. Diversity in FFS assessments.....</b>	<b>72</b>
---	-----------

<b>4.3. Ways forward in FFS assessment .....</b>	<b>74</b>
--	-----------

<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>75</b>
---------------------------	-----------

**CHAPITRE 3 : EVALUATION DES EFFETS DES CHAMPS-ECOLES SUR LES  
TRAJECTOIRES DE CHANGEMENT DE PRATIQUES DES  
AGRICULTEUR·RICE·S .....**

<b>77</b>
-----------

<b>Résumé .....</b>	<b>77</b>
---------------------	-----------

<b>Abstract.....</b>	<b>78</b>
----------------------	-----------

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>79</b>
<b>2. MATERIAL AND METHODS.....</b>	<b>81</b>
<b>2.1. Contrasting FFS for family farms in the cotton area of West Africa.....</b>	<b>81</b>
<b>2.2. Surveys of farms belonging to a diversified sample of former FFS participants.</b>	<b>83</b>
<b>2.3. Analytical framework .....</b>	<b>86</b>
<b>3. RESULTS AND DISCUSSION.....</b>	<b>88</b>
<b>3.1. Farmers' trajectories of change in practices after they participated in FFS .....</b>	<b>88</b>
3.1.1. Diversity of farmers' changes in practices .....	88
3.1.2. Farmers' trajectories in the rainy season cropping system .....	92
3.1.3. Farmers' trajectories in the vegetable gardening cropping system .....	94
<b>3.2. Implications for supporting on-farm innovation processes.....</b>	<b>96</b>
3.2.1. Understanding farmers' rationales .....	96
3.2.2. Influence of the type of implementation of FFS on farmers' trajectories .....	99
3.2.3. Trajectories of changes in practices to overcome the limits of FFS assessments ..	101
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>102</b>

**CHAPITRE 4 : LA MISE EN ŒUVRE DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES A L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE APRES UN PROCESSUS DE CO-CONCEPTION DANS LES CHAMPS-ECOLES .....** **105**

<b>Résumé .....</b>	<b>105</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>106</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>107</b>
<b>2. MATERIAL AND METHODS.....</b>	<b>110</b>
<b>2.1. Description of the sampled Farmer Field Schools (FFS) .....</b>	<b>110</b>
<b>2.2. Analytical framework .....</b>	<b>111</b>
<b>2.3. Survey and sample description .....</b>	<b>113</b>
<b>3. RESULTS.....</b>	<b>116</b>
<b>3.1. Distribution and levels of change in practices .....</b>	<b>116</b>
<b>3.2. Types of farm according to the combinations of levels of change in agricultural practices.....</b>	<b>121</b>
<b>3.3. How did the changes in practices occur in farms? .....</b>	<b>124</b>

<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>126</b>
<b>4.1. Changes in agricultural practices spread within the farming system .....</b>	<b>126</b>
<b>4.2. Farmers' implementation of changes after a co-design process .....</b>	<b>127</b>
<b>4.3. Influence of the gender of FFS participants .....</b>	<b>128</b>
<b>4.4. Characteristics of the studied FFS.....</b>	<b>130</b>
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>132</b>
<b>CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION .....</b>	<b>133</b>
<b>1. DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>133</b>
<b>1.1. Apports empiriques de la thèse .....</b>	<b>133</b>
1.1.1. Résumé de la démarche de thèse .....	133
1.1.2. Positionnement par rapport à la littérature sur les impacts des FFS .....	134
1.1.3. Positionnement par rapport à la littérature sur l'analyse des pratiques et la conception des systèmes agricoles innovants.....	137
<b>1.2. Retour sur la méthode d'évaluation mise au point .....</b>	<b>140</b>
1.2.1. Positionnement de la méthode dans la littérature sur les évaluations des FFS .....	140
1.2.2. Avantages et inconvénients de la méthode employée .....	142
<b>1.3. Recommandations pour la mise en œuvre de CE pour l'accompagnement de la TAE des EA.....</b>	<b>146</b>
1.3.1. L'importance des connaissances dans l'accompagnement de la TAE .....	146
1.3.2. L'importance des processus de co-conception pour l'accompagnement des changements de pratiques des agriculteur·rice·s.....	148
1.3.3. La nécessité de penser les innovations à différentes échelles et en coordination avec les acteurs .....	155
<b>1.4. Synthèse et perspectives de recherche .....</b>	<b>163</b>
1.4.1. Synthèse des principes opérationnels .....	163
1.4.2. Perspectives de recherche.....	164
<b>2. CONCLUSION.....</b>	<b>171</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>173</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>192</b>

## Table des figures

Figure 1 Schéma des représentations du paradigme linéaire de diffusion de l’innovation (Le Gal et al. 2011).....	12
Figure 2: Visite d'échange d'un CE de culture pluviale (à gauche) et discussion en saison sèche (à droite). (T. Bakker) .....	20
Figure 3: Schéma de synthèse des évolutions des représentations de l’innovation en agriculture et de l'émergence d'une vision systémique des systèmes agricoles. .....	21
Figure 4 Schéma d'un chemin d'impact générique pour des projets de recherche pour le développement (Blundo Canto et al. 2020) .....	28
Figure 5 Schéma de trajectoire de transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables issu de Tittonell (2014) et représentant le cadre Efficiency-Substitution-Redesign (ESR) de Hill and MacRae (1996) .....	31
Figure 6 Chaine causale des effets des champs-écoles centrée sur l'agriculteur·rice pour les domaines naturel, financier, humain et social (van den Berg et al. 2020b). .....	35
Figure 7 Chaine causale en agronomie systémique des effets des champs-écoles centrée sur l'agriculteur·rice.....	35
Figure 8 Carte de l'évolution progressive de l'utilisation de l'approche CE dans le monde, à partir de son initiation en Asie du Sud-Est, et jusqu'en 2012 (Waddington et al. 2014b).....	40
Figure 9 Répartition des thématiques des CE (Waddington et al. 2014b) .....	40
Figure 10 Répartition des éléments des curriculum des CE (Waddington et al. 2014b). .....	40
Figure 11 Carte des deux projets étudiés au Nord Togo et Ouest Burkina Faso. .....	46
Figure 12 Schéma du déroulement de l'intervention champs-écoles dans l'initiative « bonnes pratiques agricoles » à l'Ouest du Burkina Faso.....	50
Figure 13 Schéma du déroulement de l'intervention champs-écoles dans le projet “durabilité et résilience de l'agriculture familiale dans la région des Savanes » au Nord Togo. .....	51
Figure 14 Schéma de synthèse de la démarche de thèse .....	54
Figure 15 Data collection and analysis. .....	62
Figure 16 Position of selected Farmer Field School assessments according to the FFS topic and farmers' participation .....	65
Figure 17 Farmer Field Schools (FFS) are a participatory field-based approach that seek to support farmers' competences and rely on field observations, collective action and experiential learning (Photo: T. Bakker).....	80

Figure 18 Farmers' trajectories of change in agricultural practices after Farmer Field Schools for rainy season crops in 3 consultative FFS in western Burkina Faso (top line: block a, b, c) and 3 collaborative FFS in northern Togo (bottom line: block d, e, f). ....	89
Figure 19 Farmers' trajectories of change in practices after Farmer Field Schools for vegetable gardening in 4 collaborative FFS in northern Togo. ....	90
Figure 20 Map of the survey area in Tone prefecture, Savanes region, northern Togo (OpenStreetMap). ....	111
Figure 21 Analytical framework showing the variables of changes in agricultural practices in the farming system in northern Togo. ....	112
Figure 22: Types of farm according to the combinations of levels of change in practices in the four farm subsystems. ....	122
Figure 23 Schéma du positionnement des interventions de co-conception de Périnelle (2020), Ronner (2017, 2019) et les CE collaboratifs au nord Togo (Bakker 2017). ....	152
Figure 24: profil de sol dans un CE pluvial (à gauche) et essai de matériel (la kassine pour le semis à sec) (à droite) (T. Bakker). ....	157
Figure 25 Schéma récapitulatif des cinq principes de recommandation pour la mise en œuvre et l'évaluation des CE. ....	163
Figure 26: Vidange de la fosse compostière dans une charrette asine en début de saison sèche (T. Bakker). ....	167
Figure 27: Labour en billons (à gauche) et buttage (à droite) avec la traction bovine. ....	194
Figure 28: Maraîchage de contre-saison: arrosage des cuvettes après repiquage (à gauche) et entretien des cultures du champ-école (à droite). ....	196
Figure 29: Schéma des processus et enjeux de l'agriculture familiale dans la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest. ....	197
Figure 30 Carte du Togo avec indication de la zone d'étude au nord Togo (source : digitallibrary.un.org). ....	200
Figure 31: Carte du Burkina Faso avec indication de la zone d'étude à l'ouest du Burkina Faso (source : digitallibrary.un.org). ....	201
Figure 32: Diagramme climatique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) à gauche, et Korbongou (Togo) à droite (source : climate data.org). ....	203
Figure 33: Carte de dégradation des terres résultant de l'activité humaine (1/500 000) (source: sphaera.cartographie.ird.fr) ....	204

Figure 34: schéma de la toposéquence et de l'utilisation de l'espace en zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest (Desplat and Rouillon, 2011) .....	205
Figure 35: Calendrier cultural pour le coton, le maïs et le sorgho (Jahel, 2016) .....	206

## Table des tableaux

Tableau 1 Principes historiques de l'agroécologie, issus de Stassart et al. (2012) sur la base de Altieri (1995).....	7
Tableau 2 Principes de méthode et de gestion de la recherche en agroécologie issus de Stassart et al. (2012) sur la base de Tichit et al. (2010).....	7
Tableau 3 Echelle de la participation de Biggs (1989) pour la recherche participative (relation entre agriculteur·rice·s et chercheur·se·s) adapté de Lilja and Bellon (2008) .....	22
Tableau 4 Caractéristiques des champs-écoles sélectionnés et échantillonnage des agriculteur·rice·s enquêté·e·s.....	53
Table 5 Position of selected Farmer Field School assessments according to the type of implementation of the FFS and impact pathway.....	68
Table 6 Characteristics of the selected Farmer Field Schools (FFS) and sample of former FFS participants in western Burkina Faso and northern Togo. The FFS type refers to the level of farmers' participation in the FFS process (Biggs, 1989). .....	84
Table 7 Scale for coding farmers' practices after their participation to rainy season Farmer Field Schools. .....	87
Table 8 Scale for coding farmers' practices after their participation to vegetable gardening Farmer Field Schools. .....	87
Tableau 9 : Description of the crops covered in the four FFS sampled, the participants and the sample size. .....	114
Tableau 10: Farm characteristics of the sub-samples.....	114
Table 11 Distribution of the variables of the four farm sub-systems in the 30 farms surveyed	117
Table 12 Levels of change in agricultural practices in the four farm subsystems .....	119
Tableau 13 Avantages et inconvénients de la démarche d'évaluation des effets des champs-écoles avec l'analyse des trajectoires de changements de pratiques des agriculteur·rice·s et des changements de pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole.....	144
Tableau 14 Caractéristiques des approches de co-conception initiées par Périnelle (2021), Ronner et al. (2019), et les CE collaboratifs du projet d'AVSF (Bakker 2017). .....	150

Tableau 15. Curriculum des parcelles maïs et coton pour les CE de l'initiative "bonnes pratiques agricoles" (d'après Nacro et al 2010) ..... 207

## Liste des acronymes, abréviations et sigles

AIS	Agricultural Innovation System (système d'innovation agricole)
AKIS	Agricultural Knowledge and Information Systems (système de connaissance et d'information agricole)
AVSF	Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières
CE	Champ-Ecole
CIRAD	Centre International de Recherche Agronomique Pour le Développement
DEED	Describe, Explain, Explore, Design (décrire, expliquer, explorer, concevoir)
EA	Exploitation Agricole
ESR	Efficiency-Substitution-Redesign (Efficiency-Substitution-Reconception)
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FFEM	Fond Français pour l'Environnement Mondial
FFS	Farmer Field School
GPC	Groupement de Producteurs de coton
ICAT	Institut de Conseil Agricole du Togo
IDH	Indice de Développement Humain
INERA	Institut National de Recherche Agronomique
IPM	Integrated Pest Management
IPPM	Integrated Pest and Production Management
MO	Matière Organique
NGO	Non Governmental Organization
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ODD	Objectif de Développement Durable
OP	Organisation de producteur·rice·s
RAFIA	Recherche Appui et Formation Aux Initiatives d'Auto-développement
RAP	Recherche-Action en Partenariat
RS FFS	Rainy Season FFS
SDC	Système de culture
TAE	Transition AgroEcologique

TBIE	Theory Based Impact Evaluation (Evaluation d'Impact Basée sur la Théorie)
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
TLU	Tropical Livestock Unit
UBT	Unité de Bétail Tropical
UNPCB	Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina
UROPC-S	Union Régionale des Organisations de Producteurs de Céréales - Savanes
VG FFS	Vegetable Gardening FFS
VG+RS FFS	Vegetable Gardening and Rainy Season FFS

## Glossaire FR/EN

Co-design	Co-conception
Cowpea	Niébé
Cropping system	Système de culture
Family farm	Exploitation agricole familiale
Farmer Field School	Champ-école
Impact pathway	Chemin d'impact
Implementation	Mise en œuvre
Intercropping	Association culturale
Organic fertilizer	Fumure organique
Pure cropping	Culture pure
Rainy season cropping	Cultures pluviales
Redesign	Reconception
Row	Rang (billon)
Seed hole	Poquet
Seedling transplantation	Repiquage des plants
Step-by-step design	Conception pas-à-pas
Vegetable gardening	Maraîchage

## Introduction générale

La Révolution Verte, mise au point dans les années 1960-1970, a été le symbole de l'intensification de l'agriculture, en particulier en Asie du Sud-Est où elle a obtenu certains succès comme l'accroissement significatif des rendements, l'éradication des grandes famines et le recul de la malnutrition (Patel 2013). Ce modèle de production repose sur la culture pure et l'utilisation d'engrais, de pesticides, et si possible d'irrigation, combiné à des variétés améliorées susceptibles de bien valoriser ces intrants. Elle a aussi été l'exemple des limites de ce paradigme sur le plan environnemental, social et économique, avec des constats similaires sur les limites et dégâts du modèle agricole intensif en Europe, en Amérique et en Afrique. L'intensification de l'agriculture selon le modèle de la Révolution Verte a été promue en faisant l'hypothèse que l'eau et l'énergie ne manqueraient pas, que le climat resterait stable et prédictible, et que les marchés réguleraient la production et feraient apparaître les innovations nécessaires (Altieri 2002; Röling 2009). Elle débouche sur des formes d'agriculture qualifiée de productiviste ou d'industrielle.

Depuis, le climat change et les évènements climatiques extrêmes deviennent plus fréquents, plus intenses, nombreux et imprévisibles (IPCC 2015). De plus, l'agriculture industrielle est responsable de 25 à 30% des émissions de gaz à effet de serre, et est fortement dépendante d'énergies fossiles pour la fabrication et le transport des engrains, les opérations culturelles et le commerce international des denrées produites. Si les réserves d'énergies fossiles sont encore importantes mais sources de pollutions et difficilement accessibles, les réserves en phosphates pourraient venir à manquer d'ici un ou deux siècles (IAASTD 2009). L'intensification conventionnelle de l'agriculture entraîne une homogénéisation des paysages agricoles et une perte d'habitats et de biodiversité, y compris dans les sols, liée entre autres à une baisse du taux de matière organique (Duru et al. 2015b). L'intensification de l'agriculture cause également une baisse de la qualité de l'eau et de l'air, l'érosion des sols et des difficultés de gestion phytosanitaire. L'homogénéisation et l'élevage industriel sont aussi une cause de zoonoses et de pandémie. Par ailleurs, la dépendance aux intrants extérieurs et aux marchés de commodités accroît la vulnérabilité des exploitations agricoles, illustrée pendant la crise économique et alimentaire de 2008 (De Schutter 2012) et dans une moindre mesure durant la crise actuelle due à la pandémie covid-19 (Dury et al. 2021).

Outre la reconnaissance de la finitude des ressources et des impacts négatifs de ce modèle d'agriculture sur l'environnement, soulignons également ses limites socio-économiques : endettement, perte de résilience et flexibilité des exploitations agricoles (EA),

perte d'autonomie et dépendance aux intrants, notamment les semences (Holt-Giménez and Altieri 2012). En Afrique, le faible succès de la Révolution Verte (à l'exception de la riziculture irriguée ou de la culture du cotonnier) a surtout montré que ce modèle exacerbe les inégalités (Dawson et al. 2016).

La remise en question du modèle de l'agriculture intensive s'est accompagnée de l'émergence d'alternatives, comme l'agroécologie, et d'une remise en question des représentations de l'innovation en agriculture, notamment du modèle de transfert de technologies. De nouvelles approches de conseil ont vu le jour, et parmi elles les champs-écoles, qui ont rapidement été mis en œuvre dans tous les continents.

**Les champs-écoles reposent sur un nouveau paradigme de relations entre agriculteur·rice·s<sup>1</sup>, chercheur·se·s et conseiller·e·s, et ont dans ce sens un fort potentiel pour l'accompagnement des agriculteur·rice·s dans la transition agroécologique. Cette thèse en agronomie ambitionne d'évaluer les effets des champs-écoles pour les agriculteur·rice·s, du point de vue des agriculteur·rice·s. Pour cela, nous proposons et analysons une démarche compréhensive d'évaluation à partir des changements de pratiques réalisés par les agriculteur·rice·s suite à leur participation à un champ-école, à l'échelle du système de culture et à l'échelle de l'exploitation agricole.**

---

<sup>1</sup> J'ai fait le choix d'utiliser l'écriture inclusive dans les parties en français de ce document d'une part parce qu'un tiers de l'échantillon enquêté au Togo est constitué de femmes, et d'autre part pour refléter l'idée que les centres de décision sont multiples dans les exploitations familiales d'Afrique de l'Ouest (cf annexe 1). J'ai fait un effort pour fluidifier la lecture et utiliser des termes épiciènes lorsque possible. J'utilise indifféremment agriculteur·rice et paysan·ne. Acteur est une forme neutre lorsqu'il s'agit d'institutions, et acteur·rice désigne des personnes.

## Chapitre 1 : Problématique de recherche

### 1. Positionnement scientifique

#### 1.1. Le besoin d'innovation dans les systèmes agricoles

##### 1.1.1. Enjeux des systèmes agricoles en Afrique de l'Ouest

En Afrique de l'Ouest, en interrelation avec les enjeux globaux évoqués précédemment, les systèmes agricoles et alimentaires font face à des enjeux spécifiques. Bien que la Révolution Verte n'ait pas eu une ampleur comparable à l'Asie du Sud-Est, l'intensification de l'agriculture et de l'élevage y a été promue à partir des années 1960 et a surtout concerné quelques cultures ciblées pour les exploitations agricoles familiales et bénéficiant d'appuis de filières relativement organisées (coton, riz, maraîchage notamment) (Vall et al. 2006; Brossier et al. 2007). Sur le plan agronomique et environnemental, la dégradation des ressources naturelles et la perte de fertilité des sols cultivés, ainsi que des pollutions agricoles spécifiques ou diffuses (herbicides et insecticides notamment) sont constatées notamment pour le maraîchage (Son et al. 2017; de Bon et al. 2019) ou le coton (Jepson et al. 2014; Djagni and Fok 2019). L'accroissement démographique et la croissance urbaine, ainsi que les risques d'insécurité alimentaire créent des enjeux pour les systèmes alimentaires (fournir une alimentation en quantité et en qualité suffisantes (Bricas et al. 2016; Dury et al. 2019). Ces enjeux ont notamment été mis en lumière après la flambée des prix des produits alimentaires importés fin 2008 et lors de la crise sanitaire et économique causée par le Covid-19 qui a commencé en 2020 (De Schutter 2012; Dury et al. 2021). Enfin, les systèmes agricoles et alimentaires sont directement liés à des implications sociales concernant l'instabilité politique, l'emploi des jeunes, les migrations vers les villes (Dury et al. 2019).

Concernant plus spécifiquement la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest, concentrée dans les zones de savanes au Burkina Faso, Bénin, Togo, Côte d'Ivoire et Mali, elle compte parmi les plus grands producteurs de coton du monde (Fok 2010; Soumaré et al. 2020). L'introduction du coton dans les savanes d'Afrique de l'Ouest a fait évoluer les systèmes agraires traditionnels à culture entrecoupée de jachère vers de nouveaux systèmes agraires avec des espaces cultivés en continu, grâce à l'intensification des pratiques et notamment l'utilisation d'intrants (Soumaré et al. 2020), cette évolution est présentée en détail dans l'annexe 1. La culture continue et la disparition des jachères, ainsi que l'utilisation de la mécanisation (la traction animale est la plus répandue) entraîne une érosion des sols (Hauchart 2005) et un risque de perte de fertilité chimique des sols. Par ailleurs, les évolutions des populations de

bioagresseurs soumis à l'emploi répété de pesticides ou de plantes génétiquement modifiées, la perte de biodiversité liée à l'homogénéisation des paysages, ainsi que la pollution des eaux par des produits chimiques non dégradables, sont préoccupantes au regard des grands espaces cultivés et des durées conséquentes de culture du cotonnier (Pichot et al. 2006). La faible fertilité des sols et son déclin ont été reconnus depuis longtemps comme un obstacle majeur à l'intensification de l'agriculture en Afrique subsaharienne (Vanlauwe et al. 2017). Cependant, certains essais longue durée ont montré que les rendements du cotonnier et des céréales se maintenaient avec des apports de fumure organique ou minérale, la variabilité des conditions climatiques étant des facteurs plus déterminants pour la productivité (Ripoche et al. 2015; Kintché et al. 2015).

L'importance socio-économique du coton pour les paysan·ne·s des zones cotonnières d'Afrique de l'Ouest est essentielle, et mise en lumière lors de la « crise cotonnière » des années 2000 (Fok 2010; Renaudin 2010). Au-delà de l'effet précédent de la culture de coton pour les céréales (Ripoche et al. 2015; Falconnier 2016), la culture de coton permet aux agriculteur·rice·s d'accéder aux engrains minéraux, dont une partie est détournée pour les cultures vivrières. Les systèmes de crédit sont cruciaux pour l'accès aux engrains (Ripoche et al. 2015) et donc la sécurité alimentaire des ménages pauvres.

Les connaissances accumulées sur ces enjeux impliquent que les systèmes agricoles et alimentaires doivent à l'avenir évoluer vers une agriculture plus durable, optimisant l'utilisation des ressources locales et si besoin importées et bénéficiant aussi aux agriculteur·rice·s les plus pauvres (De Schutter 2012). Ces enjeux sont également interconnectés. Dans ce contexte le rapport « agriculture at a crossroad » du comité IAASTD formule ainsi explicitement le rôle des connaissances, sciences et technologies pour l'atteinte d'un développement durable global et dans le secteur agricole et alimentaire en particulier (IAASTD 2009; Röling 2009).

Une prise de conscience de ces différents enjeux par les principaux acteurs impliqués dans les systèmes agricoles et alimentaires et des décideurs a eu lieu, comme en attestent les « objectifs du développement durable » (ODD) définis en 2015 (et notamment l'ODD 2 : « *éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable* » d'ici 2030). Malgré cela, les systèmes agricoles et alimentaires mondiaux ne délivrent pas à l'heure actuelle les effets désirables pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Dury et al. 2019; Barrios et al. 2020).

**Nous allons dans cette première partie de l'introduction étudier dans quelle mesure l'agroécologie propose des approches systémiques et localisées en réponse à ces**

**enjeux, et dans quelle mesure la remise en question des paradigmes sur la diffusion de l'innovation a fait évoluer les activités de la recherche-développement et du conseil. Ces deux mouvements nous amènent à positionner une intervention de conseil agricole participatif, les champs-écoles, par rapport à l'accompagnement de la transition agroécologique des agriculteur·rice·s, et à questionner la place des agronomes dans cette démarche.**

### 1.1.2. Emergence de l'agronomie systémique et de l'agroécologie

Nous nous appuyons pour ce paragraphe sur les écrits de Sébillotte (1977); Doré et al. (2006); Jouve (2007); Catalogna (2018) et Salembier et al. (2018) pour retracer l'émergence de l'agronomie en tant que discipline systémique et tournée vers l'action. En effet, jusque dans les années 70, l'agronomie était en fait plus un ensemble de disciplines scientifiques en vue d'étudier et d'améliorer l'agriculture.

L'émergence de l'agronomie systémique est notamment portée par Sébillotte (1977) qui redéfinit l'agronomie comme « l'étude, menée simultanément dans le temps et dans l'espace, des relations au sein de l'ensemble constitué par le peuplement végétal et le milieu physique, chimique et biologique, et sur lequel l'Homme agit pour en obtenir une production ». Le concept de modèle d'action (Sébillotte and Soler 1990; Cerf and Sébillotte 1997) replace l'agriculteur·rice dans son système et intègre la prise en compte des règles de décision de l'agriculteur·rice. Les concepts d'**itinéraire technique** (combinaison de techniques permettant l'élaboration du rendement d'une culture en fonction d'objectifs précis, de la préparation du sol à la récolte) et de **système de culture** (SDC) (ensemble de cultures se succédant sur des parcelles données, chaque culture étant cultivée suivant un itinéraire technique précis) (Jouve 2007) permettent l'étude simultanée des déterminants des pratiques et leurs effets (Salembier et al. 2018). Cela est également possible pour les systèmes d'élevage (Dedieu et al. 2008). Enfin, le système de production (combinaison de systèmes de culture) lui-même inclus dans un système agraire sont les niveaux supérieurs d'organisation (Jouve 2007). L'expérimentation cherche à combiner de manière cohérente des techniques à priori compatibles et adaptées selon les contextes (biophysique, climatique mais aussi humain), telles que les expérimentations de systèmes de culture ou de système de production (Catalogna 2018). Les résultats prennent la forme d'ensembles de règles de décisions pour les agriculteur·rice·s (Salembier et al. 2018).

Jouve (2007) et Salembier et al. (2018) distingue une nouvelle phase à partir des années 2000, avec la remise en question de l'approche « transfert de technologies ». Nous détaillons

les évolutions de la représentation de l'innovation en agriculture dans la partie 1.2. Retenons que pour la discipline agronomique, cela correspond à une phase où l'importance accordée aux connaissances des agriculteur·rice·s est accrue, et où les agronomes cherchent à comprendre et explorer les raisons et logiques qui poussent les agriculteur·rice·s à agir comme ils le font (Jouve 2007). Cela amène l'agronomie à s'ouvrir aux approches pluridisciplinaires, mobilisant par exemple des écologues, des sociologues et des économistes, et favorisant le développement des approches participatives (Salembier et al. 2018).

Les enjeux liés à une production agricole durable et à l'alimentation des populations ont toujours été une préoccupation majeure pour les agronomes et les autres disciplines avec lesquelles elle interagit. En revanche, la réponse apportée a longtemps été centrée sur l'artificialisation du milieu ou la « maîtrise de la nature » en vue de l'augmentation de la production ou d'indicateurs économiques, au détriment notamment de l'environnement. La prise de conscience des dégradations environnementales (sol, eau, végétation naturelle et biodiversité...), mais aussi la montée de demandes sociétales, concernant entre autres la qualité de l'alimentation (Sumberg et al. 2003; Compagnone et al. 2018) ont amené un changement de posture sur les fonctions et services rendus par l'agriculture (en particulier les services écosystémiques). Plusieurs paradigmes parallèles de « reconception des agricultures écolisées » (Compagnone et al. 2018) ou de « modernisation écologique » (Duru et al. 2015b) ont été proposés, tels par exemple « l'agriculture écologiquement intensive » (*sustainable intensification, ecological intensification*), ou plus récemment, l'agriculture « intelligente face au climat » (*climate smart agriculture*). Ils rejoignent le concept d'agroécologie dans son sens premier, c'est-à-dire l'application de concepts et principes écologiques pour la conception et la gestion d'agroécosystèmes durables (Altieri 2002; Gliessman 2018; Mason et al. 2020). Dans ce sens, il n'est plus recherché de contrôler et stabiliser un environnement pour réduire l'incertitude et permettre la mise en œuvre de techniques standardisées, et il convient d'appliquer les principes de l'écologie à l'agriculture et d'inclure les variations dans le temps et l'espace dans la réflexion agronomique (Berthet 2013; Bell and Bellon 2018). Nous reprenons dans le tableau 1 les principes historiques de l'agroécologie tels que rassemblés par Stassart et al. (2012), sur la base de (Altieri 1995).

Tableau 1 Principes historiques de l'agroécologie, issus de Stassart et al. (2012) sur la base de Altieri (1995).

1. Permettre le **recyclage de la biomasse**, optimiser la disponibilité de nutriments et équilibrer le flux de nutriments.
2. Garantir les **conditions de sol** favorables à la croissance des plantes, en gérant en particulier la matière organique et en améliorant l'activité biotique du sol. Ceci suppose, au regard de la rareté des ressources pétrolières, une réduction drastique de l'usage d'intrants externes produits de la chimie de synthèse (engrais, pesticides et pétrole).
3. Minimiser les pertes de ressources liées aux flux des radiations solaires, de l'air et du sol par le biais de la **gestion microclimatique**, la collecte d'eau, la gestion du sol à travers l'accroissement de la couverture du sol et le jeu des complémentarités territoriales entre différentes orientations technico---économiques (notamment élevage-culture).
4. Favoriser la **diversification génétique** et d'espèces de l'agroécosystème dans l'espace et le temps.
5. Permettre les interactions et les **synergies biologiques** bénéfiques entre les composantes de l'agrobiodiversité de manière à promouvoir les processus et services écologiques clefs.
6. Valoriser l'**agrobiodiversité, comme point d'entrée** de la re-conception de systèmes assurant l'autonomie des agriculteur·rice·s et la souveraineté alimentaire.

Ces mêmes auteurs (Stassart et al. 2012) ajoutent à ces principes historiques trois principes de méthode et de gestion de la recherche en agroécologie. Ces principes, détaillés dans le tableau 2, mettent l'accent sur l'importance de la prise en compte des dynamiques spatiales et temporelles de pilotage des agroécosystèmes, et la valorisation de leur variabilité et diversité, et sur l'exploration de situations éloignées des optima connus. Ils se basent pour cela sur les travaux de Tichit et al. (2010).

Tableau 2 Principes de méthode et de gestion de la recherche en agroécologie issus de Stassart et al. (2012) sur la base de Tichit et al. (2010).

1. Favoriser et équiper le **pilotage multicritère** des agroécosystèmes dans une perspective de transition sur le long terme, intégrant des arbitrages entre temps courts et temps longs et accordant de l'importance aux propriétés de résilience et d'adaptabilité.
2. Valoriser la **variabilité** (diversité et complémentarité) **spatio-temporelle** des ressources, i.e. exploiter les ressources et les caractéristiques locales et faire avec la diversité et la variété plutôt que de chercher à s'en affranchir.
3. Stimuler l'exploration de situations **éloignées des optima** locaux déjà connus e.g. des systèmes « extrêmes » à très faibles niveaux d'intrants et/ou biologiques aussi bien en élevage qu'en production végétale.

En zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest, ces principes s'appliquent et se déclinent de différentes manières. Les pratiques mobilisables à l'échelle d'une exploitation concernent notamment les apports de biomasse au sol et une biodiversité importante à différentes échelles.

Cela est notamment permis par l'insertion de légumineuses en association avec les cultures principales, en culture pure en rotation ou des plantes de couverture en succession. Les légumineuses (famille des *fabaceae*) peuvent, pour la majorité, fixer l'azote atmosphérique grâce à une association symbiotique dans les nodules racinaires avec les bactéries rhizobia. Ce faisant, elles contribuent à la fertilité des sols grâce à la fixation d'azote, et fournissent de l'azote aux cultures suivantes avec l'enfouissement ou le compostage (Franke et al. 2018). Par ailleurs la production de grains participe à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages grâce à la teneur élevée en protéine (Jones et al. 2014), et procure un revenu supplémentaire grâce à des prix de vente souvent élevés (Périnelle 2021). Enfin, grâce à l'augmentation de la production de résidus de culture, ou à la culture d'espèces fourragères, les légumineuses peuvent améliorer l'alimentation du bétail, et par ricochet d'accroître la production de fumier, contribuant ainsi à l'intégration agriculture-élevage dans les exploitations agricoles (EA) (Dugué et al. 2004).

Un deuxième axe mobilisable à l'échelle de l'exploitation est l'amélioration de la gestion de la matière organique (MO) du sol. En effet, une amélioration de la MO du sol favorise la capacité de rétention en eau du sol, diminue la sensibilité à l'érosion et améliore la disponibilité en nutriments du sol (C, N et P) pour les micro-organismes du sol, et in fine, les plantes (Bachelier et al. 2018). Une meilleure intégration agriculture-élevage dans les EA permet ainsi d'augmenter les apports de MO (Blanchard et al. 2014; Vall et al. 2017), de même que le compostage (Blanchard et al. 2017). Les trois principes de l'agriculture de conservation (minimiser les perturbations du sol, couverture permanente des sols et rotation et diversification des cultures) permettent, en théorie, de minimiser les pertes de MO par minéralisation tout en augmentant les apports de MO. Cependant, la mise en œuvre conjointe de ces trois principes est difficile dans la pratique (Giller et al. 2009; Andersson and D'Souza 2014). Une autre voie est l'agroforesterie (Pretty et al. 2011; Jagoret et al. 2018).

Un autre axe important est la gestion des bioagresseurs pour permettre de gérer localement les risques phytosanitaires exacerbés par le changement climatique. Il peut s'agir de pratiquer le *mulching* (paillage) ou bien de préserver la biodiversité fonctionnelle à travers le parasitisme et la préation. Les cultures de légumineuses cultivées en association ou en rotation peuvent également fournir des services écologiques pour le contrôle des adventices ou des ravageurs (Gaba et al. 2015). Cela peut aussi prendre en compte les dynamiques spatiales et temporelles dans les SDC avec la rotation des cultures. Enfin, un axe de réduction de

l'utilisation de produits phytosanitaires conventionnels est le traitement sur seuil ou la substitution avec des biopesticides.

Un dernier axe concerne les choix variétaux favorisant par exemple la précocité, les cycles courts, l'adaptabilité ou la plasticité, la résistance à la sécheresse ou l'utilisation efficace de l'eau, l'épaisseur de la feuille, la pilosité, un port plus compact (Bachelier et al. 2018).

Cependant, toutes ces pratiques doivent aborder dans le même temps des niveaux de contrainte d'échelle supérieure à la parcelle ou l'exploitation agricole : en effet, des contraintes telles que la vaine pâture, le feu ou l'accès au foncier doivent se considérer à l'échelle du territoire et/ou la communauté villageoise.

Si l'émergence d'une pensée systémique en agronomie (et notamment les concepts de système de culture cf. Sébillotte), ainsi que l'utilisation d'approches constructivistes et centrées sur les raisonnements des agriculteur·rice·s ont précédé l'essor de l'agroécologie du point de vue de la discipline agronomique (Doré et al. 2006; Salembier et al. 2018), l'agroécologie se distingue des courants parallèles d'écologisation des pratiques par sa composante sociale (Tittonell 2014). En effet, l'agroécologie n'est pas seulement une science fondamentale, c'est aussi un domaine d'application (une science pour l'action) qui s'appuie sur les préoccupations et la réponse aux dommages environnementaux et sociaux causés par l'essor de l'agriculture industrielle (Mason et al. 2020). En ce sens, le terme « agroécologie » est polysémique et désigne à la fois une science, un mouvement social et une pratique (Wezel et al. 2009). Par ailleurs, d'autres auteur·rice·s le définissent comme une « écologie des systèmes alimentaires », argumentant ainsi pour une approche dépassant l'échelle de l'agroécosystème productif, intégrant les dimensions d'organisation de filière et de consommation à la dimension productive (Francis et al. 2003; Stassart et al. 2012). Plusieurs auteur·rice·s ont souligné le lien entre agriculture, alimentation et environnement, argumentant pour une approche par l'agroécologie pour l'appui aux transitions des systèmes alimentaires (De Schutter 2012; Lamine and Dawson 2018; Bezner Kerr et al. 2019; Barrios et al. 2020).

En Afrique de l'Ouest, parmi les facteurs de changement auxquels les systèmes agricoles et alimentaires sont soumis (voir Dury et al. (2019)), l'augmentation de la population urbaine pose des défis sans précédents (Bricas and Seck 2004; Latino et al. 2020). Du point de vue de la qualité de l'alimentation et de la nutrition, les pratiques agroécologiques et notamment la diversification des cultures (Jones et al. 2014; Lourme-Ruiz et al. 2021) constituent une approche importante, par exemple avec les légumineuses. Cependant, les interventions peuvent

également entraîner des effets non attendus ou négatifs tels qu'un changement dans l'accès à certains aliments (vente au lieu de l'auto-consommation), l'aggravation des inégalités, ou des risques économiques accrus (Dury et al. 2015). Une charge accentuée de travail pour la mise en œuvre de pratiques agroécologiques peut également avoir des conséquences sur la nutrition des femmes et des enfants (Komatsu et al. 2018). Enfin, au Burkina Faso Lourme-Ruiz et al. (2016) montre qu'agir en faveur du contrôle des ressources par les femmes peut constituer une meilleure garantie de la qualité de leur alimentation que l'augmentation du niveau des productions agricoles.

Ces autres définitions de l'agroécologie en font donc un concept plus large et multidimensionnel (Barrios et al. 2020) faisant appel à une science à la fois interdisciplinaire (Francis et al. 2003) et transdisciplinaire (Fernández González et al. 2020). De plus c'est une science et une pratique de localité (Berthet et al. 2016), et qui suppose une hybridation des connaissances scientifiques et des savoirs opérationnels (Girard 2015). L'agroécologie remet ainsi en question la production de connaissances (Stassart et al. 2012; Compagnone et al. 2018; Toffolini et al. 2019; Girard and Magda 2020) et les apprentissages (Warner 2008; Catalogna 2018). Parallèlement à l'émergence de l'agronomie systémique et de l'agroécologie, qui questionne le rapport aux savoirs (Meynard 2017), s'est produit un mouvement plus large de remise en question des modes de production et distribution de connaissances et de ce qui constitue une « innovation » en soi, que nous allons maintenant explorer.

## 1.2. Evolutions des représentations de l'innovation en agriculture

### 1.2.1. Modèle linéaire de la diffusion de l'innovation

La théorie de la diffusion de l'innovation a été mise au point par Rogers (1962) et considère qu'un transfert de technologies et de connaissances des chercheur·se·s aux agriculteur·rice·s, via des conseiller·e·s, déclenche des changements et le développement de l'agriculture (Röling 2009; Duveskog 2013; Koutsouris 2017). Les premiers adoptants (les « pionniers ») amènent le reste des agriculteur·rice·s (les « suiveurs ») à copier et répliquer ces changements. La relation entre chercheur·se·s, conseiller·e·s et agriculteur·rice·s est linéaire et principalement monodirectionnelle (Hall et al. 2003; Le Gal et al. 2011). Les agriculteur·rice·s sont principalement vus comme des « récepteurs passifs », chargés individuellement de la mise en œuvre des innovations (Leeuwis and Aarts 2011).

Dans les années 80 de nombreux pays « en développement » ont adopté l'approche « *training and visit* » pour vulgariser et diffuser à grande échelle des innovations proposées par

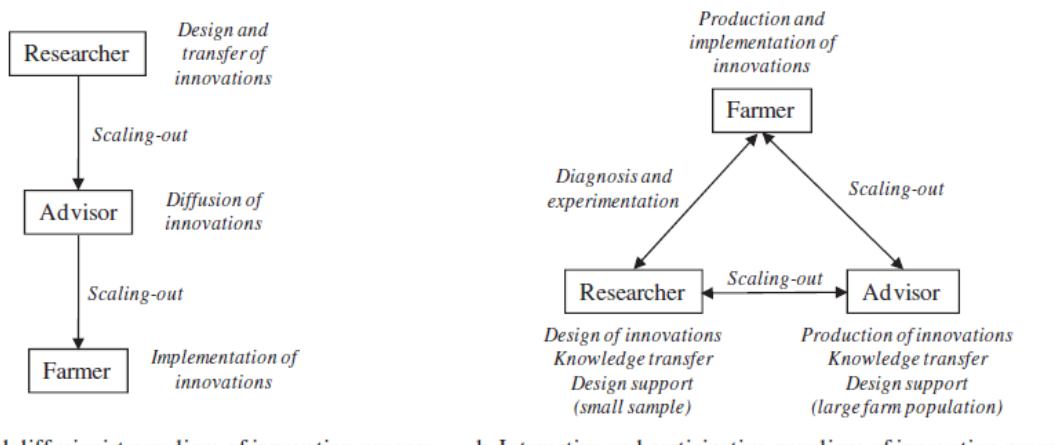
la recherche, sa mise en œuvre a été principalement financé par la Banque Mondiale. Cette approche, littéralement « formation et visite », est inspiré par la théorie de la diffusion de l'innovation et en illustre également les limites. Le but est de renforcer les liens entre le conseil et la recherche, professionnaliser les conseiller·e·s et améliorer la gestion des structures de conseil (Duveskog 2013). Le système repose sur la formation de conseiller·e·s qui visitent à intervalles réguliers des paysan·ne·s-contacts, chargés de mettre en pratique les messages techniques et de les diffuser à leurs pairs agriculteur·rice·s dans leur communauté, sous forme de démonstration de « paquets techniques » (Anderson et al. 2006; Duveskog 2013).

Le système de conseil basé sur le « *training and visit* », bien qu'il ait permis de rendre fonctionnels les services de vulgarisation publics, est de nos jours largement considéré comme un échec (Anderson et al. 2006; Duveskog 2013). De nombreuses déficiences s'expliquent notamment par l'inadaptation des messages de conseil et des paquets techniques aux conditions pèdo-climatiques et socio-économiques locales. Elles s'expliquent aussi par l'inadaptation de la méthode de conseil en elle-même aux différentes communautés où elle fut mise en œuvre. Le système a toutefois entraîné des gains en productivité dans les zones irriguées, mais a généralement échoué à créer un impact dans les zones d'agriculture pluviale (Duveskog 2013). Le système a également été jugé trop coûteux, notamment parce qu'une part majoritaire du financement était attribuée aux déplacements et frais de vie des conseiller·e·s lors des nombreuses formations et séminaires et de leurs superviseur·se·s lors de leurs visites de terrain. Les nombres de visites aux paysan·ne·s-contacts à respecter pour les conseiller ont également favorisé la quantité plutôt que la qualité du conseil, avec à la clé un manque de redevabilité des conseiller·e·s envers les paysan·ne·s (Anderson et al. 2006). Une autre limite de ce système a été la difficulté à en mesurer les impacts, en raison de l'absence d'une enquête de base (*baseline*), du manque de groupe « contrôle » témoin, mais également du fait que la majorité des indicateurs de suivi-évaluation portait sur l'atteinte des objectifs du projet et non sur les effets et impacts dans les exploitations agricoles ainsi conseillées. Enfin, au-delà de la documentation des manquements de ce système, l'effondrement des principaux marchés de commodités, ainsi que la mise en œuvre des politiques d'ajustement structurel pour diminuer les dépenses publiques, ont amené une réduction drastique des financements des dispositifs de vulgarisation publics et contribué à l'abandon de ce système (Duveskog 2013).

### 1.2.2. Critiques et émergence de modèles systémiques de l'innovation en agriculture

L'échec du système « *training and visit* » illustre la difficulté pour un système linéaire et descendant à fournir des connaissances et technologies adaptées aux besoins des agriculteur·rice·s et à favoriser les apprentissages. Les paquets techniques sont définis sur la base de leur pertinence agronomique (vue le plus souvent sous un angle productiviste), sans prise en compte des logiques des paysan·ne·s pour le choix des pratiques sur la base de leurs contraintes, perceptions et objectifs personnels (Anderson et al. 2006). Cet échec illustre également que l'hypothèse sous-jacente que les agriculteur·rice·s vont copier les paysan·ne·s « pionniers » est fausse. En effet, dans de nombreux cas, les agriculteur·rice·s « pionniers » recevant un soutien (conseil et soutien matériel) sont jalouxés et rarement copiés car les agriculteur·rice·s ne sont pas dans les mêmes situations (Duveskog 2013). Enfin, ce système a montré les défis à relever pour la prise en compte l'hétérogénéité des exploitations agricoles et des situations des actifs familiaux (notamment les plus pauvres, les femmes et les jeunes) dans les processus d'innovation. En effet, des biais dans la sélection des paysan·ne·s « pionniers » ont régulièrement favorisé des élites locales (économiques et/ou sociales) et fait émerger des mécanismes d'éviction des plus pauvres (Phillips et al. 2014).

Plus globalement, la théorie de la diffusion de l'innovation et le modèle de transfert de technologies ont également été critiqués pour leur pensée positiviste (Douthwaite et al. 2003) et descendante (*top-down*) (Röling 2009; Glover et al. 2019). Avec l'avancée des approches systémiques en agriculture s'est renforcée la reconnaissance de l'importance des savoirs et expériences des paysan·ne·s (Birner et al. 2009; Meynard 2017; Faure et al. 2018) et le



a. Linear and diffusionist paradigm of innovation process

b. Interactive and participative paradigm of innovation process

Figure 1 Schéma des représentations du paradigme linéaire de diffusion de l'innovation (à gauche) et du paradigme de processus d'innovation basés sur les interactions et la participation (à droite) (Le Gal et al. 2011).

développement des approches participatives pour le conseil et la recherche en agriculture. Un nouveau paradigme a émergé pour les processus d'innovation, reposant sur les interactions entre chercheur·se·s, agriculteur·rice·s et conseiller·e·s (figure 1). Cependant, ce principe de transfert de technologies et la posture des acteur·rice·s de la recherche et de conseil pour leurs relations avec les agriculteur·rice·s est encore bien présent dans de nombreux pays (Klerkx et al. 2012).

Le concept d'AKIS (*Agricultural Knowledge and Information Systems*, système de connaissance et d'information agricole) a émergé en réaction au modèle linéaire de la diffusion de l'innovation. Il a évolué d'une définition sectorielle vers une définition plus large de coordination entre acteurs aux perspectives différentes d'un même système (Röling 1990). Ce concept a émergé de la littérature sur le conseil agricole en parallèle au concept d'AIS (*Agricultural Innovation System*, système d'innovation agricole), dans lequel nous nous situons, et partage certaines caractéristiques avec ce dernier (Klerkx et al. 2012).

Les AIS prennent en compte tous les acteurs qui participent, directement ou indirectement, aux processus d'innovation (Toillier et al. 2018). Le concept d'AIS met l'accent sur l'influence qu'ont des organisations (entreprises, instituts de recherche publics, entités de gouvernements) et des infrastructures sur les processus d'innovation, et donc l'importance d'inclure tous les acteurs impliqués, dépassant ceux des systèmes de recherche et de conseil. Au-delà de la vision des acteurs en réseau, cette perspective met l'accent sur le fait que les acteurs apprennent les uns des autres et que des connaissances sont ainsi co-crées (Schut et al. 2014; van Ewijk and Ros-Tonen 2021).

### 1.2.3. Implications pour les activités de recherche pour le développement

Le constat de l'échec du modèle linéaire et descendant de la diffusion de l'innovation de Rogers (1962) s'est produit en parallèle à d'autres questionnements sur l'efficacité et les impacts de la recherche en agriculture.

#### ***La recherche-action participative et les AKIS***

Les approches participatives de la recherche en agriculture ont été largement développées dans les années 80 pour mieux prendre en compte les attentes des acteurs locaux et mettre à profit leurs connaissances et compétences dans les programmes de développement de gouvernements ou d'agences d'aide internationales (Faure et al. 2020). La recherche participative part principalement d'un double constat : d'une part, les propositions techniques doivent être discutées avec les agriculteur·rice·s pour qu'elles soient pertinentes pour eux.

D'autre part, il existe une demande envers la recherche pour une plus grande variété de technologies que la science ne peut réalistically fournir. Autrement dit, il n'existe pas de solution idéale et universelle (Meynard et al. 2012).

Il s'agit donc de mettre en œuvre une approche constructiviste de la recherche (Douthwaite et al. 2003; Douthwaite and Hoffecker 2017). Différentes formes de diagnostic sont mises au point, par exemple « *rapid rural appraisal* » et « *participatory rural appraisal* » (Röling et al. 2004). Dans un premier temps, des technologies considérées par les chercheur·se·s comme prometteuses ont été proposées aux agriculteur·rice·s le plus tôt possible dans un processus de recherche participative (Sumberg et al. 2003; Sterk et al. 2013) afin que les agriculteur·rice·s puissent les évaluer selon leurs critères et les adapter à leurs contextes spécifiques. C'est ce que font les différentes approches de recherche-action participatives (RAP), appelées à l'origine « *participatory technology development* » (PTD). Cependant cette approche ne remet pas en question l'organisation du processus d'innovation en lui-même, expliquant les difficultés rencontrées, notamment le fait que la fenêtre d'opportunité est petite pour les agriculteur·rice·s (Röling 2009; Hounkonnou et al. 2012). Sumberg (2005) avance ainsi que le manque de distinction, durant un processus de développement de technologie, entre variables endogènes à l'adéquation entre une technologie et un groupe d'utilisateur·rice·s potentiels, et variables exogènes (les conditions pré-requises) place une moindre responsabilité du résultat final de ce processus sur les acteur·rice·s impliqués, notamment les chercheur·se·s. Autrement dit, les raisons avancées par des acteur·rice·s pour expliquer le faible succès auprès des agriculteur·rice·s des technologies développées sont par exemple un régime foncier inapproprié, la rareté des terres et de la main-d'œuvre, et la disponibilité limitée du crédit et des semences : autant de conditions pré-requises (exogènes) et d'éléments de contexte connus que les acteur·rice·s du processus de développement auraient pu anticiper.

Par la suite, avec la reconnaissance que l'innovation n'est pas seulement technique mais qu'elle est aussi organisationnelle, et que dans les deux cas l'innovation est un construit autant technico-économique que social, ces démarches ont été renommées « *participatory innovation development* ». Ces méthodes participatives intègrent le concept d'AKIS (*agricultural knowlegde and information systems*) et ont non seulement l'objectif de développer des technologies adaptées aux conditions locales, mais également de renforcer les capacités d'innovation des acteurs impliqués (Faure et al. 2020). On remarque donc que l'analyse systémique en agronomie a fortement influencé les démarches de RAP en milieu agricole

(Sellamna 2010) même s'il est important de maintenir une distinction entre recherche-système et recherche-action.

Au-delà de la reconnaissance de l'importance de la production de connaissances en conditions réelles et avec les agriculteur·rice·s, une partie du travail en agronomie s'est également intéressée à la conception de systèmes techniques innovants avec et par les agriculteur·rice·s (Catalogna 2018). Les activités de conception comprennent les processus résultant en la création de nouveaux objets pour l'atteinte d'objectifs spécifiques (Toffolini et al. 2020). Meynard et al. (2012) différencient deux méthodes de conception innovante : d'une part la conception « de novo », visant à concevoir des systèmes techniques se démarquant des systèmes existants, et ainsi, à ouvrir le champ des possibles, sans chercher à être immédiatement opérationnels. D'autre part, la conception « pas-à-pas » (« *step-by-step design* ») caractérise des processus de transition progressive vers des systèmes de culture innovants grâce à des boucles d'apprentissage. A partir d'un diagnostic sur les pratiques et la définition d'un problème partagé, des options techniques sont mises en œuvre répondre au diagnostic et évaluées, guidant ainsi la mise en œuvre de nouvelles options techniques (*feedback loop*).

Salembier et al. (2018) distingue 5 régimes de conception en agronomie et note que seul le cinquième régime cherche à générer des prescriptions pour stimuler la conception de systèmes techniques par les agriculteur·rice·s. En effet, la co-conception des systèmes techniques innovants se base sur la reconnaissance des connaissances de tou·te·s les acteur·rice·s impliqués (y compris les agriculteur·rice·s) sur le fonctionnement des systèmes, sur les indicateurs de pilotage ou d'évaluation, les contraintes à respecter, pour l'atteinte d'objectifs communs (Catalogna 2018). Au-delà de la conception de nouveaux systèmes techniques, les processus de co-conception créent une dynamique d'apprentissage entre acteur·rice·s qui peut être valorisée pour le conseil aux agriculteur·rice·s (Le Gal et al. 2011; Meynard et al. 2012).

### ***Les AIS pour inclure tous les acteurs et favoriser le changement institutionnel***

L'approche de développement participatif d'innovations peut être critiquée du fait de sa pensée similaire à celle de la segmentation de marché et de l'analyse des consommateur·rice·s dans la recherche en marketing : pour que les agriculteur·rice·s utilisent les résultats de la recherche scientifique, il faut donc que ces agriculteur·rice·s qui fournissent les informations sur ce qu'ils souhaitent et les conditions nécessaires à l'utilisation de cette technologie (par exemple main d'œuvre, accès au foncier, accès aux marchés et aux intrants) (Röling 2009). Le développement participatif d'innovation repose certes sur une implication plus importante des

agriculteur·rice·s dans le développement des technologies, il n'en demeure pas moins que cette approche cherche à extraire de l'information et ne donne pas, ou peu, de contrôle aux agriculteur·rice·s concernant le choix de la question à traiter, les trajectoires de conception, voire même les agendas de recherche et l'allocation des fonds (Röling 2009). De plus, plusieurs recherches menées dans le cadre du projet « *Convergence of Science* » en Afrique de l'Ouest ont montré que la fenêtre d'opportunité des agriculteur·rice·s pour l'utilisation des technologies ainsi mises au point est étroite (Röling et al. 2004) et qu'un changement institutionnel est nécessaire (Hounkonnou et al. 2012).

L'évolution de la représentation de l'innovation a apporté la reconnaissance que l'innovation n'est pas nécessairement l'effet de l'application de résultats de recherches scientifiques, mais se définit plutôt comme un processus de changements techniques, institutionnels et sociaux à l'échelle de la ferme et au-delà, qui impactent la productivité, la durabilité et la réduction de la pauvreté (Röling 2009; Klerkx et al. 2012). La gestion stratégique de l'innovation reconnaît que les acteurs du développement agricole sont peu expérimentés ou formés à la conception collective d'innovations, et travaillent peu ensemble. Cette approche de l'accompagnement s'enrichit de théories de l'apprentissage et du management pour faire émerger et piloter des collectifs d'innovation/innovateurs.

Les plateformes multi-acteurs sont une forme courante de l'opérationnalisation du concept d'AIS et de la gestion stratégique de l'innovation (Klerkx et al. 2012; Dabire et al. 2017; Toillier et al. 2018). Généralement initiée par des chercheur·se·s avec la participation d'agriculteur·rice·s, de représentant·e·s d'ONG, de décideur·se·s politiques, et d'acteur·rice·s de l'amont et l'aval des filières, elles ont pour but de diagnostiquer des problèmes, identifier des opportunités et combiner des connaissances scientifiques et locales pour entreprendre des actions, et *in fine* pour amener des changements à différentes échelles. Ce faisant, les échanges de connaissances, l'apprentissage collectif et la co-création de connaissances jouent un rôle central dans la réduction du délai de temps entre l'obtention de résultats de la recherche et la traduction de ces derniers en effets concrets (Toillier et al. 2018; van Ewijk and Ros-Tonen 2021). Cependant, à la suite d'une revue de littérature systématique sur les plateformes multi-acteurs, van Ewijk and Ros-Tonen (2021) concluent que, malgré des effets positifs pour les agriculteur·rice·s (amélioration des rendements et revenus) et les institutions de gouvernance locales, ces plateformes ont du mal à traiter le changement d'échelle de ces initiatives souvent locales et à se pérenniser (lié aux financements par des bailleurs). De plus, en raison de la mise en invisibilité des initiatives infructueuses, il n'y a guère de preuves que ces plateformes soient

effectivement le mécanisme le plus approprié ou le plus efficace pour accompagner un développement rural durable.

Une autre proposition des agronomes pour inscrire les travaux de conception dans les systèmes alimentaires est le concept de conception couplée. En effet, Meynard et al. (2017) partent du constat que bien que les composantes des systèmes agricoles et alimentaires sont interconnectées, les processus de conception d'innovations pour l'amélioration de chacune d'elles sont gérés séparément. Ils proposent un cadre pour la conception d'innovations couplées prenant en considération des verrouillages socio-techniques des systèmes agricoles et alimentaires, insistant notamment sur la nécessité d'innovations de rupture (par opposition aux innovations incrémentales) et le développement de niches au sein du régime socio-technique dominant. L'exploration collective de solutions innovantes, et la coordination des acteurs jouent également un rôle déterminant pour que les innovations ne soient pas uniquement techniques mais également institutionnelles et organisationnelles. Salembier et al. (2020) questionnent la séparation historique entre conception d'intrants (tels que les équipements ou les variétés) par l'agro-industrie, et la conception de systèmes de culture par les agriculteur·rice·s. Ces auteur·rice·s étendent le concept d'innovation couplée à la conception de systèmes de culture et d'intrants par des agriculteur·rice·s-concepteur·rice·s, dans le cours de l'action et *in situ*. Pour soutenir ces agriculteur·rice·s-concepteur·rice·s, les acteur·rice·s de recherche-développement peuvent faciliter l'échange de connaissances en créant des espaces d'échanges, en centralisant et capitalisant les connaissances existantes et dispersées, et en utilisant des méthodes de production de connaissances appropriées, telles que la traque aux innovations (Salembier et al. 2016).

### ***La nécessité de penser à l'impact de la recherche***

En lien avec la montée des analyses systémiques en agriculture et les critiques du modèle linéaire de diffusion de l'innovation, a émergé la nécessité pour la recherche agricole de penser à ses impacts, et notamment la manière dont elle prévoit atteindre un impact auprès des agriculteur·rice·s et autres acteur·rice·s impliqués (Temple et al. 2018a; Blundo Canto et al. 2020). La recherche en agriculture dans une perspective AIS regarde l'innovation non comme une propriété émergeant de la science ou des marchés, mais émergeant des interactions entre acteurs dans des opportunités pour le développement (Röling 2009). Biggs (2007) considère que l'AIS est un « *modèle holistique de processus d'innovation* ». Cette perspective implique que les chercheur·se·s ne pensent pas au développement d'une technologie comme la condition suffisante pour atteindre un impact, et considèrent la fenêtre d'opportunités dans

laquelle cette technologie pourra s'inscrire pour les agriculteur·rice·s, voire définissent les changements institutionnels nécessaires pour élargir cette fenêtre d'opportunités (Röling et al. 2004; Röling 2009). De plus, dans un contexte de tensions autour du financement de la recherche pour le développement, les bailleurs et les décideurs politiques attendent des chercheur·se·s et de leurs institutions qu'ils deviennent redevables et démontrent un lien causal entre les investissements publics dans la recherche et les impacts de celle-ci en termes de développement tangible sur le terrain (Douthwaite et al. 2003; Röling 2009; Faure et al. 2020). Ce constat a amené plusieurs organisations de recherche à réfléchir et l'évaluer l'impact de leurs recherches (Temple et al. 2018a; Faure et al. 2020).

#### **1.2.4. Implications pour les activités conseil et l'accompagnement des agriculteur·rice·s**

Ces évolutions de la représentation de l'innovation en agriculture ont eu lieu dans un contexte où les gouvernements se sont progressivement retirés de l'offre de service de conseil, ce qui a entraîné l'arrivée de nouveaux acteurs fournisseurs de conseil, notamment privés. En parallèle, la prise en compte des défis du développement agricole a amené une diversification des activités de conseil au-delà de la production agricole (Faure et al. 2010), par exemple dans les domaines juridiques ou la mise en marché, et le développement de services à l'agriculture par les organisations de producteur·rice·s ou les acteurs privés. Dans ce contexte a émergé le concept de « système de conseil » prenant en considération tou·te·s les acteur·rice·s participant·e·s à l'offre de conseil (Birner et al. 2009; Faure et al. 2010). Les caractéristiques des services de conseil dépendent de leur contexte politique, environnemental, des acteur·rice·s impliqués, des systèmes agricoles concernés, de l'accès au marché et des caractéristiques de la communauté (Birner et al. 2009). Trois composantes principales interagissent dans un système de conseil : la structure de gouvernance (incluant les mécanismes de financement et les relations entre partenaires), la méthode de fourniture du conseil, et les capacités des fournisseurs de services de conseil (incluant l'approche de gestion de ces organisations et les caractéristiques des conseiller·e·s) (Birner et al. 2009; Faure et al. 2012). Les impacts des systèmes de conseil se définissent à différentes échelles allant de l'exploitation agricole aux chaînes de valeur, à l'environnement et à la société.

La reconnaissance que les systèmes de conseil sont le produit de contextes historiques, institutionnels et nationaux (Faure et al. 2010), ainsi que l'idée qu'il n'est plus envisageable de

recommander un seul type de système de conseil (comme une solution passe-partout) (Birner et al. 2009) ont amené une reconnaissance de la pluralité des approches et des acteurs du conseil agricole. De plus, de nombreux acteurs ont argumenté pour la nécessité que les systèmes de conseils répondent aux demandes et besoins des agriculteur·rice·s, particulièrement les plus pauvres notamment en Afrique (Anderson and Feder 2004; Faure et al. 2012). C'est ainsi qu'une approche de conception et évaluation des systèmes de conseil les plus adapté à un contexte donné (*best-fit*) a été proposée par Birner et al. (2009) pour analyser des systèmes de conseil diversifiés et aiguiller les décideurs politiques dans la l'identification d'options pour la réforme des systèmes de conseil. Mais Faure et al. (2012) notent que cette approche demeure un objectif, tandis que la promotion de nouvelles méthodes de conseil dans les pays en développement se base encore principalement sur la volonté de disséminer des approches standardisées de conseil agricole (transfert méthodologique) et ne sont pas basées sur le renforcement des capacités des acteurs nationaux ou locaux à concevoir les méthodes de conseil adaptées aux conditions locales.

Les systèmes de conseil agricole font partie des systèmes d'innovation agricole (AIS) (Thompson and Scoones 2009; Birner et al. 2009). Dans cette perspective, le principal objectif est la promotion des processus d'innovation impliquant une multitude d'acteurs (Faure et al. 2012). Les organismes fournisseurs de conseil « traditionnels », c'est-à-dire focalisé sur le transfert de technologies linéaire, sont peu équipés pour jouer un rôle de médiateur facilitateur entre différents acteurs composant l'AIS. Une part significative de la littérature sur les AIS se concentrent sur les réseaux multi-acteurs soutenant la création de connaissances et les processus d'innovation, tels que les plateformes d'innovation multi-acteurs (évoquées dans le point précédent).

En complément à la gestion stratégique de l'innovation, le concept de facilitation de l'innovation, c'est-à-dire la création des conditions adéquates pour innover au niveau des exploitations agricoles, des filières et des territoires a évolué de la vision du transfert de technologies (comme pour l'approche de *training and visit*) vers la reconnaissance et l'inclusion des connaissances et expériences des agriculteur·rice·s. Cela a été mis en avant à travers la promotion des approches de groupe et participatives. Les champs-écoles (encadré ci-dessous) sont une approche emblématique de ce changement de paradigme en matière de conseil agricole.

### **Les champs-écoles (CE) (Farmer Field Schools : FFS)**

Les champs-écoles sont apparus à partir de 1989 en Indonésie suite à des échanges entre chercheur·se·s de l'IRRI, des conseiller·e·s et des agriculteur·rice·s suite la gestion de la cicadelle brune dans le riz. Des observations de culture et l'analyse de l'agroécosystème du riz ont été mises en place sur des parcelles d'expérimentation pour montrer que l'épandage systématique et massif d'insecticide aggravait les problèmes de gestion de ce ravageur car l'ensemble des insectes, et notamment des auxiliaires bénéfiques, étaient ainsi détruits (Braun et al. 2006; Duveskog 2013). Cette approche a par la suite été formalisée par la FAO et reprise par de nombreux bailleurs, dont la Banque Mondiale, sur la protection intégrée des cultures (IPM : *Integrated Pest Management*).

Les champs-écoles sont donc une approche de conseil participative et basée sur l'apprentissage expérientiel (*learning by doing*). Sur toute la durée d'une saison de culture, un groupe d'agriculteur·rice·s de la même localité se réunit à intervalles réguliers (hebdomadaire ou bi-mensuel) dans un champ où sont implémentées plusieurs petites parcelles d'expérimentation. Le groupe réalise les opérations culturales, fait des observations de l'agro-écosystème et discute des conduites dans les différentes parcelles de test (figure 2). A la fin de la saison de culture, les récoltes sont pesées et une réunion de bilan est tenue pour discuter des rendements, des marges brutes mais également des autres facteurs de performance qui intéressent les agriculteur·rice·s (notamment les besoins en trésorerie, le besoin en main d'œuvre, les pics de travail, la pénibilité). Les différentes parcelles test sont comparées et les conclusions sont discutées (figure 2).

L'approche champs-école est à ce jour mise en œuvre dans plus de 180 pays dans le monde, et le continent africain a dépassé l'Asie du Sud-Est en termes de nombre de projets et de sommes investies (Waddington et al. 2014). Les CE sont mis en œuvre par des acteurs divers, notamment des bailleurs internationaux et des ONG. Dans certains pays d'Asie (tels que l'Indonésie) mais aussi d'Afrique (par exemple Uganda, Cameroun, Burkina Faso), l'approche CE a été institutionnalisée et intégrée dans les programmes nationaux de conseil (Muilerman et al. 2018; van den Berg et al. 2020a).



Figure 2: Visite d'échange d'un CE de culture pluviale (à gauche) et discussion en saison sèche (à droite). (T. Bakker)

Ces évolutions ont entraîné une évolution des fournisseurs de conseil agricole et des changements du métier de conseiller·e agricole (Birner et al. 2009; Sulaiman and Davis 2012),

notamment pour la fonction de facilitation entre acteurs, centrale dans les processus d'innovation (Klerkx et al. 2010). Enfin, pour certain·e·s auteur·rice·s, il est important d'accompagner et de renforcer les capacités des collectifs d'innovateur·rice·s et de fournir des services de support à l'innovation dépassant le conseil agricole seulement (Toillier et al. 2018).

### 1.3. Synthèse : continuum recherche-conseil des interventions d'accompagnement des innovations dans les systèmes agricoles

Ces deux évolutions, émergence de l'agroécologie et évolution de la représentation de l'innovation, mises en parallèle dans la figure 3 placent les paysan·ne·s au centre des dispositifs et interventions les concernant et font émerger des besoins spécifiques en matière de conseil agricole et de recherche-développement pour l'accompagnement des transitions agroécologiques.

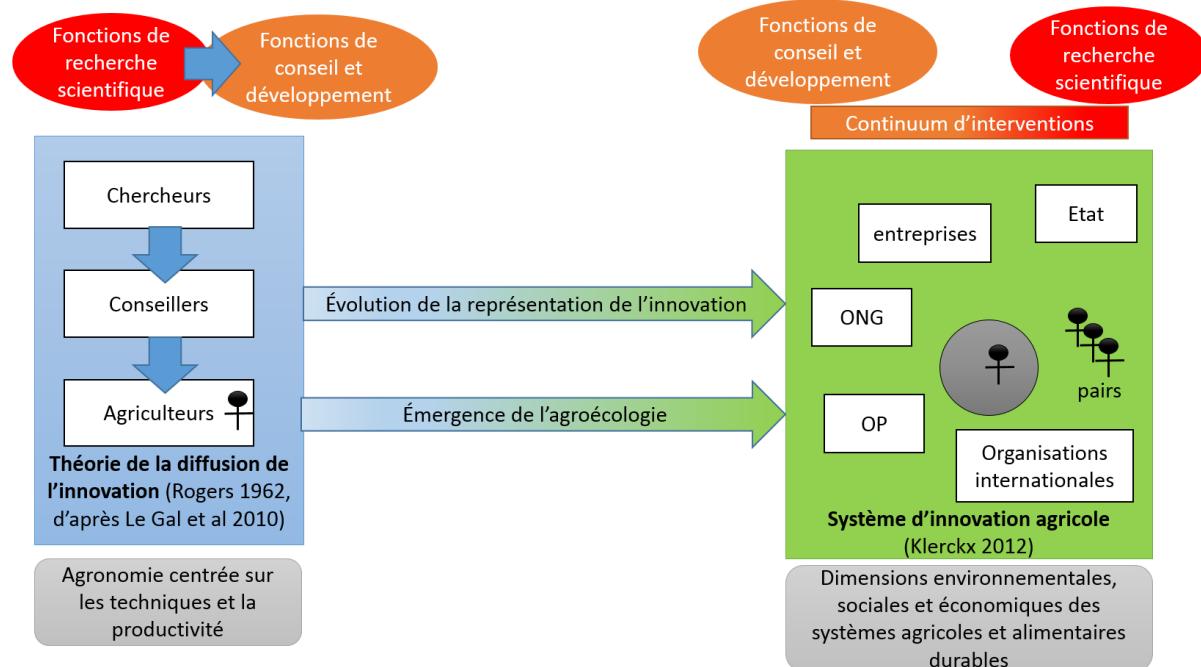


Figure 3: Schéma de synthèse des évolutions des représentations de l'innovation en agriculture et de l'émergence d'une vision systémique des systèmes agricoles.

Faure et al. (2012) notent l'importance de générer des interactions entre activités de conseil et activités de recherche, notamment pour faciliter le retour (*feedback*) des agriculteur·rice·s aux chercheur·se·s concernant les acquis et les évaluations des agriculteur·rice·s. De plus, dans une perspective d'AIS, les frontières entre conseil et recherche sont moins définies et dépendent surtout de l'intention principale de l'initiateur de la démarche, comme par exemple Le Gal et al. (2011) qui distinguent les démarches de co-conception orientées vers la recherche ou orientées vers l'accompagnement des agriculteur·rice·s. Selon

l'orientation principale de la démarche et ses objectifs, les compromis à trouver (*trade-offs*) ne sont pas les mêmes, entre par exemple la démonstration de la preuve à travers la réplication d'une modalité d'expérimentation, et la prise en compte des demandes des agriculteur·rice·s et leurs apprentissages (Ronner et al. 2019). De même, (Mackay and Horton 2003) établissent un continuum recherche-évaluation selon les objectifs des évaluations. Cependant, au-delà de la différence d'objectifs, il faut noter également que les échelles d'intervention peuvent varier.

Cependant, nous avons également rapporté les différences qui peuvent exister entre les positionnements et les concepts dans la littérature scientifique d'une part, et la mise en œuvre sur le terrain des activités d'autre part. Ainsi, le terme « participatif » peut perdre de son sens (Sumberg et al. 2003). Il existe plusieurs échelles pour définir les niveaux de participation des agriculteur·rice·s dans une intervention (Gouttenoire 2010), l'une des plus utilisées étant l'échelle de Biggs (1989) (Reed 2008) présentée dans le Tableau 3.

Tableau 3 Echelle de la participation de Biggs (1989) pour la recherche participative (relation entre agriculteur·rice·s et chercheur·se·s) adapté de Lilja and Bellon (2008).

Contractuel	Consultatif	Collaboratif	Collégial
Les chercheur·se·s passent un accord ou contrat avec les agriculteur·rice·s pour la fourniture de terres ou de services	Les chercheur·se·s consultent les agriculteur·rice·s sur leurs problèmes, posent un diagnostic et développent des solutions	Les chercheur·se·s et les agriculteur·rice·s collaborent comme partenaires de recherche et collaborent continuellement au cours des activités.	Les chercheur·se·s travaillent à renforcer les systèmes informels de recherche et développement des agriculteur·rice·s dans les régions rurales.

Ces variations dans les niveaux de participation peuvent concerner aussi bien les interventions orientées recherche ou orientées conseil et développement, et il sera important de les considérer lors de l'évaluation des interventions car elles influencent les effets observables. Par exemple, Lacombe et al. (2018) montrent que les initiatives de co-conception de systèmes de culture en agroécologie peuvent prendre différentes formes de participation des agriculteur·rice·s, et que dans une majorité de cas, les agriculteur·rice·s sont invités à participer aux phases finales de co-conception uniquement, en tant qu'utilisateur·rice·s finaux·les.

L'émergence parallèle des concepts d'agroécologie et d'AIS a remis en question les positionnements des agronomes (et notamment la relation avec les agriculteur·rice·s et les objets de nature), mais également leurs activités de raisonnement, conception et évaluation du champ cultivé et des choix des agriculteur·rice·s. Ainsi, le champ des acteurs impliqués dans ces activités est élargi et cela requiert une coordination entre acteurs ayant des objectifs

différents (Berthet et al. 2016). Le concept d'agroécologie amène également une analyse à différentes échelles dans l'espace et dans le temps (Stassart et al. 2012). L'agroécologie entraîne une reconception des systèmes de production (Prost et al. 2018; Lacombe et al. 2018) et la remise en question de la production de connaissances (Toffolini et al. 2019; Girard and Magda 2020).

### ***Conclusion intermédiaire***

L'agroécologie a émergé en réponse aux limites du modèle d'agriculture intensive dite « industrielle », et vise l'écologisation des pratiques ou des systèmes agricoles et alimentaires, tout en y intégrant une dimension sociale et une dimension scientifique. En parallèle, l'évolution de la représentation de l'innovation en agriculture a permis l'émergence d'interventions de conseil et de recherche plus connectées avec les attentes des acteurs de ces systèmes pour accompagner des changements voulus et/ou nécessaires, aux différentes échelles jusqu'au système d'innovation. Ce travail de thèse s'inscrit dans une définition large du concept d'agroécologie. Dans ce cadre, nous nous intéressons plus particulièrement aux effets d'une méthode d'accompagnement des agriculteur·rice·s, courante dans les pays du Sud, les champs-écoles (CE).

La partie II étudie plus spécifiquement l'évaluation d'interventions d'accompagnement des agriculteur·rice·s, dans une perspective de transition agroécologique.



## 2. Evaluer l'accompagnement des innovations par le conseil agricole

### 2.1. Principales approches d'évaluation des interventions

L'évaluation d'une intervention désigne « la collecte systématique d'informations sur les activités, les caractéristiques, et les produits d'un programme pour porter un jugement sur celui-ci, améliorer son efficacité et/ou aider à la décision pour une programmation future » (Patton, 1997, cité par Horton and Mackay (2003)). Une intervention se définit comme un ensemble d'actions structurées autour d'un objectif, d'une intention commune <sup>2</sup>(Blundo Canto et al. 2020).

On distingue trois types d'évaluations (Delarue 2007) :

- L'évaluation *ex ante*, qui vise à recueillir et traiter les informations nécessaires pour estimer les effets possibles d'une future intervention ;
- L'évaluation en cours d'intervention, qui se nourrit des données de suivi de mise en œuvre des activités, dans un but de réorientation éventuelle de celles-ci ;
- L'évaluation *ex post* qui intervient plus ou moins longtemps après la fin de l'intervention, et apporte des informations sur le déroulement effectif de celle-ci et sur ses impacts.

L'évaluation peut être interne ou externe. En interne et dans le langage des projets de développement, on couple souvent suivi et évaluation, l'évaluation a alors un but « formatif » (Mackay and Horton 2003) et vise à fournir des informations aux acteurs sur l'amélioration d'une intervention et ses résultats. Il s'agit alors principalement d'évaluation opérationnelle (*i.e.* si la mise en œuvre d'un projet s'est déroulée comme planifiée) destinée en priorité aux acteurs impliqués dans l'intervention, en vue d'améliorer la conduite des activités et l'atteinte des objectifs. C'est la forme d'évaluation qui prédomine (Mackay and Horton 2003), fort présente dans la littérature grise.

Les évaluations *ex ante* et *ex post* sont au contraire destinées à un public externe, de décideurs ou de bailleurs de fonds. Elles servent à justifier de l'efficacité (atteinte des objectifs), de l'efficience (atteinte des résultats au meilleur coût) et des impacts des interventions (Mackay and Horton 2003; Delarue 2007). Les activités de suivi et les indicateurs de mesure des

---

<sup>2</sup> L'intervention peut être formulée pour différents types d'actions, que ce soit un projet, un programme, la stratégie d'un réseau ou d'un dispositif en partenariat, une feuille de route, une grappe de projets, etc. La démarche d'évaluation est donc applicable à différents niveaux et objets.(Blundo Canto et al. 2020)

avancées au cours d'une intervention offrent également une base sur laquelle évaluer les effets de celle-ci (White 2009; Khandker et al. 2009).

L'évaluation *ex post* est souvent appelée évaluation d'impact, c'est-à-dire l'évaluation des effets à court, moyen ou long terme de la mise en œuvre d'une intervention (Khandker et al. 2009). Le terme « impact » peut ainsi être synonyme du mot « effet » pour désigner des conséquences d'une intervention. En effet, l'impact peut être défini comme « effets primaires et secondaires à long terme, positifs et négatifs, produits par une intervention de développement, directement ou indirectement, intentionnellement ou non » (OECD-DAC Glossary 2002 cité par Stern et al. (2012)). Cette définition met en avant la recherche de tout impact (même non intentionnel) qu'il soit positif ou négatif, démontrant un lien de causalité avec l'intervention, et centrée sur les effets à long terme d'interventions de développement (Delarue 2007; Stern et al. 2012).

Stern et al. (2012) définissent l'évaluation d'impact comme une évaluation ayant pour objectif de démontrer qu'une intervention a mené à des résultats de développement, qu'une intervention a causé des effets. Ils ajoutent que la redevabilité pour les dépenses et les résultats de développement sont centraux à l'évaluation d'impact, mais que l'accumulation de leçons pour le futur, en répondant aux questions « comment » et « pourquoi » sur l'efficacité d'une intervention, est tout aussi importante, notamment pour les décideurs politiques qui souhaitent répliquer, généraliser et changer d'échelle (*scale-up*) ces interventions. Cependant, certaines institutions ont des définitions moins larges contenant le terme « mesurer », ce qui tend à les rendre plus centrées sur les méthodes employées, et notamment l'utilisation de contrefactuels (White 2009; Stern et al. 2012).

**Pour la suite du texte nous employons le mot « effet » de manière globale, et le mot « impact » pour désigner spécifiquement les effets à long terme. Nous nous intéressons dans cette thèse à l'évaluation d'effets à court et moyen terme d'interventions de conseil agricole.** Une autre manière de classer les évaluations d'interventions est la classification selon les buts de l'évaluation, et ainsi, selon le type de preuve associé. Berriet-Solliec et al. (2014) distinguent les évaluations selon le but d'apprentissage, de mesure ou de compréhension, auxquelles les auteur·rice·s associent trois types de preuves : preuve de la présence/absence, mise en évidence d'une différence, et preuve d'un mécanisme. Selon les buts d'une évaluation et le type de preuve à apporter, les méthodes de collecte et d'analyse des données varient. Nous traitons ici des évaluations *ex-post* d'interventions. Nous faisons un inventaire des approches courantes d'évaluation, avant d'expliquer le positionnement de cette thèse.

### Approches quantitatives

Parmi les approches d'évaluation des interventions, les approches quantitatives (basées sur enquêtes auprès de larges échantillons ou des simulations) ayant pour but de mesurer des effets sont les plus courantes (White 2009; Stern et al. 2012). Les approches quantitatives incluent des méthodes expérimentales (RCT : *randomized controlled trial*), quasi-expérimentales et non-expérimentales, et des modélisations (Delarue 2007; Khandker et al. 2009). Un enjeu principal pour ces évaluations quantitatives (mais également, dans une certaine mesure, pour des évaluations qualitatives) est la définition d'un **contrefactuel**, c'est-à-dire, la situation dans laquelle un sujet participant se serait trouvée s'il n'avait pas participé à l'intervention (Khandker et al. 2009). Notons qu'elles sont appelées quantitatives en raison de l'utilisation de méthodes statistiques et la mobilisation d'échantillons larges, mais que cela n'a rien à voir avec la nature des données collectées (qui peuvent être chiffrées ou non). Les méthodes quantitatives supposent de réaliser des mesures sur des échantillons très larges, pour réduire statistiquement le biais de sélection et garantir la représentativité de la valeur mesurée. Cela peut générer des coûts importants, notamment pour l'obtention de données étalées dans le temps sur un même échantillon d'individus dans le cas des RCT (Delarue 2007).

Une problématique essentielle des approches contrefactuelles d'évaluation est la notion d'attribution de l'effet ou de l'impact au projet évalué. Comme les définitions de l'impact l'ont souligné, il faut pouvoir déterminer si les effets observés peuvent effectivement être attribués au programme, autrement dit, prouver un lien de cause à effet entre le programme et les impacts mesurés (Delarue 2007). Les différentes méthodes d'évaluations quantitatives contrefactuelles permettent de répondre précisément à cette question. Cependant, comme toute méthode d'évaluation, elles ont également des limites propres, notamment méthodologiques. Par ailleurs, ces méthodes quantitatives peuvent sembler centrées principalement sur les questions de méthodes (*method-oriented*) (White 2009) dans un but de justification et de redevabilité envers les bailleurs. L'intervention à évaluer est une « boîte noire » et l'évaluation ne permet que de rapporter un impact statistiquement significatif, sans chercher à comprendre « pourquoi » le programme évalué a permis d'atteindre un/des objectif(s) et de produire un/des impact(s) (Ekboir 2003; Horton and Mackay 2003; White 2009). Les hypothèses formulées et leur adéquation avec la réalité complexe, ainsi que les hypothèses des outils mathématiques employés sont remises en cause, et les manquements de clarification des évaluateurs pour le choix des indicateurs et l'identification des variables, voire l'absence de prise en compte d'effets inattendus est apparent (Ekboir 2003; Delarue 2007).

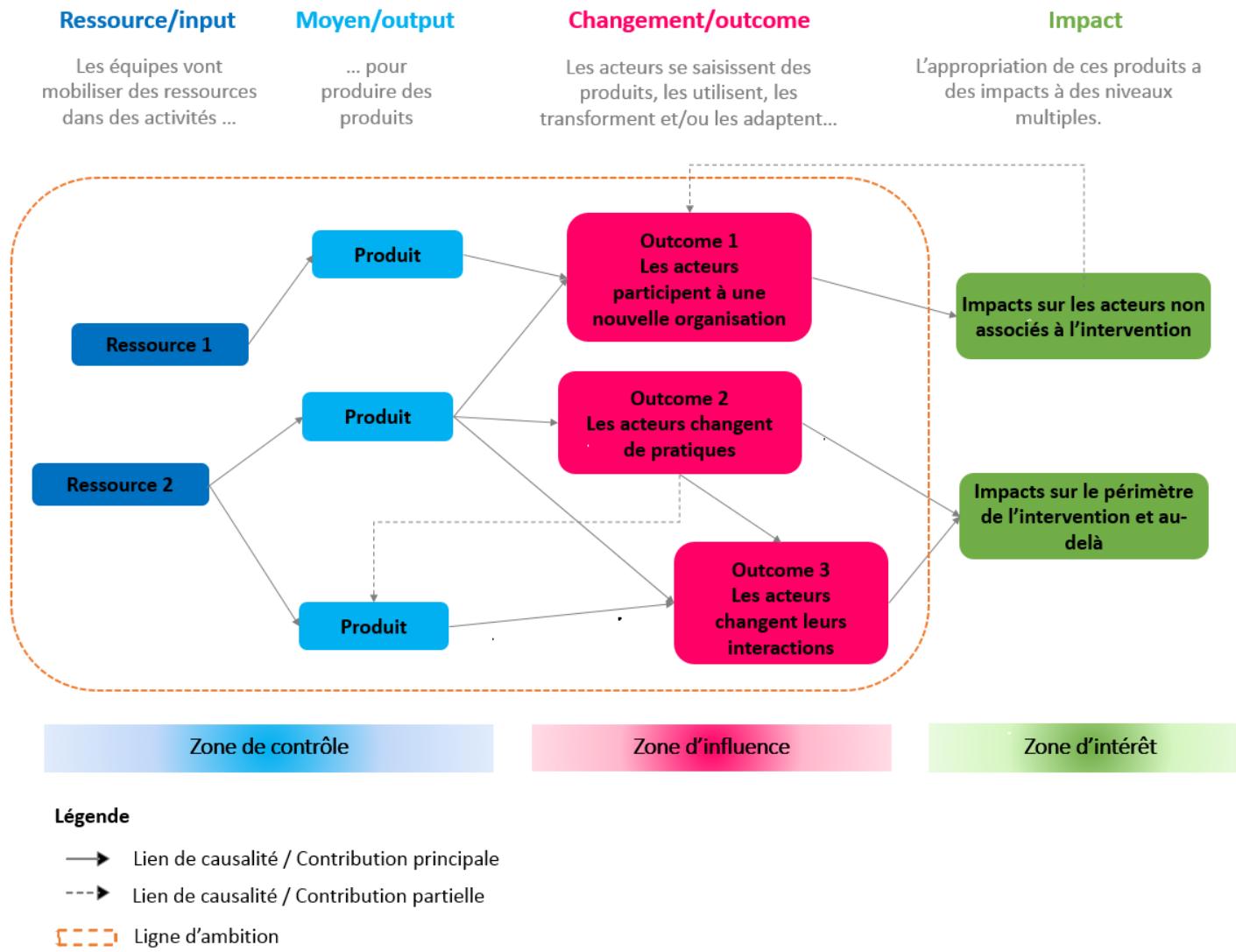


Figure 4 Schéma d'un chemin d'impact générique pour des projets de recherche pour le développement (Blundo Canto et al. 2020)

### ***Evaluations basées sur la théorie***

Les évaluations basées sur la théorie (*theory-based impact evaluation* ou TBIE) reposent sur l'analyse de l'ensemble des hypothèses formulées *ex-ante* sur la façon dont une intervention va engendrer un impact (Weiss 1995). C'est ce qu'on appelle la « **théorie du changement** » ou théorie des programmes (Douthwaite et al. 2003; Delarue 2007). La théorie du changement est souvent représentée sous la forme d'une chaîne causale d'effets primaires et secondaires jusqu'à l'impact à long terme.

Dans cette approche, la conception de l'évaluation intègre une analyse de la chaîne causale des inputs aux impacts, et des hypothèses sous-jacentes (White 2009). Les approches quantitatives gagnent ainsi en finesse, bien que cette évolution dans les approches d'évaluation s'est également accompagnée d'une reconnaissance de la pertinence de la combinaison de méthodes quantitatives et qualitatives (Horton and Mackay 2003; Mackay and Horton 2003; Delarue 2007). Les TBIE regroupent des méthodes mixtes dont le but n'est pas en soi de mesurer l'effet moyen d'une intervention, mais de comprendre le processus qui a généré des impacts, souvent pour une diversité d'acteurs (Stern et al. 2012). Cette approche repose sur l'explicitation de la chaîne causale (théorie du changement), la compréhension du contexte, l'inclusion de l'hétérogénéité, l'évaluation avec un contrefactuel rigoureux (White 2009).

La méthode « *impact pathway* » ou « chemin d'impact » est l'application littérale de la théorie du changement lors de l'évaluation, en suivant une chaîne causale centrée sur le projet de manière classique (externe : Douthwaite et al. (2003, 2007)) ou participative (Alvarez et al. 2010). Le chemin d'impact « *représente la description de la logique d'une intervention, mettant en évidence des relations de causalité entre les ressources existantes (inputs) mobilisées par l'intervention, les produits (outputs) de cette intervention, les changements chez les acteurs liés à l'appropriation de ces produits (changements souhaitables / outcomes) et les impacts auxquels contribuent ces changements. Il explicite une théorie de pourquoi et comment l'intervention va contribuer aux changements et impacts, pour qui et dans quel contexte (théorie du changement)* » (Blundo Canto et al. 2020). La figure 4 représente un chemin d'impact générique pour un projet de recherche pour le développement (issue de Blundo Canto et al. (2020)).

Les approches dites « qualitatives » ont aussi un objectif de « compréhension d'un processus » de génération des impacts et la mise en évidence des mécanismes générateurs d'impact (Berriet-Solliec et al. 2014). Les évaluations basées sur la théorie qui mobilisent des approches qualitatives mobilisent généralement des entretiens, des observations directes et des

études de cas avec un échantillonnage raisonné (Delarue 2007). Ces entretiens sont plus à même de démêler des processus dans une situation complexe et de prendre en compte la diversité avec une vision systémique de la réalité (White 2009). Les méthodes qualitatives peuvent également inclure des méthodes d'évaluation participative (Mancini 2006; Mancini and Jiggins 2008). Par ailleurs, l'utilisation de méthodes quantitatives dans une approche qualitative est possible et permet notamment de tester la représentativité des déductions d'approches qualitatives et de réaliser des comparaisons standardisées (Duveskog 2013).

Au-delà de la question de **l'attribution de l'impact** (centrale pour les approches contrefactuelles et les TBIE), les TBIE, et notamment le chemin d'impact, se développent la notion de **contribution à l'impact**, reconnaissant que les agriculteur·rice·s font partie d'un système d'innovation et d'un paysage socio-technique plus large. En effet, avec l'émergence des AIS reconnus comme systèmes complexes et adaptatifs, il semble irraisonnable d'attendre que les interventions créent linéairement des impacts entièrement prévisibles (Douthwaite et al. 2003; Douthwaite and Hoffecker 2017). Ainsi (Stern et al. 2012) concluent que la majorité des interventions sont des « causes contributives » au développement, et qu'elles atteignent des impacts dans une combinaison causale incluant d'autres facteurs tels que le comportement des acteurs, des autres programmes et des politiques en lien avec l'intervention, des capacités institutionnelles, des facteurs culturels ou des tendances socio-économiques.

Les notions d'attribution et de contribution à l'impact sont complémentaires et ne s'opposent pas : là où les approches quantitatives s'attachent à mesurer un effet et chercher à démontrer que l'intervention a « bien fonctionné » et a « obtenu des résultats », l'enjeu des évaluations qualitatives ou mixtes est de démêler cette combinaison causale et de répondre à la question « comment l'intervention a-t-elle fait une différence ? ». La discussion dans la littérature sur l'évaluation met surtout en avant l'importance de l'identification d'une panoplie de méthodes d'évaluations avec un usage adapté à la situation (Rogers 2009; Stern et al. 2012). Ainsi, ce positionnement dans les approches basées sur la théorie et la complémentarité des méthodes renforce la compréhension des processus de changement par rapport aux évaluations quantitatives seules (Rao et al. 2017), et permet la réalisation d'évaluations systémiques (Delarue 2007). Cependant, White (2009) et Stern et al. (2012) notent que malgré un engagement de principe en faveur des TBIE, les évaluations avec cette approche restent rares.

## 2.2. Evaluer par rapport à un objectif : la transition agroécologique

L'expression « transition agroécologique » (TAE) est utilisée par de nombreux acteurs et institutions, notamment dans le discours public, mais recouvre des acceptations variées (Ollivier 2015; Doré and Bellon 2019). La définition polysémique de l'agroécologie (Wezel et al. 2009) et le fait que l'AE repose sur des principes à adapter localement et non prévisibles (de Tourdonnet and Brives 2018) complique la définition d'étapes universelles ou d'objectifs intermédiaires de cette transition. Tittonell (2020) définit la TAE comme “la nécessaire reconfiguration socio-écologique des agroécosystèmes pour produire selon des principes agroécologiques”.

Ollivier et al. (2018) recensent 3 cadres théoriques de la transition vers l'agriculture durable : la résilience des systèmes socio-écologiques, l'analyse institutionnelle socio-écologique, et le cadre de la transition socio-technique. Ces cadres ont des ontologies différentes, et couvrent également des dimensions principales différentes, mais tous mettent l'accent sur la nécessité de considérer les interactions entre les innovations techniques, le système socioéconomique et les écosystèmes, à différentes échelles. Cependant, les auteur·rice·s notent que la transition agroécologique est rarement abordée dans ces cadres, notamment parce que la TAE est principalement conceptualisée à l'échelle de l'EA à l'aide du cadre Efficiency-Substitution-Reconception (ESR, Hill and MacRae (1996)).

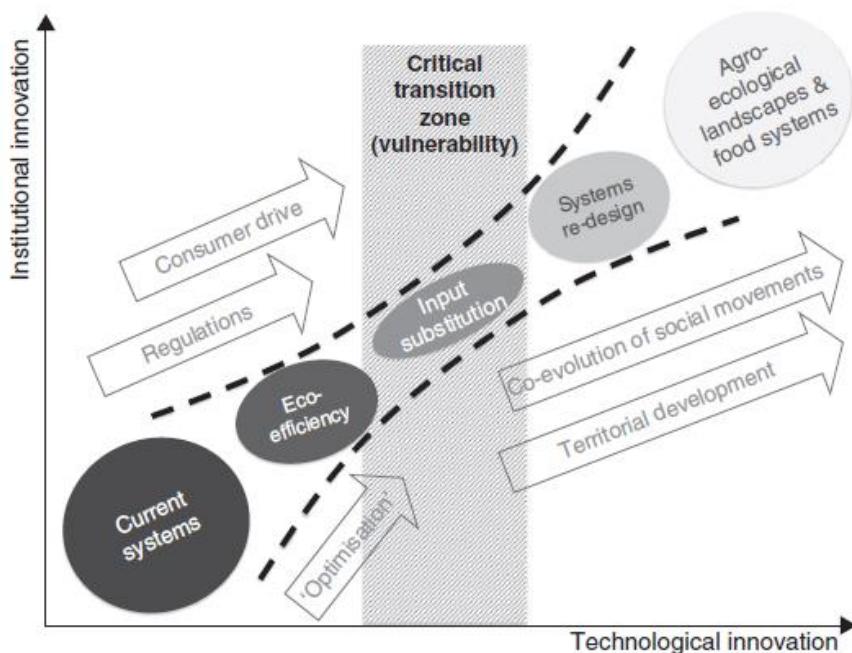


Figure 5 Schéma de trajectoire de transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables issu de Tittonell (2014) et représentant le cadre Efficiency-Substitution-Redesign (ESR) de Hill and MacRae (1996)

Le cadre ESR a été établi pour décrire une transition vers une agriculture durable en définissant 3 étapes (figure 5) à partir de l'agriculture conventionnelle:

- Augmentation de l'efficacité et optimisation de l'utilisation de ressources (eau, intrants...) (*efficiency*),
- Substitution, ou remplacement d'intrants conventionnels par des techniques mécaniques ou des intrants biologiques ou organiques ;
- Reconception, ou transformation de la structure et des fonctions de à partir de principes écologiques (*redesign*).

Wezel et al. (2014) ont ainsi classifié les pratiques agroécologiques des zones tempérées à l'aide du cadre analytique ESR. Ce cadre permet de mettre en évidence que la prévalence de pratiques de substitution d'intrants, au lieu de la reconception d'un système, limite drastiquement les solutions potentielles aux problèmes socio-économique et écologiques rencontrés dans le modèle d'agriculture intensive, car la substitution d'intrants ne questionne pas la dépendance aux intrants externes ou le manque de biodiversité fonctionnelle dans un système, par exemple (Hill and MacRae 1996; Lamine and Bellon 2009). Un autre exemple de mobilisation du cadre ESR est son utilisation pour caractériser les séquences dans une trajectoire d'exploitations en transition (Chantre 2011; Lamine 2011). Ces deux derniers exemples présentent l'avantage d'évaluer les changements de pratique sur le temps long, ce qui, en plus de l'incertitude quant à la destination de la trajectoire, est une caractéristique importante distinguant la transition agroécologique des agriculteur·rice·s de l'adoption d'un paquet technique standard pour une situation donnée.

Parmi les cadres de la transition socio-technique (Ollivier 2015), le cadre de la perspective multi-niveaux (MLP, *multi-level perspective*, (Geels 2002; Geels and Schot 2007)) étend l'analyse à des transitions de plus grande ampleur, en définissant trois niveaux d'organisation : niche, régime et paysage socio-technique. Il est utilisé par certains auteur·rice·s pour représenter l'agroécologie en tant que niche au sein d'un régime socio-technique dominant (Vanloqueren and Baret 2009; Ingram 2015, 2018). C'est ainsi un cadre pertinent pour les agronomes car il prend en compte les dimensions sociales d'une transition tout en considérant le rôle des technologies, bien que la dimension écologique y soit moins présente (Ollivier 2015). Ce cadre permet également de prendre en compte des effets de verrouillage et de dépendance de sentier dans les transitions des agriculteur·rice·s (Vanloqueren and Baret 2009; Belmin et al. 2018).

Enfin, l'idée de transition agroécologique reflète la complexité et la durée (plus ou moins longue) du processus. L'AE entraîne un nouveau rapport aux savoirs et à l'innovation

(Meynard 2017), et ne peut se faire sans un processus d'apprentissage et d'adaptation progressive des systèmes à différentes échelles (Warner 2007; Catalogna 2018; Girard and Magda 2020), notamment parce que les pratiques agroécologiques reposent sur la mobilisation d'organismes vivants et l'observation fine des agrosystèmes par les praticien·ne·s, agriculteur·rice·s comme conseiller·e·s (Brives et al. 2015; de Tourdonnet and Brives 2018). La finalité de la transition n'est pas clairement définie (contrairement par exemple à la conversion à l'agriculture biologique encadrée par un cahier des charges), ce qui demande des compétence d'adaptabilité (Darnhofer et al. 2010) et de gestion de l'incertitude de la part des agriculteur·rice·s (Duru et al. 2015b; Toffolini 2016; Girard and Magda 2020). La TAE apparaît donc comme un processus d'innovation complexe, où les changements techniques sont étroitement liés aux évolutions des systèmes agricoles et alimentaires (de Tourdonnet and Brives 2018) et de leur environnement (climat, marchés, réglementation...). La TAE n'est donc pas sans poser de défis pour les agronomes et leurs activités d'évaluation des performances des systèmes agricoles (Zahm et al. 2018, 2019) de conception (Duru et al. 2015a; Andrieu et al. 2018) et les méthodes d'accompagnement (Triomphe et al. 2016; de Tourdonnet and Brives 2018).

La TAE soulève également des difficultés pour l'évaluations des interventions de conseil. Ces difficultés peuvent concerner la définition des objectifs de l'intervention, notamment la difficulté d'évaluer par rapport à des principes de gestion des cultures plutôt que des techniques bien identifiées. De plus, les méthodes quantitatives contrefactuelles sont souvent peu adaptées à l'évaluation d'approches collaboratives ou collégiales, en raison de questionnaires prédéfinis et des besoins en grands échantillons. Par exemple, une évaluation réalisée auprès de centaines d'agriculteur·rice·s ne permet pas d'aborder avec chacun·e les raisons du changement, les liens causals entre le conseil et ses effets sur les compétences ou les capacités des agriculteur·rice·s (Bartlett 2008). L'appréhensions des processus à l'œuvre pour la dimension « mouvement social » de l'AE, ainsi que l'évaluation des apprentissages demandent une connaissance fine des situations et une interdisciplinarité avec les sciences sociales. Une difficulté supplémentaire est le positionnement de l'évaluation dans le temps par rapport à l'intervention, d'une part parce que la TAE comme les processus écologiques à l'œuvre s'appréhendent sur le temps long (Duru et al. 2015b), mais également parce qu'il n'est plus attendu des agriculteur·rice·s qu'ils/elles adoptent un paquet technique directement et dans son entièreté, dont la mise en œuvre pourrait être évaluée à un instant t. Ainsi le « point d'arrivée » d'une démarche de TAE n'est pas connu d'avance sera variable au cas par cas, en

fonction des adaptations réalisées en cours de route. De même les différentes échelles spatiales que les processus de transition peuvent impacter (notamment l'échelle d'un territoire) demandent une considération particulière dans la conception de l'évaluation. Pour finir, de même que pour les activités de recherche et de conseil, il est important que les évaluations de ces interventions parviennent à placer les agriculteur·rice·s et leurs intérêts au premier plan.

**Ce travail de thèse s'inscrit dans une définition large du concept d'agroécologie** (Francis et al. 2003; Wezel et al. 2009) **pour l'évaluation d'une intervention de développement agricole, les champs-écoles.** Nous avons rappelé les principales approches de l'évaluation ex-post d'interventions dans la partie 1.a, et nous allons maintenant définir et de positionner notre démarche plus en détail dans la partie 1.c.

### **2.3. Positionnement de l'évaluation : pourquoi observer les changements de pratiques des agriculteur·rice·s pour évaluer les effets d'une intervention de conseil ?**

Les approches présentées précédemment, basées sur la théorie du changement et la compréhension des processus, constituent la toile de fond des enjeux et approches évaluative que nous appliquons en prenant un point de vue d'agronome système : **comment évaluer l'effet, pour les paysan·ne·s, de leur participation à une intervention de conseil ?** Comme mentionné précédemment, nous nous plaçons dans une situation d'évaluation *ex-post* de la contribution d'une intervention de développement.

Pour rester dans une perspective où l'innovation n'est pas uniquement technique, mais se définit comme un processus socio-technique et/ou organisationnel, relatif à un contexte, nous mobilisons une évaluation basée sur la théorie car les approches contrefactuelles ne répondent pas à notre problématique. Nous positionnons cette évaluation du point de vue des agriculteur·rice·s, c'est-à-dire que ce sont les agriculteur·rice·s qui définissent ce qui a constitué, pour eux, un changement ou un effet suite à l'intervention. Ainsi, une première idée pour réaliser une telle évaluation est de centrer la chaîne causale non pas sur l'intervention, mais sur les agriculteur·rice·s : les connaissances et compétences acquises durant le projet (dans notre cas durant la participation à un CE) deviennent les *inputs* et constituent le démarrage de la chaîne causale, tandis que la mise en application de ces connaissances et compétences constitue un premier niveau d'effets (*outputs*) de l'intervention. Van den Berg et al. (2020b) ont établi un **cadre analytique des CE à partir d'une chaîne causale centrée sur les**

agriculteur·rice·s, pour les domaines humain, social, financier et naturel, présentée en figure 6. Nous développons cette idée dans le chapitre 2 pour étudier l'état des connaissances sur les évaluations disponibles des CE.

Cependant, une telle approche nécessite une équipe multidisciplinaire et dépasse le cadre d'une thèse. C'est pourquoi **nous nous concentrons sur les effets à court terme (inputs et outputs) engendré par l'intervention (le CE) au regard de la discipline agronomique.**

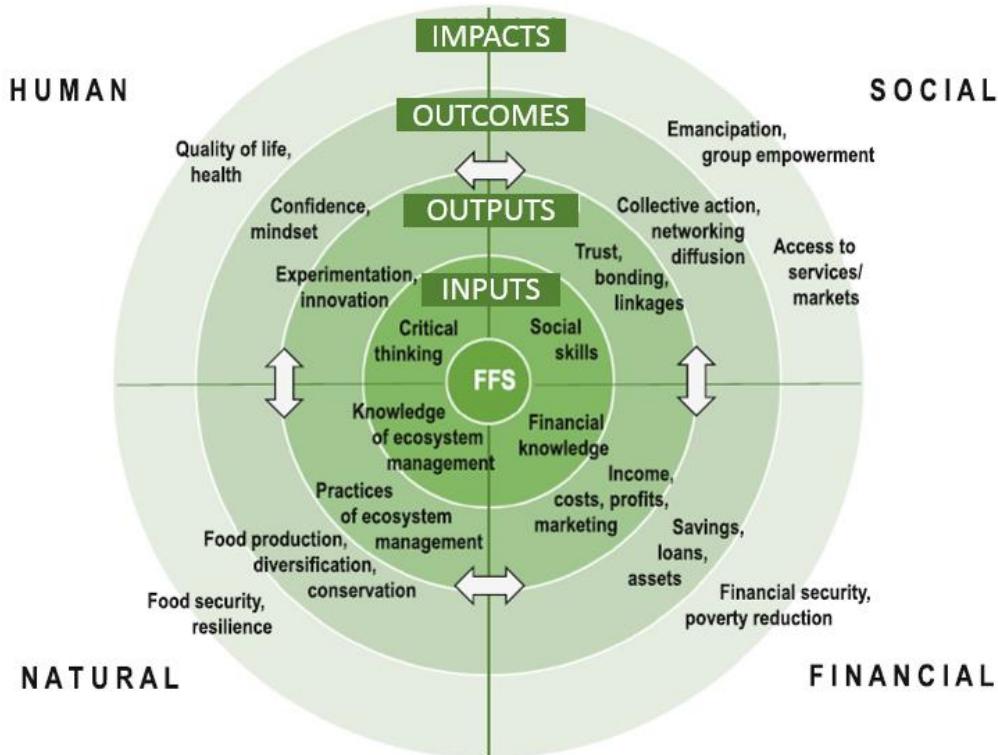


Figure 6 Chaine causale des effets des champs-écoles centrée sur l'agriculteur·rice pour les domaines naturel, financier, humain et social (van den Berg et al. 2020b).

La chaîne causale des effets des CE centrée sur les agriculteur·rice·s participant·e·s devient alors, pour les agronomes (figure 7) : l'acquisition par l'agriculteur·rice de nouvelles compétences et connaissances de gestion de l'agroécosystème et de l'EA pendant les CE (*inputs*), lui permettant de changer ses pratiques (*outputs*), ce qui amène à des effets sur les rendements, la diversification ou une meilleure conservation des productions par exemple (*outcomes*) et, *in fine*, des impacts sur la sécurité alimentaire et la résilience des EA.

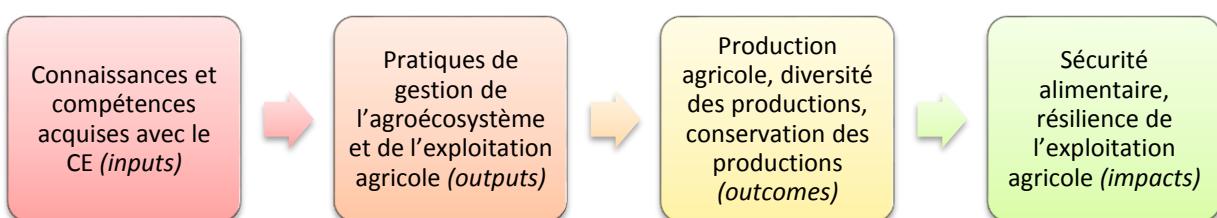


Figure 7 Chaine causale en agronomie systémique des effets des champs-écoles centrée sur l'agriculteur·rice.

Il serait également possible d'évaluer l'efficacité de l'intervention (par exemple en termes de mobilisation des agriculteur·rice·s plus pauvres, ou de ciblage des participant·e·s) ou la pertinence du choix d'une intervention plutôt qu'une autre, mais dans une perspective d'AIS et de transition agroécologique des agriculteur·rice·s, il faut se départir de la position des agriculteur·rice·s en tant que récepteur·rice·s passif·ve·s en bout de chaîne. Nous cherchons donc à évaluer l'intervention en fonction de sa pertinence par rapport aux contextes des paysan·ne·s participant·e·s et du point de vue des paysan·ne·s. **Nous choisissons aussi de ne pas définir *a priori* ce qui constitue la transition agroécologique à l'échelle des exploitations, et pour cela notre démarche se base sur l'observation des pratiques et le point de vue de l'agriculteur·rice sur son système de production.**

Pour commencer, nous définissons le terme « pratique » à partir de Salembier (2019) (citant Tessier 1979, Landais et al. 1987) comme une « *manière concrète d'agir des agriculteur·rice·s* », en opposition à une « technique » qui est un « *modèle conceptuel (...) décrite in abstracto sans référence à une situation concrète, ce qui la rend transmissible.* ». Les pratiques sont étudiées par rapport à leurs effets sur le milieu cultivé et les performances, à leurs déterminants, ou, dans une approche systémique, à la combinaison des deux (Salembier 2019). Dans ce travail, nous nous concentrons sur l'observation des **changements de pratiques culturelles**, opérés à l'échelle d'une parcelle ou d'un système de culture, et qui constituent un premier niveau d'évaluation des effets (*outputs*) d'une intervention. C'est le niveau de changement le plus concret pour l'agriculteur·rice, le plus facilement réparable par l'agronome, souvent ciblé dans un paradigme de « modernisation » de l'agriculture : il faut changer les techniques et les méthodes utilisées pour produire (Barbier and Goulet 2013) et « *adopter de bonnes pratiques* ». Les changements de pratiques sont également nécessaires pour l'agriculteur·rice pour s'adapter, faire face à une contrainte ou saisir une opportunité. L'observation des changements de pratiques ne concerne pas uniquement le champ cultivé ou le SDC, car les logiques d'action des agriculteur·rice·s s'inscrivent dans un système de production et plus concrètement pour eux par rapport à leur exploitation agricole (Aubry and Michel-Dounias 2006) Les changements de pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole et de sa gestion peuvent concerner la complémentarité des ateliers/activités de production, ou l'organisation du travail. Ce sont les objectifs, ressources et contraintes internes ou externes à l'EA qui guident la prise de décision.

De plus, par leur définition même et leurs principes de mise en œuvre, les champs-écoles ambitionnent également des effets sur l'apprentissage, le renforcement de compétences et

l'autonomisation (*empowerment*) individuel et collectif, ou l'apprentissage organisationnel (Braun et al. 2006; Van den Berg and Jiggins 2007; Friis-Hansen and Duveskog 2012). Ces apprentissages, qui s'opèrent pour les participant·e·s ou à des échelles supérieures à l'EA, et peuvent aussi impacter la gestion d'un territoire ou le paysage, jouent un rôle central pour la transition agroécologique des agriculteur·rice·s et des territoires (Cialdella et al. 2009; Navarrete et al. 2018). Les processus d'apprentissage à l'œuvre dans les FFS ont été étudié en profondeur dans la thèse de D. Duveskog (2013), qu'ils soient individuels ou collectifs. Ces travaux sont complémentaires aux travaux récents en agronomie sur les apprentissages des agriculteur·rice·s (Chantre 2011; Toffolini 2016; Cristofari et al. 2018).

Néanmoins, la compréhension des processus à l'œuvre pour les changements de pratiques suite à la participation aux CE n'est pas aussi aboutie. En effet, la majorité des études sur les effets directs des FFS (*outputs*) se concentre sur l'adoption de nouvelles pratiques, l'acquisition de connaissances, ou utilisent des variables de performances économiques ou agronomiques comme indicateurs secondaires (*proxy*) pour inférer que des changements de pratiques (techniques ou gestion) ont eu lieu (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020b). La manière dont ces changements de pratiques se produisent demeure donc une « boîte noire ». En outre, bien que l'apprentissage expérientiel et l'expérimentation paysanne soient au cœur des principes des FFS, peu d'études ont, à notre connaissance, cherché à **explorer les dynamiques d'expérimentation et d'adaptation de pratiques par les agriculteur·rice·s dans leurs propres parcelles suite à la participation au FFS**. Enfin, la majorité des études sur les effets et impact des FFS se font à un instant donné (par exemple taux d'adoption ou test de connaissances) et peu d'études sur un temps long.

**C'est pourquoi notre étude se concentre sur l'évaluation des effets des CE à l'échelle SDC sur le temps long (chapitre 3) et à l'échelle EA (chapitre 4). Elle se concentre en particulier sur la compréhension des mécanismes de changement de pratiques, et se positionne ainsi comme une évaluation compréhensive des effets de CE.**

Plusieurs auteur·rice·s ont mis au point des méthodes d'étude des changements de pratiques, mais rarement dans une visée d'évaluation des effets d'une intervention. Il s'agit principalement de travaux scientifiques sur les transitions des agriculteur·rice·s, pour mieux comprendre l'adaptation des EA (avec notamment les notions de résilience et de flexibilité des EA). Ainsi, l'analyse des trajectoires d'EA et leurs choix stratégiques pour la conduite d'élevage (Moulin et al. 2008) ou l'intégration agriculture-élevage (Ryschawy et al. 2013) ont permis d'améliorer la compréhension des évolutions historiques à l'échelle des EA ou des

territoires (Cialdella et al. 2009). Lamine (2011) étudie les trajectoires de changement de pratiques d'agriculteur·rice·s en mobilisant le cadre ESR dans des cas de conversion à l'agriculture biologique ou réduction de l'utilisation de pesticides grâce à la gestion intégrée des ravageurs. La description des séquences d'optimisation de l'utilisation d'intrants, de substitution d'intrants, ou de reconception des systèmes de cultures lui permettent ainsi d'identifier les conditions de mise en œuvre d'une écologisation des pratiques. De même, la thèse d'E. Chantre (2011) établit des trajectoires d'agriculteur·rice·s pour la réduction de l'utilisation d'intrants en établissant des « phases de cohérence agronomique » successives des systèmes de culture étudiés.

Ces démarches ne cherchent pas à comprendre « pourquoi » les agriculteur·rice·s changent, mais surtout « comment » ils changent, et incorporent une dimension temporelle dans leurs études. Ces travaux m'ont servi de base à l'établissement d'une méthodologie d'évaluation compréhensive des changements de pratiques des agriculteur·rice·s suite à leur participation à un CE que nous présentons la dernière partie de cette partie introductive.

### ***Conclusion intermédiaire***

La transition agroécologique, et les processus d'innovation complexes qu'elle requiert, remettent en cause les activités des agronomes et les évaluations d'interventions de développement. Par ailleurs, nous avons présenté l'émergence de nouvelles approches de l'évaluation de programmes et projets d'appui au développement agricole.

L'objectif de la thèse est d'améliorer la compréhension sur la manière dont les CE, une intervention de conseil participative, amènent des effets en termes de changement de pratiques, et peuvent contribuer à l'impact de transition agroécologique. Pour cela, nous mobilisons une évaluation basée sur la théorie présentée dans la partie 3.

### 3. Problématique et démarche d'étude et d'évaluation des changements de pratiques suite à la participation à un CE

#### 3.1. Intérêt d'une démarche d'évaluation des effets des CE

Les CE, en tant qu'approche de conseil participative et basée sur l'apprentissage expérientiel des agriculteur·rice·s (observations de l'agroécosystème et tests de nouvelles pratiques culturelles) sont une intervention emblématique du changement de paradigme du conseil agricole. En effet, le choix du curriculum des CE se doit d'être basé sur les priorités identifiées par les agriculteur·rice·s, et le but des CE n'est pas uniquement de diffuser de nouvelles techniques (par exemple l'IPM), mais également de renforcer les compétences de résolution de problèmes des agriculteur·rice·s pour leur « donner les moyens de résoudre les problèmes par eux-mêmes » (Kenmore 1996 dans Waddington et al. (2014). Les CE mettent l'accent sur l'apprentissage en groupe et par la découverte (*discovery based learning*) (Pontius et al. 2002).

Le format standard des CE se compose d'un programme ou curriculum d'une saison de culture basé sur la culture d'une parcelle, supervisé par un·e facilitateur·rice, avec des rencontres hebdomadaires (Pontius et al. 2002). Chaque groupe CE se compose de 20 à 30 participant·e·s. La facilitation est assurée par un·e conseiller·e, technicien·ne, ou facilitateur·rice paysan·ne (participant·e d'un ancien CE, sélectionné et formé à la facilitation de CE) (Braun and Duveskog 2011). Les CE reposent généralement sur l'expérimentation d'une nouvelle technique, tel que l'IPM, à travers sa démonstration dans une parcelle dédiée (« parcelle IPM ») et sa comparaison avec les pratiques habituelles des agriculteur·rice·s (« parcelle paysanne ») pour que les agriculteur·rice·s observent les bénéfices de la nouvelle technique (Pontius et al. 2002). Les guides méthodologiques des CE de la FAO incluent généralement des activités d'analyse de l'agroécosystème (incluant la présentation de manière imagée les facteurs qui influencent les cultures), des sujets spéciaux comprenant des problèmes spécifiques locaux et des activités visant à améliorer la dynamique de groupe (des chants, par exemple) (Duveskog 2013). Les visites d'échange entre CE, et les journées « portes ouvertes » où les participant·e·s présentent leurs parcelles et conclusions, sont des moments importants pour la diffusion à une communauté plus large. Enfin, ces efforts de diffusion peuvent également inclure l'encouragement de la communication de paysan·ne à paysan·ne (par exemple les participant·e·s à leurs voisin·e·s), la formation de nouveaux facilitateur·rice·s paysan·ne·s, et l'institutionnalisation locale des CE (Waddington et al. 2014).

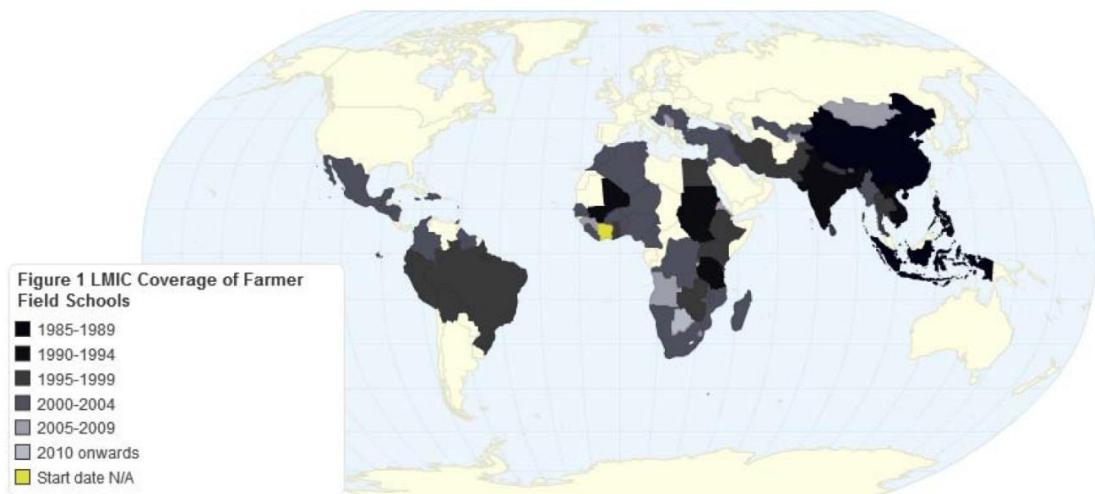


Figure 8 Carte de l'évolution progressive de l'utilisation de l'approche CE dans le monde, à partir de son initiation en Asie du Sud-Est, et jusqu'en 2012. Cette carte est issue de la méta-analyse de Waddington et al. (2014).

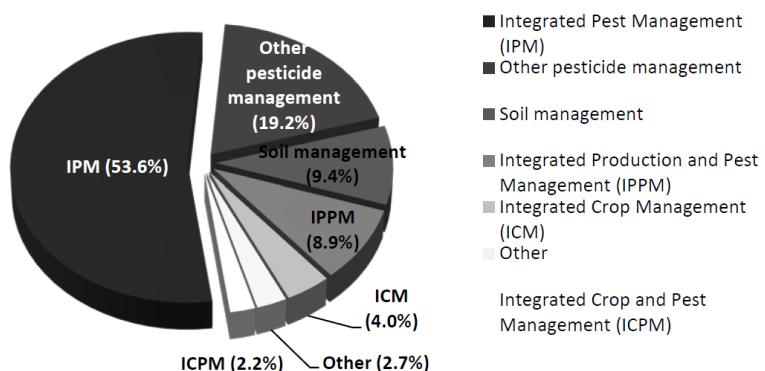


Figure 9 Répartition des thématiques des CE analysés dans la méta-analyse de Waddington et al. (2014) (337 projets analysés).

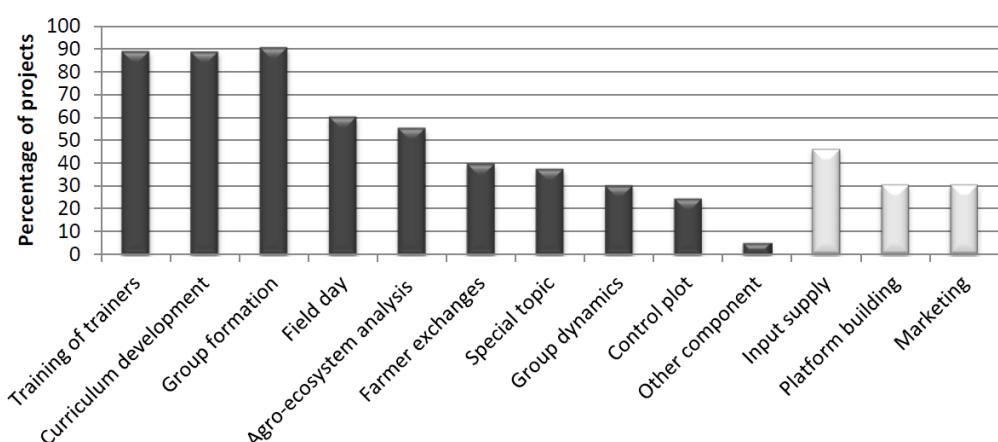


Figure 10 Répartition des éléments des curriculum des CE analysés dans la méta-analyse de Waddington et al. (2014) (337 projets analysés).

Les champs-écoles ont rapidement gagné en popularité auprès des bailleurs et acteurs du développement agricole, et ont été mis en œuvre dans plus de 90 pays (figure 8). Cependant, leur mise en œuvre varie sur le terrain. Bien que tous les FFS sont supposés être basés sur le même processus, l'approche peut être adaptée pour des besoins, des cultures ou des contextes particuliers (Pontius et al. 2002). Ainsi, à mesure que les FFS ont été promus dans tous les continents, les thématiques ont été modifiées pour correspondre à d'autres cultures vivrières, maraîchères ou de vente. En Afrique, l'approche « gestion intégrée de la production et des déprédateurs » (IPPM : *Integrated Production and Pest Management*), a été promue car les déprédateurs et les pesticides ne sont pas nécessairement le principal problème de production (Waddington et al. 2014). Issue de la méta-analyse de Waddington et al. (2014) sur 337 évaluations d'impact des CE, la figure 9 montre que l'IPM et l'IPPM restent les approches principales promues à travers les CE dans le monde. Parallèlement à la diversification des thématiques abordées, la mise en œuvre des CE a également varié, notamment en raison de la diversité d'acteurs de conseil impliqués : agents des systèmes de conseil nationaux, des ONG ou des organisations de producteur·rice·s, par exemple. Issue de la même méta-analyse (Waddington et al. 2014), la figure 10 montre la variété des éléments intégrés dans le déroulement des CE analysés. On observe que seulement 60% des CE contiennent les activités d'analyse de l'agroécosystème, et 55% les visites d'échange. La proportion de CE mettant l'accent sur la dynamique collective tombe à 30%, et 40% pour les échanges entre agriculteur·rice·s.

Ces illustrations de la diversité des mises en œuvre et thématiques abordées dans les CE révèle l'importance d'étudier les effets et les conditions de la réussite des CE pour améliorer la mise en œuvre d'interventions participatives d'appui au développement agricole. Le nombre de projets mobilisant les CE et le volume des fonds investis pour cela justifie également de porter attention à la compréhension des manières dont les agriculteur·rice·s changent leurs pratiques suite à ce type d'intervention (van den Berg et al. 2020b).

De plus, nous argumentons que les CE sont, en théorie, une approche particulièrement adaptée à pour l'accompagnement des agriculteur·rice·s dans l'écologisation de leurs pratiques. Les CE mettent l'accent sur les apprentissages collectifs et le renforcement et l'autonomisation des individus et des collectifs, ce qui va dans le sens de la dimension « mouvement social » de l'agroécologie. De ce fait, nous faisons l'hypothèse qu'étudier les effets des CE et les trajectoires des agriculteur·rice·s peut fournir des éléments pour la conception d'interventions d'accompagnement des transitions agroécologiques des agriculteur·rice·s.

Par ailleurs, ce travail est réalisé en partenariat technique et financier avec la FAO et l'ONG Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF) (cf encadrés de présentation). L'étude des CE dans cette thèse servira à la formulation de recommandations opérationnelles pour ces partenaires.

### ***L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)***



L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (couramment, FAO : *Food and Agriculture Organization*) est l'agence spécialisée des Nations Unies qui mène les efforts internationaux vers l'élimination de la faim. Elle a été créé en 1945, et son siège est à Rome. Son objectif est « atteindre la sécurité alimentaire pour tou·te·s et d'assurer un accès régulier et suffisant à une nourriture de bonne qualité permettant à tou·te·s, de mener une vie saine et active » ([fao.org](http://fao.org)). Avec plus de 194 pays membres, la FAO travaille dans plus de 130 pays à travers le monde. Parmi ses missions et activités figure notamment la fourniture d'une assistance technique aux pays en développement, le conseil aux gouvernements et l'organisation d'espaces de débat neutres et multilatéraux sur les questions relatives à l'agriculture, l'alimentation et la sécurité alimentaire.

### ***Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF)***



Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF) est une association à but non lucratif française de solidarité internationale en soutien à l'agriculture paysanne. Elle a été créé en 2004 suite à la fusion de 2 ONG en activité depuis 1977. Son objectif est d'apporter un soutien aux initiatives des communautés paysannes pour obtenir de meilleures conditions de vie, gérer durablement les ressources naturelles dont elles dépendent, et participer au développement socio-économique de leur territoire. AVSF les aide à défendre leurs droits et mieux faire reconnaître leur rôle dans la société ([avsf.org](http://avsf.org)). Elle intervient dans 19 pays de coopération en Afrique, Asie et Amérique latine. Quatre grandes thématiques structurent ses missions et activités : l'amélioration des productions agricoles et la gestion durable des ressources naturelles, le développement de l'élevage et la santé animale, l'adaptation des systèmes de culture et d'élevage paysans aux aléas et changements climatiques (notamment avec l'agroécologie), et l'insertion et la participation des organisations paysannes sur les marchés locaux ou internationaux.

J'ai été agronome assistante technique en volontariat de solidarité internationale pour AVSF de février 2015 à mai 2017 au nord Togo. Dans ce cadre, j'ai notamment apporté un appui méthodologique, technique et scientifique à la mise en œuvre de champs-écoles dans le cadre de deux projets d'appui à la transition agroécologique des exploitations agricoles (dont le projet « Durabilité et résilience de l'agriculture familiale dans les Savanes »). J'ai également appuyé les activités de capitalisation d'expérience, en particulier concernant la rédaction du « guide méthodologique des champs-écoles de la région des Savanes au Togo » (Bakker 2017).

### 3.2. Questions de recherche

L'objet de recherche de ce travail est donc les effets en termes de **changements de pratiques résultant de la participation d'un·e agriculteur·rice à un champ-école**, au regard des transitions agroécologiques des exploitations agricoles.

Trois questions de recherche définissent notre problématique :

***QR1: Faut-il adapter les méthodes d'évaluation d'impact des champs-écoles pour tenir compte de la diversité de champs-écoles?***

Cette première question vise à faire un état de l'art sur les conditions actuelles de mise en œuvre et d'évaluation des champs-écoles. Elle est basée sur l'hypothèse, supportée par la littérature, que malgré des principes méthodologiques communs, la mise en œuvre des CE sur le terrain est diverse, et que les méthodes d'évaluation doivent être adaptées à cette diversité des CE. La réponse à cette question, et notamment l'identification des limites des méthodes d'évaluation actuelles des champs-écoles permettent ensuite de mettre au point une méthode d'évaluation innovante, pour évaluer les effets de CE dans une diversité de situations.

***QR2: Comment la participation à un CE transforme-t-elle les pratiques des agriculteur·rice·s?***

Cette deuxième question amène à étudier la manière dont les pratiques des agriculteur·rice·s évoluent dans le temps et à l'échelle des systèmes de culture et de l'exploitation agricole, suite à leur participation à un CE. Elle fait l'hypothèse que l'effet direct des CE ne se résume pas seulement à l'adoption des pratiques expérimentées dans le CE. Une hypothèse méthodologique est également mobilisée, à savoir que « *l'analyse des trajectoires de changement de pratiques est une approche pertinente pour repérer les effets et impacts des CE* ». Enfin, une troisième hypothèse est que dans une approche systémique de l'exploitation agricole, il est possible d'identifier des effets des CE dans d'autres ateliers composant l'EA que celui concerné par le CE (par exemple l'atelier d'élevage).

***QR3: Quelle sont les évolutions possibles pour les champs-écoles et comment améliorer leur contribution aux transitions agroécologiques en Afrique de l'Ouest?***

Cette troisième question inscrit les réponses aux questions précédentes dans une contribution à l'évolution des approches CE en Afrique de l'Ouest et en général. Elle suppose que la compréhension des processus de changement au niveau des EA donne des clés pour améliorer les CE et ainsi mieux accompagner les TAE. Elle amène à réaliser une réflexion en partenariat

avec deux organismes de développement agricole (la FAO et l'ONG AVSF) pour préciser ces recommandations.

**La définition d'une démarche d'évaluation innovante des effets des champs-écoles sur les changements de pratiques des agriculteur·rice·s et le fonctionnement de leur EA est donc un point central de notre démarche de thèse, et constitue également un apport méthodologique.**

### **3.3. Proposition d'une démarche d'évaluation des changements de pratiques multi-échelles**

Nous nous sommes positionnés dans une chaîne causale d'effets et impacts des champs-écoles centrée sur les agriculteur·rice·s. Nous avons détaillé dans la partie 2.3. ce que sont les pratiques et dans quelle mesure l'étude des changements de pratiques par les agriculteur·rice·s est importante pour la discussion des effets des CE.

La démarche d'évaluation est centrée sur l'observation des pratiques des agriculteur·rice·s, et la définition *ex-post* de ce qui a changé suite à la participation au CE. Pour cela, nous avons mis en œuvre une démarche d'enquête sur les pratiques « avant » le CE, et les états successifs de changement de ces pratiques au cours des saisons de culture suivantes (« pendant » et « après » le CE). C'est l'agriculteur·rice enquêté·e qui détermine ce qui constitue un changement, ce qui le place au centre de l'évolution de son système de culture et de son exploitation agricole.

Dans un premier temps, nous avons retracé, à partir des données d'enquête au Togo et au Burkina, la trajectoire de ces changements de pratiques pour le SDC ciblé par le CE (le SDC pluvial dominant dans les deux pays, et également le SDC maraîcher au Togo). La mobilisation du cadre ESR permet de définir des niveaux de changements par rapport à la transition agroécologique (Chantre 2011; Lamine 2011). Ces résultats sont présentés dans le chapitre 3.

Cette démarche permet d'inscrire les changements de pratiques dans le temps et selon une vision dynamique. Cela permet, dans le cadre d'une évaluation d'une intervention, de dépasser l'idée d'adoption de pratiques ou de paquets techniques à un instant t, et de considérer les adaptations successives et expérimentations réalisées ou en cours. Cela revient à s'intéresser aux effets directs des apprentissages et des connaissances et savoir-faire acquis lors des activités du CE (apprentissages par échanges avec les pairs ou les facilitateur·rice·s, apprentissage expérientiel lors de la culture des parcelles du CE, apprentissages collectifs) (Duveskog 2013), c'est-à-dire la mise en pratique dans le SDC des connaissances et compétences acquises. Les

techniques agroécologiques ne sont pas définies a priori mais classées dans le cadre ESR selon le degré de reconception du système de culture.

Dans un deuxième temps, au Togo, nous avons établi une représentation simplifiée des EA familiales enquêtées composées de sous-systèmes interdépendants, et avons étudié l'enchainement, ou non, des changements de pratiques entre les différents sous-systèmes composant l'EA (chapitre 4).

Cette démarche permet d'inscrire les changements de pratiques dans une échelle supérieure au système de culture. Dans le cas d'une évaluation, ces changements indirects à l'échelle EA contribuent à l'obtention d'effets secondaires des CE, et il est important de vérifier la validité de l'hypothèse implicite que les CE entraînent des changements dans les EA.

### ***Conclusion intermédiaire***

Dans le contexte de l'accompagnement de la TAE des paysan·ne·s de la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest, nous proposons une approche d'évaluation compréhensive des effets de CE. L'approche proposée ambitionne de comprendre la succession et l'ordre des changements de pratiques réalisés dans les SDC couverts dans les curricula des CE enquêtés. Elle se positionne ainsi dans une vision dynamique dans le temps de l'évolution des pratiques. Elle se positionne également dans une vision dynamique à l'intérieur de l'EA en étudiant comment les changements de pratiques se propagent d'un atelier (SDC couvert par le CE) à d'autres ateliers (élevage, production de FO, autre SDC). Ainsi, l'approche de thèse proposée considère les changements de pratiques réalisés suite à la participation au CE comme un processus d'adaptation des pratiques aux contraintes et motivations des agriculteur·rice·s participants, en lieu et place d'une adoption à un instant donné.

## **3.4. Méthodologie**

### **3.4.1. Revue de littérature**

La première phase du déroulement de la thèse a consisté à réaliser une revue bibliographique sur les méthodes d'évaluation des champs-écoles en lien avec les caractéristiques de mise en œuvre des CE évalués (présentée dans le chapitre 2).

Cette revue bibliographique systématique répond à deux objectifs. Premièrement, suite au constat que la mise en œuvre des CE varie selon les projets considérés (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020c), il y a un enjeu à caractériser les interventions regroupées sous l'appellation « champs-écoles » (en fonction notamment de leur fonctionnement et du rôle joué par les agriculteur·rice·s dans la mise en œuvre, de la posture épistémologique des acteur·rice·s, des objectifs fixés et des thématiques abordées). Deuxièmement, cette revue a pour objectif de caractériser les méthodes d'évaluation employées, en lien avec la diversité de mise en œuvre

des CE. Enfin, pour le travail de thèse, la réalisation de la revue bibliographique a permis de contribuer à la construction de la démarche d'enquête.

### 3.4.2. Etude de terrain au nord Togo et Ouest Burkina Faso

La deuxième phase du déroulement de la thèse a consisté à réaliser une enquête de terrain auprès d'ancien·ne·s participant·e·s de CE au Nord Togo et à l'Ouest du Burkina Faso. Les résultats de cette enquête sont présentés dans les chapitres 3 et 4.

#### *Contexte de l'étude*

L'étude de terrain a été réalisée entre mars 2018 et juillet 2019 dans deux parties de la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest : le Nord du Togo dans la région des Savanes, et l'Ouest du Burkina Faso dans les provinces du Tuy et du Houet (figure 11). L'annexe 2 présente une fiche descriptive de ces deux pays pour le contexte d'ensemble. Ces deux zones offrent des conditions pédo-climatiques et des systèmes de production relativement proches. Elles se caractérisent par un climat sahéro-soudanien (saison pluvieuse de juin à octobre) avec une pluviométrie entre 900 et 1000mm par an. Les sols sont ferrugineux, hétérogènes et peu profonds. Les conditions pédo-climatiques sont détaillées à l'annexe 3.



Figure 11 Carte des deux projets étudiés au Nord Togo et Ouest Burkina Faso (à partir de OpenStreetMaps).

#### *Systèmes agraires actuels*

Les systèmes agraires actuels résultent de l'évolution des systèmes agraires traditionnels (à culture entrecoupée de jachère) suite à l'introduction du coton. L'histoire agraire dans la zone et son appréhension par les agronomes est présenté en annexe 1<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ces informations sont placées en annexes pour ne pas encombrer cette section mais sont importantes pour la compréhension de la suite du texte.

Les exploitations agricoles sont familiales. En général, les actif·ve·s d'un ménage (mari et femme(s), enfants de plus de 15 ans) constituent la main d'œuvre pour les champs collectifs qui assureront la production des cultures vivrières et cultures de vente nécessaire aux besoins de tous les membres du ménage (y compris les non-actif·ve·s : parents âgés, enfants, étudiant·e·s...). Mais plusieurs ménages (unités de consommation) peuvent cohabiter au sein d'une même unité d'habitation (la « cour ») (Gastellu 1980). L'annexe 4 détaille la toposéquence et l'utilisation de l'espace agricole.

Les systèmes de culture reposent principalement sur des rotations coton-céréales, principalement du maïs et du sorgho (calendrier cultural en annexe 5). La traction animale (culture en billons) est répandue même si toutes les EA n'y ont pas accès en propriété. La culture du cotonnier a généralisé l'utilisation des engrains et des pesticides, bien que l'utilisation d'herbicides semble plus répandue à l'Ouest Burkina qu'au Nord Togo. Le riz pluvial est cultivé dans les bas-fonds par des hommes (avec la main d'œuvre du ménage) ou par des femmes sur de petites surfaces. Les sociétés cotonnières jouent un rôle important pour la sécurité alimentaire des ménages et la fertilité des parcelles, grâce à l'accès aux engrains minéraux à crédit, et pour l'effet précédent des cultures de coton recevant ces engrains.

Les principales légumineuses sont le niébé (*Vigna Unguiculata*) et l'arachide à l'ouest du Burkina, en faible proportion par rapport à d'autres zones du pays (Dabat et al. 2012). Elles sont principalement cultivées par les femmes sur de petites surfaces (moins de 0,5 ha en général), et l'association de niébé dans les parcelles de maïs ou coton est quasiment disparue (elle est déconseillée par les sociétés cotonnières). Par contraste, au nord Togo, les associations céréales-légumineuses (niébé ou soja) sont couramment pratiquées, sauf dans les champs de brousse. Le schéma d'association traditionnel consiste à semer les lignes perpendiculaires aux rangs (billons) de maïs, avec un semis le même jour ou lors du ressemis (à cette occasion, certains agriculteur·rice·s resèment les poquets non levés avec une légumineuse). Enfin, le soja en culture pure a connu une forte expansion ces dernières années. Il s'agit alors d'une culture de vente (export), tandis que le soja cultivé par les femmes est généralement destiné à la consommation du ménage ou à la transformation et vente locale. Les parcelles des femmes, lorsqu'elles y ont accès, sont gérées individuellement et bien souvent à l'écart de la rotation principale.

Tous les ménages élèvent quelques volailles et petits ruminants, et des bœufs pour les ménages ayant accès à la traction animale. Certains élevages peuvent également être individuels : par exemple certaines femmes élèvent des porcs. Si le ménage dispose de bœufs

supplémentaires, ils sont souvent confiés aux Peuhls, et certains agriculteur·rice·s leurs confient également leurs animaux de trait en saison sèche. Cependant la spécialisation dans l'activité d'élevage est surtout pratiquée par des Peuhls sédentarisés. En saison sèche, les terres cultivées deviennent des pâturages communs avec la vaine pâture. Avec les problèmes de fertilité du sol et d'accès au foncier, entraînant une volonté d'intensification plutôt d'extensification des cultures, les relations entre agriculteur·rice·s (au sens « cultivateur·rice·s ») et éleveur·se·s se sont modifiées (Vall et al. 2017; Sourisseau et al. 2020).

Depuis que la jachère a quasiment disparu (notamment au Nord Togo), l'entretien de la fertilité des sols n'est assuré par cette pratique. De plus, l'intensification des surfaces cultivée a remplacé les stratégies d'extensification, et les compétitions pour des ressources telles que les résidus de culture, les fumiers de bovins ou les espaces libres pour le pâturage s'accentuent. La valorisation traditionnelle des fumures organiques consiste à les collecter dans un trou (appelé « dépotoir » au Togo), lequel est vidé et transporté en début de saison de culture dans une parcelle (ou portion de parcelle) pour les épandre manuellement avant le billonnage. Si l'EA a une étable, celle-ci est vidée de la même manière (parfois annuellement, parfois moins fréquemment). La parcelle fumée reçoit peu ou pas d'engrais minéral pendant la saison, et ne reçoit ensuite que de l'engrais minéral pendant 3 ans ou plus. Blanchard et al. (2014) caractérisent la qualité des fumures organiques produites dans les EA et recommandent des apports pour les sols argileux entre 2,1 et 4,4 T/ha selon la qualité des fumiers, et entre 3,5 et 4,6 T/ha selon la qualité des composts. Ces quantités dépassent les capacités actuelles de production des EA de polyculture-élevage. De plus, le problème de transport de la FO est également majeur, surtout pour les agriculteur·rice·s les plus pauvres pour qui cette tâche est dévolue aux femmes, en bassines sur la tête. Il n'est pas rare que les parcelles de brousse ne reçoivent jamais de fumure organique car elles sont trop distantes de l'exploitation.

Pour les deux situations enquêtées, les exploitations agricoles se distinguent selon trois stratégies d'intégration agriculture-élevage : agriculteur·rice·s, les agro-éleveur·e·s ou les éleveur·se·s (Vall et al. 2011). Les exploitations de type « agriculteur·rice·s » ont moins de 10 têtes de cheptel bovin. A l'Ouest du Burkina, Vall et al. (2011) distinguent les EA d'agriculteur·rice·s selon la surface cultivée : de moins de 5 ha, entre 5 et 10 ha, et plus de 10ha. A titre de comparaison, et pour illustrer notre propos sur la saturation foncière au Nord Togo, Desplat and Rouillon (2011) distinguent les petites EA (moins de 2 ha), les plus susceptibles de se lancer dans le maraîchage ou dans la migration saisonnière, les EA de taille moyenne (2,5ha) et les EA de grande taille (en moyenne 3,5 ha) spécialisées en cultures vivrières ou

cultures de vente. Les exploitations de plus de 8 ha sont minoritaires dans leur échantillon et qualifiées de « très grandes ».

A l’Ouest du Burkina, le coton reste la principale source de revenus d’une grande majorité des agriculteur·rice·s, et le maraîchage est surtout limité à des périmètres proches des villes (Robineau 2013). En revanche au nord Togo, le maraîchage de contre-saison a gagné en popularité depuis une quinzaine d’années comme moyen de diversification des revenus. Cette expansion prend à la fois racine dans la volonté de diversifier les sources de revenus suite à la crise cotonnière, dans la diminution des surfaces disponibles par actif pour les cultures pluviales, et en réponse à une forte demande des villes du Togo (notamment Lomé) et du Burkina. Les pratiques de maraîchage ne sont pas sans poser de problèmes, notamment en raison des doses importantes d’engrais minéraux sur de petites surfaces dans un bas-fond, et utilisation de pesticides (dose massive, sans protection, pas adaptés) (Son et al. 2017; Ouédraogo et al. 2019; AVSF 2020)

### ***Conclusion intermédiaire***

En résumé, la faible fertilité des sols et son manque d’entretien, combiné à une augmentation démographique et un morcellement des EA, conduisent à une situation d’intensification des parcelles cultivées avec un recours fréquent, dans la mesure des moyens, aux engrains minéraux. La culture du cotonnier joue un rôle central car au-delà de son accès à des revenus monétaires pour les ménages, elle contribue au rendement des cultures céréalières indirectement (effet précédent) ou directement (détournement des engrais coton ou accès à des engrais maïs à crédit). Du point de vue de l’agronome, cette intensification des cultures pourrait être plus durable en améliorant l’utilisation de la fumure organique (en combinaison avec les engrais minéraux) et en intégrant les légumineuses dans les systèmes de culture, que ce soit en culture pure en rotation, ou en association avec des céréales. Enfin, l’expansion du maraîchage de contre-saison au nord Togo, si elle répond à un besoin de diversification des sources de revenus et de valorisation de la saison sèche, n’est pas sans poser de question par rapport à la durabilité des pratiques de fertilisation et de protection phytosanitaire.

### ***Présentation des deux projets enquêtés***

Dans chaque zone, nous avons sélectionné un échantillon de champs-écoles mis en œuvre par un projet avec des objectifs d’accompagnement de la transition agroécologique. Au Burkina Faso, il s’agit de l’initiative « bonnes pratiques agricoles » mis en œuvre par la FAO en partenariat avec l’Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina (UNPCB). L’initiative a démarré en 2006 et a été conduite à travers plusieurs projets et financements jusqu’en 2016. L’objectif de l’initiative, démarrée en collaboration avec l’Institut National de

Recherche Agronomique (INERA) et le ministère de l'agriculture, est l'atteinte d'une meilleure productivité du coton à moindre coût et en préservant l'environnement (Hema and Yara 2015).

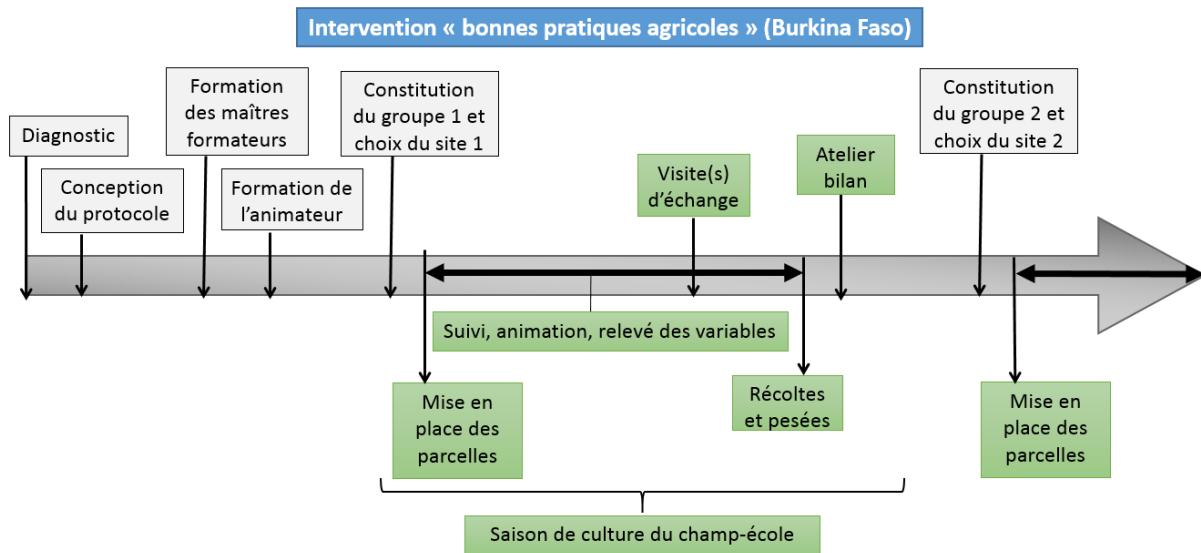


Figure 12 Schéma du déroulement de l'intervention champs-écoles dans l'initiative « bonnes pratiques agricoles » à l'Ouest du Burkina Faso.

La figure 12 résume le déroulement de l'intervention CE au Burkina dans le cadre de l'initiative « bonnes pratiques agricoles ». Le détail des opérations est disponible dans les guides méthodologiques de la FAO (FAO 2014a, b, 2016). C'est à l'étape de conception de l'intervention que les cultures ciblées (coton, maïs et *Mucuna*) dans le CE ont été retenues, et le curriculum a été mis au point avec l'expertise de l'INERA (Ton et al. 2010). Le curriculum se centre sur un apport annuel de fumier et l'utilisation des doses recommandées d'engrais minéral, la lutte biologique pour la culture du cotonnier (traitements sur seuils, utilisation de biopesticides à base de macérats de neem, piment, oignon et ail), et l'incorporation de légumineuses dans les systèmes de culture avec la rotation coton-maïs-*Mucuna*. Après les premières saisons de CE, le *Mucuna* (*Mucuna pruriens*), plante fourragère avec une bonne couverture du sol, a été remplacé par le niébé et dans certains cas, le soja. Le parcelle du CE est divisée en 4 sous-parcelles : 3 parcelles pour le système de culture des « bonnes pratiques agricoles » coton-maïs-légumineuse (en rotation la deuxième année, et une deux parcelle de « pratiques paysannes » choisies par les participant·e·s. Les parcelle « pratique paysanne » ne recevait dans la plupart des cas pas (ou peu) de fumure organique, les traitements phytosanitaires du cotonnier aux doses recommandées, et une dose variable d'engrais minérale. Le détail du curriculum pour les parcelles de maïs et de coton est présenté en annexe 6 à partir de Nacro et al. (2010).

Suite à la mise au point du curriculum des CE, les experts ont mené des sessions de formation des « maîtres formateurs », ces derniers étant ensuite à même de former les facilitateur·rice·s des CE. Les facilitateur·rice·s des CE ont été dans les premières années des technicien·ne·s (de l'UNPCB ou du ministère de l'agriculture) et par la suite la majorité des CE ont été animés par des facilitateur·rice·s paysan·ne·s. Chaque CE était mis en place pour deux saisons de culture : la première année, un·e facilitateur·rice forme un groupe dans une localité proche (à partir de membres du GPC local) et anime le CE. La deuxième année, c'est le groupe de participant·e·s qui est en charge du CE, et le·a facilitateur·rice (qui a démarré un autre CE avec un nouveau groupe) vient les visiter régulièrement pour les animations.

La figure 13 résume le déroulement de l'intervention CE au nord Togo dans le cadre du projet « durabilité et résilience » (d'après le guide méthodologique AVSF (Bakker 2017)).

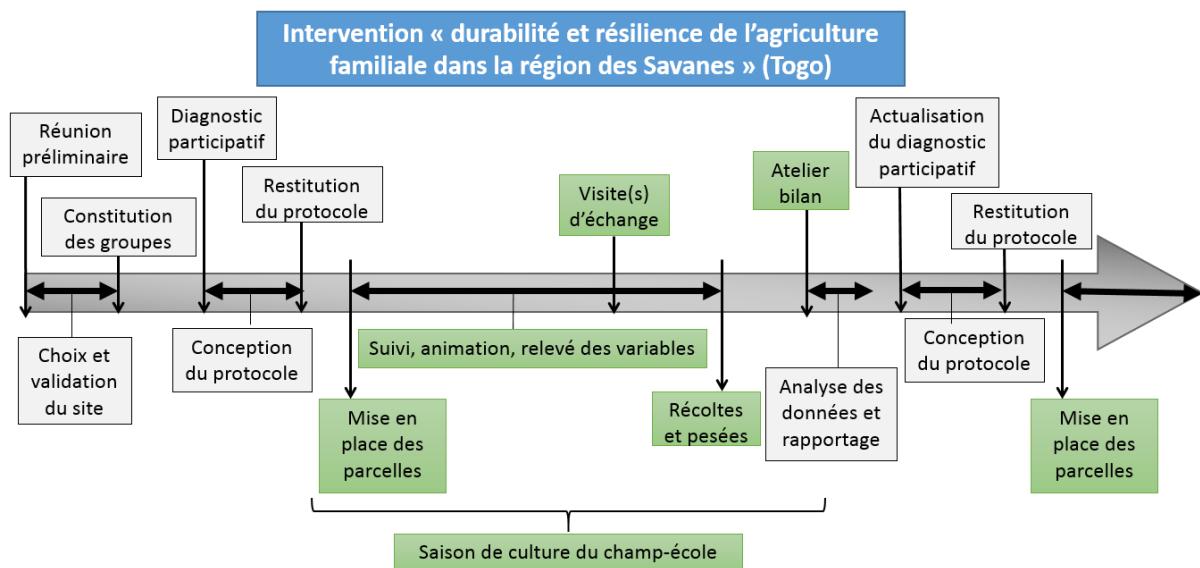


Figure 13 Schéma du déroulement de l'intervention champs-écoles dans le projet “durabilité et résilience de l’agriculture familiale dans la région des Savanes” au Nord Togo.

Au Togo, l'intervention étudiée fait partie du projet « Durabilité et résilience de l'agriculture familiale dans la région des Savanes » mis en œuvre par l'ONG Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières en partenariat avec l'ONG locale RAFIA (Recherche Appui et Formation Aux Initiatives d'Auto-développement) et l'organisation de producteur·rice·s UROPC-S (Union Régionale des Organisations de Producteurs de Céréales de la région des Savanes). Le projet a été mis en œuvre de 2014 à 2017 avec un financement du Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM). L'objectif du projet est de lutter contre la dégradation des terres cultivables et la promotion de pratiques agroécologiques pour la résilience des EA.

Des CE ont été inclus dans les documents de conception du projet, mais sans définir précisément les systèmes des cultures ou les pratiques à promouvoir. Au démarrage des activités du projet, les chefs d'OP locales (qui composent l'UROPC-S) ont échangé avec l'équipe du projet pour échanger sur cette activité, et il a été décidé que les CE porteraient sur le maraîchage et les cultures pluviales. Ensuite, des parcelles pour le CE ont été repérées et des groupes CE ont été établis (en raison de la pression foncière au nord Togo, le choix d'un site a été antérieur à l'établissement d'un groupe de participant·e·s).

Les facilitateur·rice·s des CE étaient les technicien·ne·s du projet « durabilité et résilience », avec l'appui des agents locaux de l'Institut de Conseil Agricole du Togo (ICAT) dans le cas des CE de cultures pluviales. Pour chaque CE, un diagnostic participatif a été mené avec le groupe CE, basé sur une description des systèmes de culture dans la localité, les intérêts des participant·e·s et leurs difficultés à traiter en priorité, incluant dans la discussion le potentiel de production de la parcelle retenue. A partir de ces échanges, les facilitateur·rice·s établissaient un protocole pour chaque CE, avec des variations dans les cultures choisies mais des thématiques communes reliées à la durabilité des systèmes de cultures (notamment l'utilisation de fumure organique, des légumineuses, des biopesticides, les rotations). Ce protocole était ensuite validé (et éventuellement adapté) avant le début de la saison de culture. Les CE comptaient entre 6 et 8 parcelles. La première saison, les CE (pluviaux comme maraîchage) comportaient une parcelle de « pratiques paysannes » mais ces dernières ont été jugées caricaturales et peu représentatives de la diversité des situations des agriculteur·rice·s (Bakker 2017). Par la suite, la comparaison s'est faite à l'aide de placettes dans 3 parcelles d'agriculteur·rice·s voisines de la parcelle CE (plus de parcelle « pratiques paysannes »). A la fin de la saison de culture, les conclusions du groupe sont discutées lors de l'atelier bilan, et servent de base aux échanges lors de la réactualisation du diagnostic en début de saison suivante. Au total, les CE maraîchage et pluviaux ont été menés sur 3 saisons de culture pendant la durée du projet.

### ***Enquête***

La première phase de l'enquête a consisté en une phase exploratoire de mars à juin 2018. Cette phase a permis de rencontrer les acteur·rice·s des deux projets enquêtés et d'étudier les documents de ces projets. Des entretiens exploratoires collectifs ont également été mené avec d'anciens groupes d'agriculteur·rice·s participant·e·s (5 au Burkina Faso, 8 au Togo). Cette première phase de l'enquête a permis de préciser la manière dont les deux projets avaient mis

en œuvre les CE, sélectionner un échantillon de CE diversifiés à étudier, et d'identifier des thématiques communes aux deux situations pour permettre des comparaisons. Le tableau 4 présente les 7 retenus pour l'enquête et l'échantillonnage des ancien·ne·s participant·e·s.

Tableau 4 Caractéristiques des champs-écoles sélectionnés et échantillonnage des agriculteur·rice·s enquêté·e·s.

Code CE	Pays	Périod e CE	Cultures		Participant·e·s		Echantillonnage	
			Pluvial	Maraîch.	Pluvial	Maraîch.	Pluvial	Maraîch.
<b>T1</b>	Togo	2015 – 2017	riz, maïs, soja	Tomate, oignon	30 (21H, 9F)	18 (10H, 8F)	9 (5H, 4F)	4 (2H, 2F)
<b>T2</b>			maïs, soja	Tomate	30 (28H, 2F)	8 (H)	8 (7H, 1F)	3 (H)
<b>T3</b>				Tomate		30 (24H, 6F)		8 (7H, 1F)
<b>T4</b>			maïs, soja	Oignon	23 (7H, 16F)	23 (2H, 21F)	5 (F)	6 (F)
<b>B1</b>	Burkina Faso	2013-2014	coton, maïs, mucuna ou niébé		25 (H)		5 (H)	
<b>B2</b>		2014-2015			25 (16H, 9F)		6 (4H, 2F)	
<b>B3</b>		2011-2012			20 (H)		6 (H)	
<b>TOTAL</b>			<b>6 CE</b>	<b>4 CE</b>	<b>153 (117H, 36F)</b>	<b>79 (44H, 35F)</b>	<b>39 (27H, 12F)</b>	<b>21 (12H, 9F)</b>
							<b>Echantillon total</b>	<b>60 (39 H, 21 F)</b>

La seconde phase d'enquête a été menée de janvier à juillet 2019. Elle était composée d'une enquête par entretiens semi-directifs en trois visites. Le guide d'entretien a été préparé à partir des données issues de la première phase, et ajusté entre chaque visite pour personnaliser les questions à la personne enquêtée. Les entretiens au Burkina Faso ont été réalisés par un étudiant de l'université de Dédougou, Enoque Coulibaly, dont j'ai supervisé les travaux. L'échantillonnage des personnes à enquêter s'est fait à partir de contacts fournis par les ancien·ne·s facilitateur·rice·s des deux projets, et en demandant aux enquêté·e·s de désigner les autres participant·e·s. Une attention particulière a été portée à l'inclusion d'agriculteur·rice·s aux situations diversifiées (sans exclure celles et ceux qui n'ont pas mis en pratiques, ni les paysan·ne·s plus pauvres) dans l'enquête.

Il faut souligner que la phase d'enquête a pu être menée de manière plus approfondie au Nord Togo, ce qui a permis d'y étudier les changements de pratiques à l'échelle de l'EA (au Burkina Faso, l'enquête a uniquement porté sur les changements de pratiques réalisés pour le SDC pluvial ciblé par les CE). En effet, j'ai été assistante technique sur le projet « durabilité et

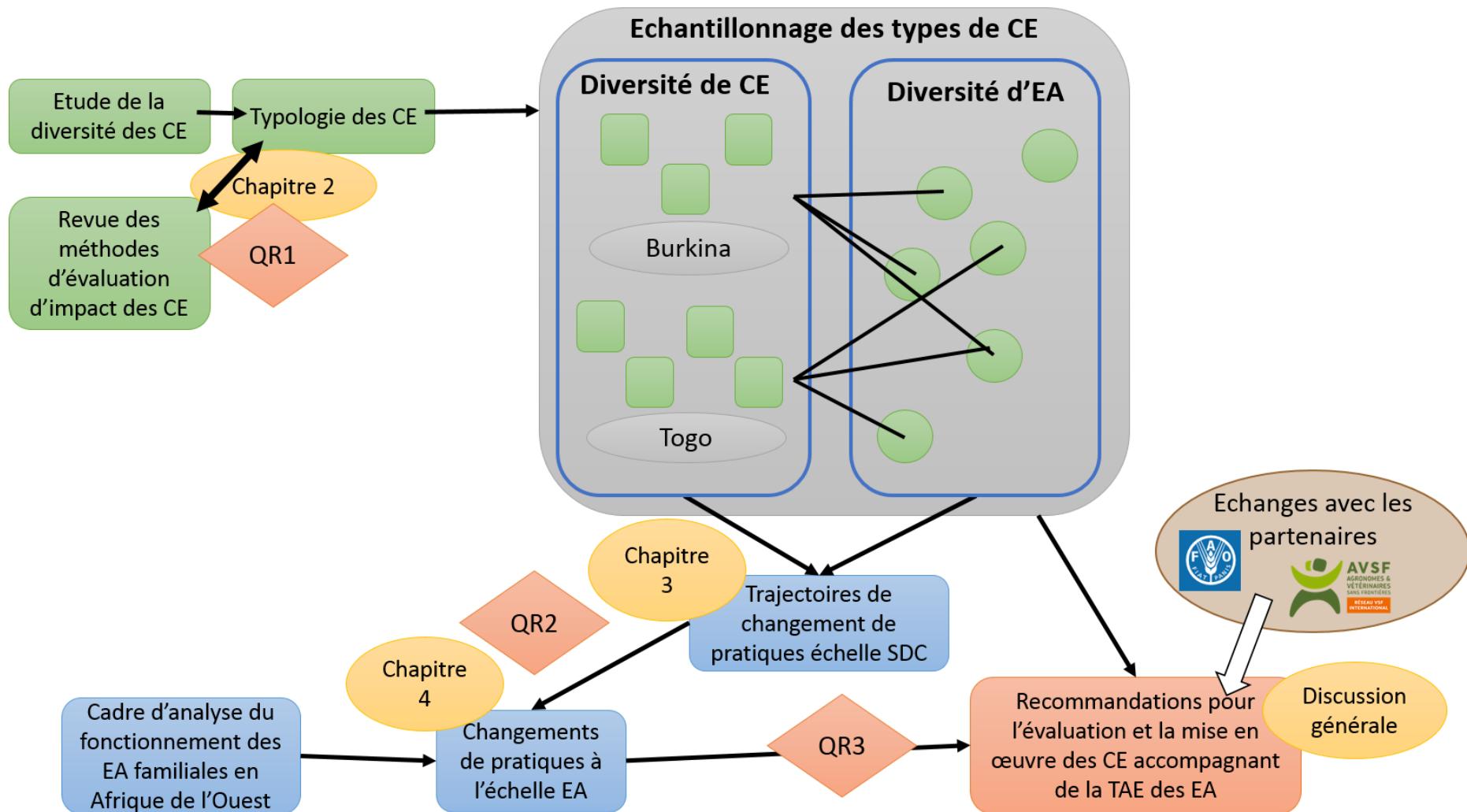


Figure 14 Schéma de synthèse de la démarche de thèse

résilience » de février 2105 à mai 2017 et j'ai donc participé à la mise en œuvre des CE de ce projet. Cela m'a permis d'avoir une connaissance de leur déroulement. Au Burkina, il a fallu reconstruire cette connaissance du déroulement avec le concours des ancien·ne·s interventant·e·s de l'initiative et les documents opérationnels. En outre, les paysan·ne·s enquêté·e·s au Nord Togo me connaissaient déjà, ce qui a facilité l'établissement d'une relation de confiance. Ensuite, il s'est agi pour moi de prendre du recul pendant ma première année de thèse par rapport à cette expérience avec AVSF. Les échanges avec mes encadrants dans la phase d'analyse des données ont également contribué à porter un regard le plus objectif possible sur les résultats des enquêtes.

### 3.4.3. Echanges avec partenaires opérationnels

Dans une optique de production de forme de résultats non académiques de cette thèse, qui a été réalisée en partenariat avec la FAO et l'ONG Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières, il est prévu l'organisation d'un atelier d'échanges et la rédaction de documents opérationnels portant sur la proposition de méthodologie d'évaluation des champs-écoles mobilisable par les acteur·rice·s d'interventions de développement et des recommandations pour la mise en œuvre de CE pour l'accompagnement de la TAE.

Ces activités n'ont pas encore eu lieu mais les échanges réguliers avec ces deux partenaires, sur le terrain et lors de réunion ad hoc et des comités de suivi de la thèse ont permis d'engager la réflexion sur les recommandations sur la mise en œuvre et l'évaluation des champs-écoles (présentées dans la discussion générale).

## 3.5. Schéma récapitulatif et plan de la thèse

Nous avons présenté l'intérêt d'une évaluation des CE (3.1.1.) et nos questions de recherche (3.1.2.). Pour y répondre, nous avons élaboré une démarche d'évaluation des changements de pratiques (3.1.3.) à partir d'une revue de littérature et d'une étude de terrain au Nord Togo et Ouest Burkina Faso (3.1.4.). La figure 14 présente un schéma rassemblant les éléments de la méthodologie présentés, à savoir la revue de littérature, et les deux études sur les changements de pratiques des agriculteur·rice·s réalisées à partir des données d'enquête des 7 CE enquêtés. Elle place également les échanges avec les partenaires FAO et AVSF.

La typologie des CE et l'étude du lien entre type de CE et méthode d'évaluation employée (chapitre 2) apporte des éléments de réponse à la première question de recherche : « *Faut-il adapter les méthodes d'évaluation d'impact des champs-écoles pour tenir compte de la*

*diversité de champs-écoles? ».* La typologie des CE est mobilisée pour caractériser CE enquêtés au Burkina Faso et au Togo. Par ailleurs, la revue des méthodes d'évaluation des CE enrichit la définition d'une démarche d'évaluation des effets des CE à partir des changements de pratiques. Ces changements de pratiques sont enquêtés auprès d'une diversité d'agriculteur·rice·s (diversité d'EA) ayant participé aux CE échantillonnés.

L'étude des trajectoires de changement de pratiques à l'échelle SDC met en lumière l'effet de la mise en œuvre des CE au Nord Togo et à l'Ouest du Burkina Faso et est présentée dans le chapitre 3. L'étude des changements de pratiques à l'échelle de l'EA au Togo est présentée dans le chapitre 4. Ces deux chapitres apportent des éléments de réponse à la deuxième question de recherche : « *Comment la participation à un CE et les connaissances acquises transforment-elles les pratiques des agriculteur·rice·s?* ». La discussion des chapitres 2, 3 et 4 permet de répondre à la troisième question de recherche (« *Quelle sont les évolutions possibles pour les champs-écoles et comment améliorer leur contribution aux transitions agroécologiques en Afrique de l'Ouest?* ») en formulant des recommandations opérationnelles pour l'évaluation et la mise en œuvre des CE.

## Chapitre 2 : Dans quelle mesure la diversité des champs-écoles est-elle reflétée par leurs évaluations ? Une revue de littérature

Ce chapitre a été publié en tant qu'article: Teatske Bakker, Genowefa Blundo Canto, Patrick Dugué & Stéphane de Tourdonnet (2020) To what extent is the diversity of Farmer Field Schools reflected in their assessment? A literature review, *The Journal of Agricultural Education and Extension*, DOI: [10.1080/1389224X.2020.1858890](https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1858890)

### Résumé

**Objectif** : L'évaluation des services de conseil agricole est cruciale pour améliorer leur qualité et leur efficacité. Les champs-écoles (CE), en particulier, ont été adaptés à des contextes spécifiques pour répondre à des besoins en terme de gestion des cultures ou des exploitations agricoles et d'approches intégrées. Cet article cherche à établir si la diversité des interventions CE se reflète dans les méthodes utilisées pour les évaluer.

**Conception/Méthodologie/Approche** : Nous avons effectué une revue systématique de la littérature scientifique publiée : sur 180 articles, nous en avons sélectionné 34 portant sur l'évaluation des CE. La mise en œuvre des CE a été caractérisée en fonction de la participation des agriculteur·rice·s et des thèmes abordés pendant les CE. Les méthodes d'évaluation des CE ont été analysées en utilisant une chaîne causale d'intrants (*inputs*), résultats de base (*outputs*), résultats secondaires (*outcomes*) et impacts (*impacts*) basée sur le point de vue des agriculteur·rice·s.

**Résultats** : Trois types de CE apparaissent : 1) transfert de technologie à l'échelle de l'itinéraire technique ou du système de culture ; 2) participation consultative à l'échelle de l'itinéraire technique ou du système de culture ; et 3) thématiques à l'échelle de l'exploitation ou intégrées avec participation consultative ou collaborative. Quinze études ne décrivaient aucunement la mise en œuvre du CE. Seuls les CE consultatifs ou collaboratifs incluaient des sujets à la gestion de l'exploitation agricole ou des approches intégrées. Au total, 23 des 34 évaluations ont porté sur les intrants (connaissances) et les résultats de base (adoption de pratiques, performances agricoles ou économiques) pour les agriculteur·rice·s. Seules six études ont évalué les impacts à long terme des CE.

**Implications théoriques** : Nous constatons un paradoxe entre, d'une part, le changement de paradigme de l'approche transfert de technologie vers un paradigme d'approches participatives de conseil, et d'autre part la mise en œuvre et l'évaluation des CE, ne reflétant pas ce changement. Les méthodes d'évaluation restent centrées sur un transfert de technologie implicite, ce qui n'est pas pertinent pour l'évaluation des approches participatives et de leurs résultats, notamment en termes de capacité d'innovation.

**Implications pratiques** : L'évaluation des CE en tant qu'approche collective d'apprentissage expérientiel et centrée sur l'agriculteur·rice requiert des méthodes d'évaluation appropriées tenant compte de la diversité des contextes, de la mise en œuvre des CE et des changements qu'ils génèrent.

**Originalité/valeur** : La diversité des CE a rarement été analysée à ce jour. Cet article propose une typologie pour dépasser le terme « fourre-tout » de CE et guider leur évaluation à l'avenir.

**Mots clés** : services de conseil, vulgarisation, impact, éducation des adultes, évaluation, chemin d'impact.

## To what extent is the diversity of Farmer Field Schools reflected in their assessment? A literature review

Teatske Bakker<sup>a, c</sup>, Genowefa Blundo Canto<sup>a, c</sup>, Patrick Dugué<sup>a, c</sup> and Stéphane de Tourdonnet<sup>b</sup>

<sup>a</sup> CIRAD, UMR INNOVATION, F-34398 Montpellier, France.

<sup>b</sup> INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

<sup>c</sup> Univ Montpellier, F-34090, Montpellier, France.

### Abstract

**Purpose:** Assessment of agricultural advisory services is crucial to improve their quality and effectiveness. Farmer Field Schools (FFS) in particular have been adapted to meet context specific needs in crop or farm management and to address integrative topics. This article investigates whether the diversity of FFS interventions is reflected in the assessment methods used to evaluate them.

**Design/Methodology/Approach:** We conducted a systematic review of peer-reviewed literature: out of 180 articles we found, we selected 34 that assessed FFS. Implementation was characterised based on farmers' participation and FFS topics. Assessment methods were analysed using a causal chain of inputs, outputs, outcomes, and impacts based on the farmers' point of view.

**Findings:** Our results showed three types of FFS: 1) technology transfer at crop management or cropping system level; 2) consultative participation at crop management or cropping system level; and, 3) farm level or integrative topics with consultative or collaborative participation. Fifteen studies did not describe FFS implementation at all. Only consultative or collaborative FFS included farm management or integrative topics. A total of 23 out of the 34 assessments focused on inputs (knowledge) and outputs (changes in practices, agricultural or economic performance) for farmers. Only six studies assessed the long-term impacts of FFS.

**Theoretical implications:** We found a paradox between the shift from a technology transfer to a participatory advisory services paradigm, and the implementation and assessment of FFS, which do not mirror this shift. Assessment methods remain based on assumed technology transfer, which is not

suitable for the evaluation of participatory approaches and their results, including in terms of capacity to innovate.

**Practical implications:** Assessing FFS as a collective and farmer-centred experiential learning approach requires appropriate evaluation methods that account for the diversity of contexts, FFS implementation, and the changes they generate.

**Originality/Value:** The diversity of FFS has rarely been analysed to date. This article proposes a new typology to go beyond FFS as a catch-all term and to guide their assessment in the future.

**Keywords:** advisory services, extension, impact, adult learning, evaluation, impact pathway.

## 1. Introduction

Supporting individual and collective innovation in agriculture is a matter of long-term interest for diverse stakeholders (Leeuwis and Aarts 2011; Temple et al. 2018b). This support can be achieved by facilitation or strategic management (Toillier et al. 2018). Facilitation of innovation aims at creating adequate conditions for innovation and increasing “the potential of change” in complex settings (Leeuwis and Aarts 2011). The literature displays two main facilitation approaches regarding on how research, farmers and advisory services are addressed and linked:

- the first approach is technology transfer (TT). It is based on the theory of innovation diffusion (Rogers 1962). This linear model relies on the transfer and diffusion of technical innovation and know-how to farmers (Koutsouris 2017). The most emblematic tools of this approach are technical demonstrations and the Training and Visit (T&V) extension system.
- the second approach emerged as a reaction to the limits of TT, and focuses on farmers' participation (Leeuwis and Ban 2003). Indeed, following a widespread crisis in agricultural advisory services due to changes in national priority setting and resource allocation, and the collapse of the T&V extension system due to its high cost, failure to adapt to local conditions, and limited impact (Anderson et al. 2006; Duveskog 2013), improved methods have been proposed to better incorporate farmer demand in advisory services (Birner et al. 2009). Agricultural extension and advisory services have thus become more tailored to local contexts, especially through participatory and group-based approaches that better integrate farmers' opinions and constraints. Demand-driven extension, farmer-led services, and more recently a proposal for a best-fit

framework for designing and analysing pluralistic extension and advisory systems has been put forward (Birner et al. 2009; Faure et al. 2016).

Strategic management of innovation places the focus on the emergence and supervision of innovation communities (Tropical Agriculture Platform 2016) and on providing support at each stage of the innovation process (Raven 2010). Drawing on theories in the field of adult learning and innovation management, for example Kolb's cycle (Kolb et al. 2000) and transformative learning (Argyris and Schön 1996; Mezirow 1997) (Toillier et al. 2018), it emphasizes the importance of strengthening individuals' innovation capacities, i.e. the knowledge and skills a group needs to effectively use, master and improve existing resources, or create new ones, in order to innovate (Hall 2005). Strategically managing innovation puts into practice the idea that innovation cannot be decreed, but needs to be managed and organised, namely through the acquisition of functional capacity (Allebone-Webb et al. 2016; Tropical Agriculture Platform 2016).

Farmer Field Schools (FFS) have been a major innovation in advisory services. The term FFS was first used in 1989 in Indonesia, when collaboration between IRRI and FAO led to a new participatory field-based extension approach (Duveskog 2013). The aim was to help fight threats to rice productivity caused by brown plant hoppers while limiting the use of synthetic pesticides. Controlling pest outbreaks required farmers to recognize the role of beneficial insects, and to stop systematic spraying (Pontius et al. 2002).

The core of the FAO approach relied on collective field observations to understand complex crop management principles and skills (Gallagher et al. 2006). Its key principles included experiential learning and co-operative experience to enable farmers to make their own decisions, i.e. "what is relevant is decided by the learner" (Pretty 1995). FFS also emphasise the importance of group dynamics and collective action (Tripp et al. 2005). However, as such, the idea of bringing farmers together, exchanging ideas and organising experiments in a few plots is not radically new. Examples of self-study circles can be found in Europe and Australia (Gallagher et al. 2006). Thus, from a broad perspective, Farmer Field Schools (FFS) can be understood as intensive, season-long programmes in which farmers meet regularly to learn and experiment with a crop or topic of their choice (Davis 2006), i.e. as an experiential learning approach (Nederlof and Odonkor 2006). FFS have also been considered to be a transformative learning experience (Duveskog 2013).

In the following decades, the rapid expansion of FFS to over 90 countries led to diversification of the cropping systems and topics addressed (Waddington et al. 2014). In Africa

specifically, FFS mostly focused on integrated production rather than only on pest management, which was the case in their original design (Braun et al. 2006; Davis et al. 2012). The worldwide expansion of FFS not only led to the diversification of topics covered, but also to a variety of ways to implement FFS. Despite common principles, FFS implementation varied in terms of the participants targeted (Phillips et al. 2014) and the key elements of FAO curricula (Waddington et al. 2014).

Assessing the effects and long-term impacts of FFS appears to be as complex as the topics covered in FFS. Summarizing collective experiential learning about complex agroecosystems using only a handful of indicators is challenging, and assessment methods range from large-scale surveys on yield, income or expenditure on pesticides (Davis et al. 2012; Kabir and Uphoff 2007; Settle et al. 2014) to in-depth interviews whose aim is to understand the participants' empowerment (Duveskog et al. 2011). Studies of human and social capital are rare (van den Berg et al. 2020b) despite the FFS aim of strengthening collective action and empowering farmers. Indeed, most FFS assessments focus on agricultural effects on yield or economic performance (Waddington et al. 2014). So far, no approved framework for FFS assessment has emerged, despite the time and money invested in FFS programmes (Van den Berg and Jiggins 2007).

In response to doubts concerning the cost, efficiency and relevance of FFS (Feder et al. 2004; Davis 2006), Van den Berg and Jiggins (2007) argued that FFS should be seen as an investment in adult education, thereby justifying the higher associated costs. Assessing the ability of FFS to generate change is consequently a key issue. The aim of this review was to analyse whether the diversity of FFS interventions is reflected in the assessment methods used to evaluate them. We hypothesise that FFS are often not implemented with the participatory and farmer-centred principles that originally defined them, and that most FFS assessments continue to focus on agricultural performance indicators typical of the TT paradigm.

## 2. Methods

### 2.1. Data collection

We conducted a systematic literature review of peer-reviewed articles that presented an assessment of FFS. While we acknowledge that assessments may be reported in grey literature and that null findings are usually left unreported, potentially providing a more nuanced view of the evidence (Mahood et al. 2014), we chose to limit our systematic review to peer-reviewed literature, which is less heterogeneous in quality and format, less resource-consuming, and

facilitates replicability of our search. Additionally, papers published in reviews considered or suspected of being ‘predatory’ according to Cirad’s classification (Cirad 2017) were not included. Titles, abstracts and keywords in Web of Science and Scopus databases were searched using the following query: “farmer\* field\* school\*” AND (impact\* OR outcome\* OR evaluation\* OR assess\* OR effect\*). As previous reviews covered the years between 1992 and 2004, and as most peer-reviewed articles that assess the impacts of FFS were published after 2004 (Van den Berg et al. 2018), we limited our search to the years 2005-2018. After screening, eligibility, and selection, 34 articles were included in the analysis (figure 15). We excluded outliers with respect to the subject of the research, i.e. studies that did not assess FFS or that reported only on FFS implementation with no assessment of their effects.

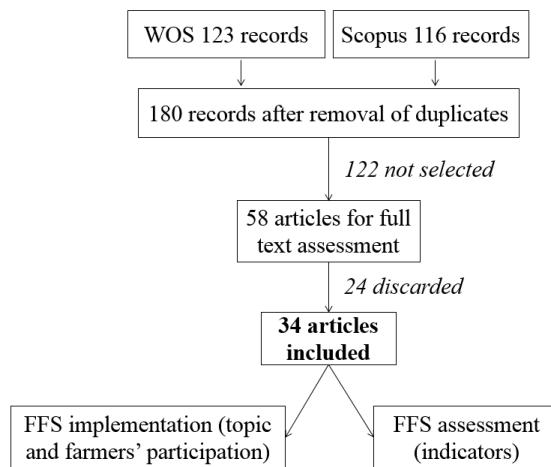


Figure 15 Data collection and analysis.

The reasons for discarding the remaining 24 articles included assessment of the FFS process or implementation itself (n=4); articles presenting results of FFS plots or FFS tests of practices (for instance farmers’ preferences or adoption constraints) (n=5); assessment of a whole project or programme that included FFS (meaning the results could not be attributed to FFS alone) (n=6); assessment of explicitly modified FFS approaches (n=3); studies using panel data gathered in studies prior to 2005 (n=1); and articles that did not include ex-post FFS assessments (n=5).

## 2.2. Analytical framework

### 2.2.1. Characterising the diversity of FFS implementation

The key principles of FFS include being farmer-centred and accompanied by competent facilitators (extension agents, trained farmers). Farmers participate in the choice of topic and

the development of the curriculum is based on their knowledge, skills, and needs. The training process is systematic and relies on field observations, group discussions and analysis during frequent meetings. Thus, FFS are an informal education process focused on discovery and experiential learning, group processes and communication. Skills, and not education, are the goal, along with farmers' empowerment (Nederlof and Odonkor 2006).

Based on these principles, we characterised FFS implementation at two scales: the scope of the topic addressed in each FFS and the level of farmers' participation. Four FFS topics were defined: crop management (a set of practices for a given crop cycle); the cropping system (crop management including temporal or spatial aspects of the cropping system such as crop rotation); the farming system (the cropping system and other components of a farming system such as livestock, forestry, and associated biomass flux); and the integrative level (farming system with integrative topics including health, food security, landscape management, and local institutions).

We analysed the farmer-centered, participatory nature of the FFS process in terms of the level of farmers' participation in making the problem statement and choice of the FFS topics (crops and content of the curriculum). To this end, we used a scale of farmers' participation (Biggs 1989; Reed 2008): contractual (technology transfer: FFS are used to teach farmers a previously selected topic, the problem statement is defined and the choice of topic are made by experts or project staff), consultative (farmers are consulted about their understanding of a situation or a problem, but the final decision regarding the FFS topic and curriculum is made by project staff or experts), collaborative (the topic and curriculum of the FFS are determined by the farmers themselves with the help of a facilitator, and can be adapted locally and/or changed over time), or collegial (the group stands alone in its decisions and choice of the FFS topic and content of the curriculum, possibly with support from trained facilitators to encourage the group and provide appropriate tools). To characterise studies at this scale, we used the following guiding questions: in the process of implementing FFS, when did the diagnosis of the situation take place, and what was farmers' role in this step? Was the FFS topic specified at the project conception step (before the start of activities and without consulting participants)? Who defined the curriculum and was it modified to meet local constraints or local demand?

### 2.2.2. Classifying FFS assessment methods

We classified the selected articles by looking at the impact pathway (Douthwaite et al. 2003), which shows the causal chain from inputs, to outputs, to outcomes and impacts. We

characterised the impact pathway for FFS participants which led us to define its elements as follows:

- Inputs: the knowledge and skills (financial, social, critical thinking, analysis) farmers had acquired on completion of the FFS.
- Outputs: the results of the farmers' application of these inputs: agricultural practices, agricultural or economic performance including income, experimentation, trust, or combinations of these outputs.
- Outcomes: the effects of using the outputs: collective action, networks, advocacy; savings, loans, assets; food production, diversification, conservation; confidence, mindset, health.
- Impact: the long-term effects on poverty reduction, financial security; empowerment, quality of life, food security, ecosystem services, resilience.

### 3. Results

A large proportion of studies did not meet our inclusion criteria (180 articles screened vs 34 studies selected). The 34 studies evaluated 27 FFS projects or programmes. In 19 studies, the FFS topic was related to IPM (56%), followed by IPPM and Integrated Crop and Pest Management (5 studies, 15%).

#### 3.1. Types of FFS implementation

The two scales of the FFS topic and farmers' participation led to the identification of three types of FFS implementation (figure 16). In 15 studies, the description of the FFS implementation was not sufficiently specific and the studies were therefore not included in this analysis. The confusion surrounding FFS principles and objectives was underlined by the fact that half the assessments we analysed did not even describe the FFS. It was therefore impossible to build a typology based on the actual features of the FFS (for instance, the type of facilitators and their training in FFS, how to make the diagnosis, duration, type of land use, selection of farmers, etc.) due to the lack of details in most articles. FFS were originally intended to be adapted to local conditions and farmers' priorities, but some articles simply referred to "FFS principles" or "FFS guidelines" showing they are perceived as a well-known, standard method to be applied in the field.

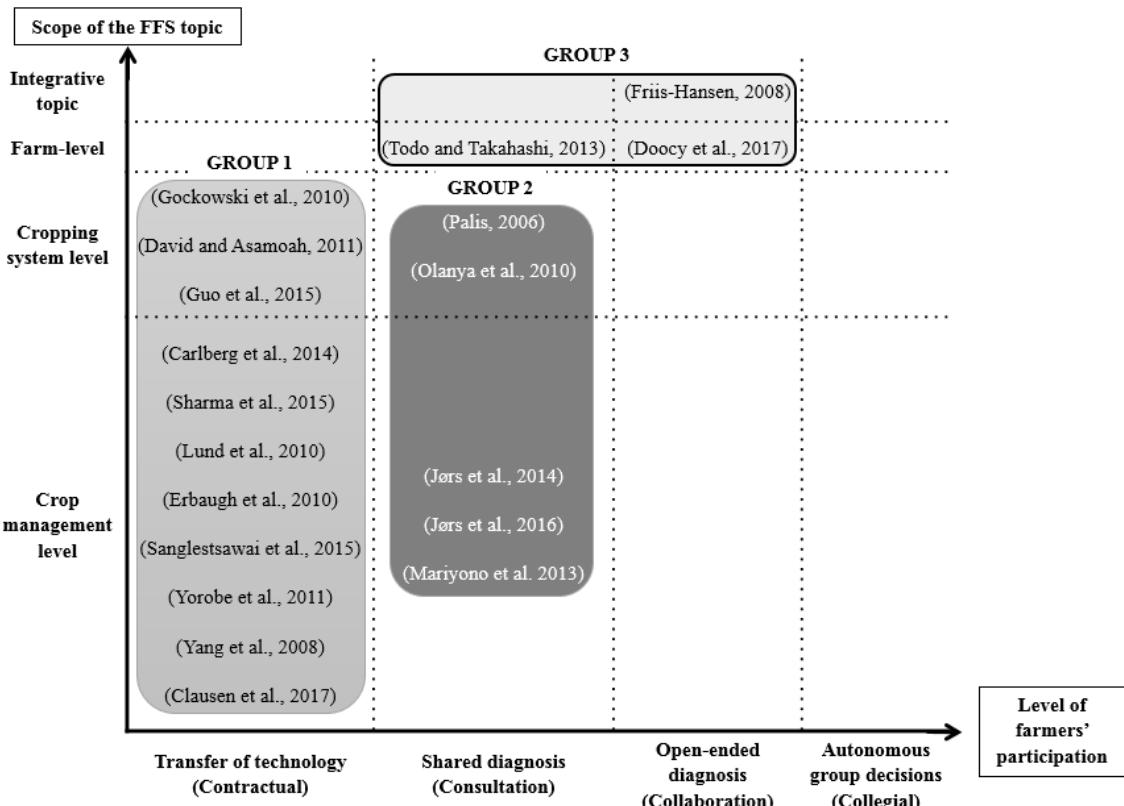


Figure 16 Position of selected Farmer Field School assessments according to the FFS topic and farmers' participation.

Regarding FFS curricula, 11 out of 19 of the remaining cases (58%) covered crop management topics, although cropping system aspects were sometimes also mentioned. Six articles mentioned that FFS covered farm related or integrative topics. FFS curricula at crop management level were focused on a particular crop, e.g. groundnuts, onions or cowpea, or one technical aspect, for example, the safe handling and use of pesticides (Clausen et al. 2017). At cropping system level, FFS curricula added concepts concerning the spatial or temporal arrangement of crops that are often included in integrated crop and pest management of cocoa, rice or potatoes. At farm level, Todo and Takahashi (2013) describe FFS focused on farm management, vegetable cropping and tree nurseries for reforestation. Doocy et al. (2017) describe FFS focused on farming practices and postharvest handling of common local crops but also on business and natural resources management. The study by Friis-Hansen (2008) was classified under 'integrative topics' because the FFS used a multidimensional approach and included nutrition and health topics (for example HIV and AIDS, malaria), water and soil conservation and financial management skills.

Regarding farmers' participation, 11 out of 19 assessments described FFS technology transfer approaches at crop management or cropping system level. In these articles, the topic

covered by the FFS was decided at the project set-up stage, and the curriculum was designed by experts or researchers. Some articles explicitly mentioned the objective as being the demonstration and dissemination of knowledge or skills (Erbaugh et al. 2010). Many articles did not mention any farmers' inputs in the early stages of the project, or the time or place where farmers could have expressed their opinion about the content of the FFS.

Eight articles described collaborative and consultative approaches. By consultation, we mean that some local authorities or farmers were consulted during the initial stage of the project. This could be a baseline study (Jørs et al. 2016) or participatory assessment (Mariyono et al. 2013). By collaboration, we mean cases in which project staff and FFS participants agreed on the FFS content and process, leading to local adaptations and/or adaptation over time. For example, Friis-Hansen (2008) described how groups wrote a simple grant proposal focused on their common goals, and managed the funds to pay a facilitator themselves. Doocy et al. (2017) explained that topics were adapted locally and changed in the second year of the FFS. Only consultative or collaborative FFS appeared to go beyond the crop management and cropping system level to embed farm management or integrative topics. This could be linked to the fact that many FFS only run for a limited period (one or two cropping seasons), but we did not have sufficient data to conclude. Still, the nature of the FFS itself (at least one whole cropping season) makes it impossible to focus on only one specific technical aspect. No case was cited of FFS relying on autonomous group decisions.

Three types of FFS implementation were identified:

- Type 1: Technology transfer (contractual participation) at crop management or cropping system level (n=11). These articles expressed the idea that FFS are primarily intended to teach farmers about a technical subject that experts in the domain consider relevant, which is why we changed the name of this type of implementation to “technology transfer”.
- Type 2: Consultative participation at crop management or cropping system level (n=5). The FFS described have, to some extent, achieved farmer participation by means of consultation at early stages of the project. Nevertheless, these FFS remain primarily focused on technical subjects.
- Type 3: FFS at farm level, or an integrative topic (n=3), consultative or collaborative participation. These FFS topics go beyond the cropping system and cover aspects related to farm management, landscape, or health. Farmers' preferences are included through consultation or adaptation to the local context.

We emphasise the diversity of approaches labelled “FFS” and that the most integrative FFS approaches simultaneously referred to consultative and collaborative participation. Our results mean that stakeholders implementing FFS pursue different objectives and use different approaches. When the objective is the “linear” adoption of innovations, the topic and curriculum is decided by experts or project staff, with or without consultation with the farmers, and mostly focuses on technical issues. When the objective is strengthening individual or collective capacity to identify, experiment and solve farmer’s specific problems, consultation, or collaboration is pursued. Farmers’ preferences and constraints are discussed and included (e.g. sharing of the workload between men and women). When the objective is farmers’ empowerment, the FFS seeks to establish connections or collaboration to help farmers improve their situation through collegial participation and decision-making.

### 3.2. FFS assessment

The studies usually sought to assess FFS’ effects (25/34) using quantitative indicators such as yield or income in the case of outputs, followed by mixed methods (6), for instance assessing effects on crop productivity and subjective appraisal of knowledge. A counterfactual (FFS participants VS non-participants) was applied in 33 out of 34 of the studies. Studies using quantitative methods usually applied one (22/25) data collection method (surveys using structured questionnaires), while studies using qualitative or mixed methods always used a combination of data collection methods (structured questionnaires, focus groups, in-depth interviews, interviews with key informants, direct observations, field measurements).

Based on our results we established five FFS assessment typologies:

- Focus on inputs for farmers (skills or knowledge) (n=3)
- Focus on outputs for farmers (change in practices, agricultural and/or economic performance or combinations of these) (n=10)
- Focus on both inputs and outputs for farmers (skills or knowledge and changes in practices, agricultural or economic performance) (n=11)
- Focus on outcomes for farmers (use of outputs) (n=4)
- Focus on impacts for farmers (n=6)

Knowledge (n=15), change in agricultural practices (“adoption of innovation”) (n=22), yield (n=11) or costs and/or income (n=8) were the most frequent indicators. Four studies focused on health (n=3) or environmental outcomes (n=1) linked to pesticide use. Six studies

Table 5 Position of selected Farmer Field School assessments according to the type of implementation of the FFS and impact pathway.

	<b>Focus on inputs for farmers (skills or knowledge) (n=3)</b>	<b>Focus on outputs for farmers (change in practices, agricultural and/or economic performance) (n=10)</b>	<b>Focus on both inputs and outputs for farmers (skills or knowledge and change in practices, agricultural or economic performance) (n=11)</b>	<b>Focus on outcomes for farmers (use of outputs) (n=4)</b>	<b>Focus on impacts for farmers (n=6)</b>
<b>Group 1: Transfer of technology at crop management / cropping system level (n= 11)</b>	David and Asamoah, 2011; Guo et al., 2015; Yang et al., 2008.	Carlberg et al., 2014; Gockowski et al., 2010; Sanglestsawai et al., 2015; Yorobe et al., 2011.	Erbaugh et al., 2010; Lund et al., 2010	Clausen et al., 2017; Sharma et al., 2015.	
<b>Group 2: Shared diagnosis at crop management /cropping system level (n= 5)</b>			Jørs et al., 2016; Mariyono et al., 2013; Olanya et al., 2010; Palis, 2006.	Jørs et al., 2014;	
<b>Group 3: Farm or integrative level (n= 3)</b>		Todo and Takahashi, 2013			Doocy et al., 2017; Friis-Hansen, 2008
<b>Group 4: Autonomous group decisions (n=0)</b>					
<b>Unidentified FFS type (n=15)</b>		Davis et al., 2012; Kabir and Uphoff, 2007; Rejesus et al., 2009; Ricker-Gilbert et al., 2008; Settle et al., 2014.	Ali and Sharif, 2012; Luther et al., 2018; Mancini et al., 2008; Rejesus et al., 2012; Tripp et al., 2005.	Mancini et al., 2009.	Duveskog et al., 2011; Friis-Hansen and Duveskog, 2012; Larsen and Lilleør, 2014; Mancini et al., 2007

were impact assessments and covered long-term social financial, human, or natural effects.

Studies that only assessed inputs for farmers all used knowledge tests or scoring. Studies that only focused on outputs for farmers used a mix of indicators of changes in agricultural practices (adoption, or expenditure on insecticides as a measure of insecticide use, for example (Yorobe et al. 2011)), production (yield) and economic indicators such as income, profit or productivity. Studies listed in the third column used combinations of these indicators. Studies on outcomes for farmers included health concerns, namely self-reported occurrence of pesticide poisoning (Mancini et al. 2009; Jørs et al. 2014; Clausen et al. 2017), and one study measuring the field environment impact quotient (Sharma et al. 2015). Studies of the long-term impacts of FFS used indicators to score well-being, poverty and food security (Friis-Hansen 2008; Larsen and Lilleør 2014; Doocy et al. 2017). Two studies focused on empowerment, community relations and gender roles (Duveskog et al. 2011; Friis-Hansen and Duveskog 2012).

### 3.3. Links between types of FFS implementation and assessment

As we observed diverse types of FFS implementation, it was important to know if certain types of assessment are preferred for certain types of FFS implementation, as this could influence the type of outcomes and impacts reported. The last row in table 5 contains the 15 articles we were unable to include in the typology of FFS implementation (figure 16) due to lack of sufficient details concerning the FFS assessed in the study.

Studies in the type 1 implementation category (FFS for technology transfer) used different assessment indicators ranging from inputs to outcomes for farmers. The authors assessed the farmers' levels of knowledge on completion of the FFS (Yang et al. 2008; David and Asamoah 2011; Guo et al. 2015), changes in economic indicators (Yorobe et al. 2011; Sanglestasawai et al. 2015) and production indicators (Gockowski et al. 2010; Carlberg et al. 2014). Erbaugh et al. (2010) and Lund et al. (2010) linked knowledge tests with the adoption of agricultural practices. Two studies on outcomes focused on the effects of pesticide use on human health (Clausen et al. 2017) or on the field environment (Sharma et al. 2015).

Studies in the type 2 implementation category all combined indicators of changes in agricultural practices with knowledge (Olanya et al. 2010; Mariyono et al. 2013; Jørs et al. 2016) or social skills (Palis 2006) acquired during the FFS. Jørs et al. (2014) also assessed pesticide poisoning.

Only two studies in the type 3 implementation category assessed impacts for farmers: Doocy et al. (2017) assessed household food security and child nutritional status, and Friis-

Hansen (2008) assessed poverty and well-being. Todo and Takahashi (2013) assessed FFS that covered vegetable cropping and reforestation practices in Ethiopia, but the evaluation focused only on income from agriculture and changes in agricultural practices.

Most unidentified FFS implementation types focused on outputs or a combination of inputs and outputs. Only consultative or collaborative FFS covered farm management or integrative topics, however most were assessed using the same indicators used for TT or unidentified types of FFS. Most studies used a limited number of indicators, particularly focusing on outputs and outcomes, and no study attempted to disentangle the causal chain underlying the complex learning processes that occur in FFS, and the role of contextual factors. There were two exceptions in which complex FFS were assessed using complex food security, well-being and poverty indicators: Doocy et al. (2017) studied the link between agricultural practices, marketing, financial services, food security and child nutritional status, and Friis-Hansen (2008) linked poverty and well-being to institutional transformation. Other assessments focussed on complex impact indicators and their interactions (Duveskog et al. 2011; Friis-Hansen and Duveskog 2012; Larsen and Lilleør 2014) but with only limited description of FFS implementation.

## 4. Discussion

### 4.1. FFS as a “catch-all” term

Stakeholders who implement FFS pursue different objectives ranging from the “linear” diffusion of innovation, farmer capacity building, to farmer empowerment. The three types of FFS implementation we identified (technology transfer; consultative participation at the crop management or cropping system level; farm level or integrative topics with consultation or collaboration) therefore rely on different assumptions in which farmers are expected to play roles ranging from passive recipients of information to active stakeholders. The diversity of FFS results in confusion concerning the expected outcomes and impacts for farmers. Tripp et al. (2005) pointed to similar challenges regarding the term IPM, used to label any non-calendar pesticide use principle or technique. Muilerman et al. (2018) stated that FFS implementation often emphasizes dissemination rather than the adaptation of technologies. Previous meta-analyses identified similar variations in FFS curricula and in the participants targeted. Among other barriers to the effects of FFS, Waddington et al. (2014) identified the top-down delivery of training, the irrelevance of the curriculum, and the lack of training and support for the facilitators. Phillips et al. (2014) questioned the targeting strategy of FFS (equity to include the

poorest, or efficiency to include farmers with resources, agency, and education). The effects of targeting have been shown to influence farmers' adoption of FFS practices.

FFS principles are not consistent with a simple technology transfer logic. This has been stated since the very first FFS systematizations, and yet it apparently continues to be the case in many implementations today. Several authors (Nederlof and Dangbégnon 2007; Nederlof and Odonkor 2006) reported this shift in objectives.

Why are FFS, a resource-intensive adult education intervention, often used to achieve technology transfer, as our results show? Depending on the complexity of the message to be transferred, FFS may or may not be the most cost-efficient extension approach (Bentley et al. 2007; Ricker-Gilbert et al. 2008). The FFS approach has become popular and is an attractive package for the institutions involved and for donors who wish to promote participation, empowerment and decentralisation for rural development (Tripp et al. 2005). Another hypothesis is that FFS can be used to transfer technologies while relying on participation as a facilitation tool, rather than giving the farmers decision-making power and ownership of the FFS. This results in simplified FFS that cost less but still have the benefits of participatory group-based dynamics. Under this hypothesis, participation is relegated to the diagnosis stage in the form of consultation with farmers, after which «experts» develop the curriculum, thereby standardising the FFS, and reducing farmer's ownership. Collaborative participation of farmers, on the other hand, implies that the content of each FFS is not predefined, placing those who implement FFS in a position where they facilitate the emergence of learning needs in local groups of farmers (Kilelu et al. 2014). This raises the question whether FFS can be promoted as a ready-to-use standardised method, which reduces its ability to increase the decision-making power of farmers and their ownership of the process. When collaborative dynamics occur in the field, FFS offer a unique opportunity to implement open-ended advisory services, thereby reinforcing group empowerment and critical thinking, which are crucial capacities for innovation processes (Tropical Agriculture Platform 2016). However, our results show that FFS often strive to go beyond the “consultative” stage on a participatory scale. At the other end of the participatory scale, we observed no case of “autonomous group decisions”. This raises questions concerning the limits of FFS in their current use, their targeting, and the need to think about the complementarity of advisory services for successful interactions with and/or integration in existing farmers' groups.

The most integrative FFS were also the most participatory FFS. This seems logical because a broad range of topics gives farmers the opportunity to choose and hence to be more

in control of the process, as opposed to being the recipients of the linear transfer of a predetermined technology. Khumairoh et al. (2019) proposed a simplified FFS that integrates farmers' feedback on agronomic challenges in the case of complex rice systems (CRS). The authors conducted a participatory evaluation of the performance of the CRS along with a knowledge test. However, beyond technical issues, farmers are also interested in topics related to social and economic constraints, or medium- and long-term strategies for farm management (Leeuwis and Ban 2003). Enhancing farmers' ownership of the FFS process and enabling farmers' empowerment by implementing FFS designed to include farmers' preferences and feedback is crucial to ensure the content of FFS is more relevant for farmers. The profiles of the extension agents and facilitators thus play a key role, as the same people are often asked to shift from previous top-down extension systems to participatory approaches (Waddington et al. 2014). Agricultural advisory services need new individual and collective capacities to improve interactions among the range of actors involved (Sulaiman and Davis 2012).

## 4.2. Diversity in FFS assessments

Studies rarely provide sufficient information concerning all the long-term impacts of FFS. Indeed, despite the relative diversity of FFS assessment methods, most studies focus on inputs (knowledge and skills) and outputs (changes in practices, in agricultural or economic performance) for farmers. Studies of outcomes (e.g. savings, loans, production diversification, self-confidence) and impacts (e.g. poverty reduction, quality of life, empowerment, environment) are rare. Other reviews noted the lack of FFS assessments (Van den Berg and Jiggins 2007), the imbalance between short-term and long-term effects (van den Berg et al. 2020b), as well as the insufficient internal validity of assessments to inform policy (Waddington et al. 2014).

The meta-analysis by Waddington et al. (2014) includes an extensive discussion of how many FFS assessments are high-risk-of-bias publications due to selective outcome reporting or under-reporting of insignificant or negative findings, which we esteemed potentially less likely in the peer-reviewed literature. However, our selection process also has drawbacks, as the selected sample of studies may not be representative of all FFS assessments. We cannot exclude the possibility that more recent pilot projects using collaborative approaches or assessments that attempted to address higher scope or higher participation level FFS were not included because more complex and systemic effects might not be assessed at all, or are only published

in reports. Nonetheless, our systematic review aimed to provide a replicable and robust analysis of peer-reviewed literature.

The methods of assessment and indicators used all contain implicit assumptions thereby reinforcing our conclusion that FFS are implemented to achieve different objectives ranging from the diffusion of technologies, to strengthening individual or collective problem-solving capacities, to empowerment and collective action. These objectives correspond to different expectations regarding the farmers' role in - and contributions - to the FFS process. Indeed, when FFS are truly collaborative and "*teaching is seen as a facilitating process that assists people to explore and discover the personal meaning of events for them*" (Pretty 1995), the inputs in terms of knowledge and skills vary between FFS groups and between FFS participants.

One might ask why knowledge, adoption and agricultural or economic performance are the most common indicators, as they cannot account for the diversity of FFS processes and the variations in local adaptations. One might also ask why counterfactual approaches (FFS participants vs non-participants) were used in nearly all studies, independently of the type of FFS implementation and their objective, with a predominance of quantitative counterfactual designs. While quantitative counterfactual approaches are appropriate to measure impacts, they seldom evaluate the processes that generated them or assess unexpected and unintended outcomes and impacts. We argue that the way FFS are currently evaluated misses part of the complex and diverse effects that FFS aim to achieve in the first place. Certainly, the focus of our literature review on peer-reviewed studies that explicitly mention impact, outcome or effect evaluation of FFS, limits the pool of knowledge from which we draw this conclusion. Nonetheless, our key finding that the peer-reviewed evaluation literature reduces the effects of any type of FFS to a limited set of standard variables, such as the adoption of practices or yields, that do not account for farmers' on-farm experimentation, adaptation, and transformation of what they learned, beyond a specific technological package, has important implications for their assessment. The fact that projects with higher levels of complexity are assessed using relatively simple indicators (e.g. measures of the performances of inputs/agricultural outputs) suggests a disconnect between FFS practitioners and the evaluators who conduct the impact assessments. This also points to a broader discussion in the evaluation literature underlining the importance of identifying a range of designs and understanding when their use is appropriate (Stern et al. 2012; Rogers 2009). Indeed, robust mixed methods studies have shown that the explanatory power of standard impact evaluations increases significantly when the underlying processes of change are thoroughly studied along with the measurement of change (Rao et al. 2017).

### 4.3. Ways forward in FFS assessment

Our results reveal the challenges facing the assessment of complex advisory systems based on the principles governing adult education and aimed at strengthening farmers' complex skills. Stakeholders who underline the close links between technology and economic growth tend to emphasise the importance of technology transfer in FFS implementation and assessment (e.g. Feder et al. (2004); Sanglestsawai et al. (2015), while others focus on farmer empowerment and on farmers' ability to experiment and take effective decisions (Bartlett 2008; Duveskog, Friis-Hansen, and Taylor 2011; Nederlof and Odonkor 2006). A crucial yet seemingly basic recommendation for future FFS assessments is that they should accurately describe the FFS implementation to 1) understand what has been done (and the underlying assumptions), and 2) be able to link it to the reported effects. Indicators of FFS implementation (such as how long the FFS lasts, the facilitators' profile and training, the farmers' degree of participation in the statement of the problem, choice of the topic and definition of the curriculum, inclusion of local knowledge, and changes in the curriculum and adaptation to local group constraints) clarify the objectives of the action and describe the level of participation.

To assess the diversity of FFS, impact assessment methods that aim at measuring selected outcomes and impacts are necessary, but should be complemented by evaluations of the processes, causal mechanisms, and of the whole range of positive and negative impacts generated. Indeed, rigorous quantitative counterfactual assessments also require a good understanding of the processes and programme theory behind the intervention (White 2009). Van den Berg et al. (2020b) describe the causal chain of FFS impacts across the human, social, natural, and financial domains. Systematic evaluations based on programme theory would identify the factors that enable impacts and lead to unexpected outputs or outcomes (White 2009). Such evaluations could be embedded in FFS implementation through *ex ante* development of programme theory and/or prospective assignments to build rigorous counterfactuals, and should account for heterogeneity of the beneficiaries (Waddington and White 2014; Rejesus and Jones 2020) and of the intervention (FFS topic).

While counterfactual assessments are rigorous and worth undertaking when the objective is to measure differences in quantifiable indicators, they should not be the only approach used to assess FFS, especially when the effects that FFS aim to achieve are diverse and complex. The challenge is to assess FFS while accounting for this complexity and the embeddedness of learners in wider systems. FFS assessments should thus focus on providing context-relevant feedback and evaluating the effects of FFS as a farmer-centered experiential

learning approach. As detailed by Mancini and Jiggins (2008), one way forward is the complementarity of conventional and participatory assessment methods to increase the depth and relevance of reported effects. Participatory approaches and in-depth interviews can also shed light on the winners and losers of FFS implementation, and disentangle the variety of effects FFS have on participants. Mixed methods evaluations would evaluate the ability of FFS implementation to adapt to evolving local contexts, preferences and needs, by analysing when and why FFS are successful learning experiences and for whom. Methods that allow impact indicators to be chosen in collaboration with the actors (Faure et al. 2016, 2020) or that focus on capacity to innovate (Douthwaite and Hoffecker 2017) should be further developed. For instance, Douthwaite et al. (2007), conducted an impact pathway analysis on an entire project including FFS over a 3-year period. To our knowledge, no other FFS assessments have been conducted in this way. Innovative design of FFS assessment could help assess changes in FFS approaches, such as Junior FFS (Bonan and Pagani 2018), and the growing need to address integrative topics in FFS.

## 5. Conclusion

To the best of our knowledge, this study is the first to provide evidence for the diversity in FFS implementation linking it to its assessment. Farmer Field Schools have undergone a shift from a technology transfer to a participatory advisory services paradigm. Drawing on concepts of strategic management of innovations, FFS originally aimed to support individual and collective innovation in agriculture through capacity building.

Our results brought to light a paradox between the theoretical paradigm shift and the actual implementation and assessment of FFS. Indeed, despite the existence of a common framework, we identified three types of FFS implementation that pursue different objectives. Technology transfer was the most common type of FFS implementation in our sample, revealing a disconnect with the original FFS paradigm.

Moreover, most FFS assessments focused on measuring knowledge, adoption and agricultural or economic performance indicators, missing the evaluation of outcomes and impacts linked to the principles of collaboration and adaptation to local conditions that originally defined FFS. For example, FFS should be evaluated in terms of their ability to increase the participants' capacity to innovate and the subsequent impacts of their increasing capacity.

Our results highlight the challenges of assessing advisory services that include farmers' participation with an empowerment objective. Assessing the diverse and complex impacts of participatory and integrative advisory services requires assessment methods that embed systems thinking and make it possible to navigate complexity.

## Chapitre 3 : Evaluation des effets des champs-écoles sur les trajectoires de changement de pratiques des agriculteur·rice·s

Ce chapitre a été publié en tant qu'article: Teatske Bakker, Patrick Dugué & Stéphane de Tourdonnet (2021) Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices, *Agronomy for Sustainable Development*, DOI: 10.1007/s13593-021-00667-2

### Résumé

En Afrique de l'Ouest, les agriculteur·rice·s sont confrontés à des défis pour innover et changer leurs pratiques vers des systèmes de culture plus durables. Les champs-écoles (CE) sont une approche participative de conseil visant à soutenir l'innovation des agriculteur·rice·s. Cette étude examine l'innovation des agriculteur·rice·s en caractérisant leurs trajectoires de changement de pratiques agricoles après la participation à un CE.

Deux types contrastés de CE à destination des exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest ont été sélectionnés. Les CE différaient par la manière dont ils étaient mis en œuvre: la participation des agriculteur·rice·s était soit consultative (les agriculteur·rice·s participaient peu à l'élaboration du curriculum et de la structure du CE), soit collaborative (les agriculteur·rice·s participaient activement à l'élaboration du curriculum et de la structure du CE). D'ancien·ne·s participant·e·s des CE ont été enquêté·e·s sur leurs changements successifs de pratiques culturelles sur une période de 4 à 8 ans. L'échantillon comprenait sept CE sur les cultures pluviales (17 entretiens au Burkina Faso, 22 au Togo), et quatre CE sur les cultures maraîchères (21 entretiens au Togo). Le cadre Efficacité-Substitution-Reconception a été appliqué à la protection des cultures, à la fertilisation organique et minérale et aux pratiques de culture des légumineuses.

Nos résultats montrent que la manière dont les CE ont été mis en œuvre a influencé les trajectoires de changement de pratiques des agriculteur·rice·s. Après des CE consultatifs, les changements de pratiques étaient limités. Après des CE collaboratifs, nous avons constaté une variété de changements dans la production et l'utilisation de compost, de biopesticides, et l'inclusion de légumineuses dans le système de culture par des cultures pures ou associées. La reconception des systèmes de culture a été atteinte par l'augmentation de la production de compost à la ferme, la gestion collective de la protection des cultures maraîchères et la rotation des cultures. Les CE collaboratifs peuvent être considérés comme des processus de conception pas-à-pas de systèmes de culture localement adaptés.

Cette étude est la première à mobiliser les trajectoires de changement des pratiques des agriculteur·rice·s pour l'évaluation des effets des CE. Cette approche permet de comprendre la prise de

décision des agriculteur·rice·s et le rôle des initiatives participatives de soutien à l'innovation telles que les CE.

**Mots clés** : soutien à l'innovation, services de conseil, évaluation d'impact, agroécologie, transition, transfert de technologie, Burkina Faso, Togo, cultures pluviales, maraîchage.

## Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices

Teatske Bakker <sup>a, c</sup>, Patrick Dugué <sup>a, c</sup> and Stéphane de Tourdonnet <sup>b</sup>

<sup>a</sup> *CIRAD, UMR INNOVATION, F-34398 Montpellier, France.*

<sup>b</sup> *INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.*

<sup>c</sup> *Univ Montpellier, F-34090, Montpellier, France.*

### Abstract

In West Africa, farmers face challenges to innovate and change their practices toward more sustainable cropping systems. Farmer Field Schools (FFS), an advisory service based on participatory principles, aim to support farmers' innovation. This study investigates farmers' innovation by characterizing their trajectories of change in agricultural practices after they participated in FFS.

Two contrasting types of FFS for family farmers in the cotton-growing area of West Africa were selected. The FFS differed in how they were implemented; farmer participation was either consultative (farmers participated little in developing the FFS curricula and structure) or collaborative (farmers participated actively in developing the FFS curricula and structure). Former FFS participants were interviewed on their successive changes in cropping practices over a 4 to 8-year time span. The sample included seven FFS on rainy season cropping (17 interviews in Burkina Faso, 22 in Togo), and four vegetable gardening FFS (21 interviews in Togo). The Efficiency-Substitution-Redesign framework was applied to pest management, organic and mineral fertilization and legume cropping practices.

Our results show that the way FFS were implemented influenced farmers' trajectories of change in practices. After consultative FFS, changes in practices were limited. After collaborative FFS, we found a variety of changes in the production and use of compost, biopesticides, and inclusion of legumes in the cropping system through intercropping or pure cropping. Redesign of cropping systems included increasing on-farm compost production, collective pest management, and crop rotations. Collaborative FFS can be seen as step-by-step design processes for locally adapted cropping systems.

This is the first time that farmers' trajectories of change in practices are used to assess the effects of FFS. This approach is valuable for understanding farmers' decision making and the role of participatory innovation support initiatives such as FFS.

**Keywords:** innovation support, advisory services, impact evaluation, agroecology, transition, technology transfer, Burkina Faso, Togo, rainy season, vegetable gardening.

## 1. Introduction

Supporting agricultural innovation has become extremely important, especially to tackle the challenges facing smallholder farming in Sub-Saharan Africa (Hounkonnou et al. 2012). Innovation is defined here as a process of technical and institutional change at the farm and higher system levels that influences productivity, sustainability and poverty reduction (Röling 2009). Supporting innovation is a particularly effective means to promote agroecological transitions toward sustainable production systems that also are economically viable and socially just (Altieri 2002). Agroecology relies on ecosystem function principles that may require the redesign of the agroecosystem at various scales (Tittonell 2014). These agroecological principles challenge assumptions about how knowledge is produced and used, and require farmers to find their own solutions and adapt their practices to changes in their own context (Warner 2007; Catalogna et al. 2018).

By providing a framework to analyse and design support for agricultural innovation, the agricultural innovation system (AIS) approach acknowledges contributions made by all stakeholders involved in knowledge development (Klerkx et al. 2010; Hounkonnou et al. 2012). However, the majority of AIS literature focuses on organizational and social aspects at levels above that of the farm (Schut et al. 2014; Kilelu et al. 2014), and these same studies tend to consider innovation to be a collective process of creation (Toillier et al. 2018). Farmers' innovation processes have been far less studied at the farm scale than collective learning processes.

Supporting on-farm innovation processes is nonetheless the focus of several initiatives using either a top-down perspective or participatory approaches. As agroecology is not a set of pre-defined techniques, but relies instead on principles to manage the agroecosystem, farmers' participation is particularly important to optimize the configuration of farming systems (Warner 2007). Participatory action research initiatives aim to produce local knowledge, help stakeholders find their own solutions, and get farmers to reconsider their practices along the way (Berthet et al. 2016). Since the paradigm shift from technology transfer approaches (Rogers 1962) to more participatory and group-based approaches, advisory services have aimed to better account for farmers' demands (Birner et al. 2009). Farmer Field Schools (FFS), a participatory

field-based approach, are emblematic of this shift toward more farmer-centred advisory services (figure 17). In FFS, groups of farmers meet routinely with a trained facilitator (technician or farmer) in the “FFS field” for practical training during one or several production cycles. FFS seek to support farmers’ competences and rely on field observations, collective action and experiential learning (Van den Berg and Jiggins 2007). FFS have been used in several countries by the FAO and other international agencies, national governments and NGOs on various topics, and their implementation varies (Waddington et al. 2014).



Figure 17 Farmer Field Schools (FFS) are a participatory field-based approach that seek to support farmers’ competences and rely on field observations, collective action and experiential learning (Photo: T. Bakker).

It is important to assess the effects of innovation support initiatives such as FFS on farmers’ choices and performance from both technological and social perspectives. However, the link between such initiatives and farmers’ actual innovation is not clear and has rarely been studied in Africa (Glover et al. 2016). Better understanding this link requires identifying farmers’ changes in practices at the cropping system and farming system levels, and consequently the definition of relevant indicators of change in each context. Farmers’ innovation can be studied at a given moment in time, for example through innovation tracking (Salembier et al. 2016), or over time, highlighting how successive changes in farmers’ practices lead to a transition of the farm (Lamine 2011; Chantre et al. 2015). However, relatively few data are available on farmers’ changes in practices over time in West Africa. Moreover, the usual impact assessments made after the completion of an innovation support initiative like FFS often fail to grasp the temporal dynamics of farmers’ changes in practices, although some adoption studies integrate temporal dynamics (Kiptot et al. 2007). Instead, most studies focus

on demonstrating knowledge acquisition by farmers, or consider changes in practices in terms of adoption of a particular technique, or use indicators of economic or agronomic performance as proxies. Although necessary, most assessment methods offer only a partial view of a complex situation that focuses on the agricultural effects of an innovation support intervention (Mancini et al. 2007; Glover et al. 2016).

Increasing interest in more integrative assessment methods has led to the development of alternative impact assessment approaches (Mancini and Jiggins 2008). The analysis of temporal dynamics in farmers' changes in practices may be useful to identify triggers of change, constraints to adoption, and adaptations of practices to the farmer's own priorities (Chantre et al. 2015; Mawois et al. 2019). Such a comprehensive assessment of an innovation support intervention can also help understand how differences in the implementation of innovation support initiatives lead to differences in farmers' trajectories of change in practices.

This work aims to analyse farmers' trajectories of change in agricultural practices to assess the effects of two contrasting implementations of FFS on farm-scale agricultural innovation and agroecological transition. Two contrasting types of FFS implementation were selected. They differed with regard to whether farmers' participation in the FFS process could be characterized as being consultative or collaborative. We focus on farmers' trajectories of change in practices to better understand farmers' decision making, highlight the influence of FFS on farmers, and overcome the limits of existing FFS assessments. The remainder of the article is structured as follows: we first describe the issues concerning farmers' innovations in a cotton growing area in West Africa and the FFS implemented. We then characterize farmers' trajectories of change in practices in light of the innovation processes and the implementation of the FFS analysed. Finally, we discuss the relevance of our approach with respect to FFS assessment methods.

## 2. Material and methods

### 2.1. Contrasting FFS for family farms in the cotton area of West Africa

The survey was conducted in 2018 and 2019 in northern Togo and western Burkina Faso, two parts of the West African cotton belt, which made it possible to compare contrasting implementations of FFS in similar soil-climatic conditions. Staple crops (maize, sorghum) and cash crops (cotton, sesame, soybean) are grown in the rainy season from May to October.

Cowpea is the most frequently grown legume. Vegetables (tomatoes, onions, cabbages, chili peppers) are generally irrigated manually from November to March in areas close to cities and in bottomlands. Family farming systems include one or several households and are characterized by different sub-systems (livestock systems, rainy season and vegetable cropping systems and/or processing systems) that operate individually (livestock, individual plots) or collectively (family plots), while sharing some land, material and workforce resources. Biomass fluxes and soil fertility management are important issues due to shared access to pasture and limited access to transport, biomass and manure (Blanchard et al. 2017). The use of draft animals is widespread, almost systematic, but resource-constrained farms do not own oxen or animal-drawn tools.

The FFS in the two agricultural situations studied differed (Table 6). In Burkina Faso, the three FFS we analysed were part of a large-scale initiative to promote “good agricultural practices” in integrated production and pest management launched in 2009 by the FAO in collaboration with the cotton producers’ organization (UNPCB). Working with the national research institute (INERA) and the Ministry of Agriculture, this initiative identified as its objective better cotton productivity at least cost while preserving the environment. The curriculum was defined before the FFS were set up in the villages by the project staff and the regional extension services with the expertise of INERA researchers. The curriculum centred on annual use of manure, non-conventional cotton pest management practices (biopesticides, insect counting) and the inclusion of legumes in crop rotations. It originally focused on the cotton-maize-*Mucuna pruriens* (a forage and cover crop) crop rotation, but *Mucuna* was later replaced by cowpea or soybean. The FFS set-up compared a “good agricultural practices” cropping system with three crops in rotation (annual manure input on maize and cotton, recommended dose of mineral fertilizer, biopesticides and threshold treatment for cotton) with a “farmers’ practices” plot (little to no organic fertilizer, synthetic pesticides at recommended doses, variable doses of mineral fertilizer depending on the farmers’ resources). This was followed by a phase of training master trainers, who subsequently trained other trainers, either technicians or farmer facilitators.

In Togo, the NGO “Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières” (AVSF), working with a local farmers organization (UROPC-S) and the Togolese agricultural extension institute (ICAT), launched the 2014-2017 “Durability and resilience for family farms in northern Togo” project. The aim was to fight against the degradation of arable land and promote farm resilience through agroecological practices. FFS were included to help farmers improve their rainy season

and gardening cropping systems, without specifying the curricula. At the effective start of project activities, groups were set up and FFS locations were identified. The facilitators were the technicians of the project and the ICAT advisor for each village. A participatory diagnosis was conducted in each group, including farmers' actual practices, their interests, and the production potential of the chosen plot. The result was that the curriculum for each FFS was different, although some transversal themes remained, for example, pest management, fertilization practices, legume cropping and crop rotation. The FFS set-up included between six and eight plots depending on the FFS, and the farmers' practices were compared by measurements in some of the participants' fields to acknowledge the variability of practices used in a single village (there was no "farmers' practices" plot). For rainy season FFS, farmers tested different cereal-legume intercropping in alternate rows (for example, 2-5 rows of maize intercropped with 1 row of soybean) or seed holes (2-4 holes for maize /1 hole for soybean), which were compared with pure cropping of maize and soybean. Particular attention was paid to gender roles as the intercropped legumes are usually grown and managed by women, therefore the proportion of legumes was maintained at levels acceptable to both men and women (if men thought the proportion was too high, they would take over the management of the legumes and deprive women of a source of income).

Based on the description of the two surveyed cases and according to Biggs' (1989) classification of farmer participation, the Burkinabe case is considered to be a "consultative" FFS (farmers were not involved in the choice of the thematic, the curricula was designed by experts, and farmers could give their feedback at the end of a cropping season) and the Togolese case a "collaborative" FFS (farmers were involved in the choice of the thematic, the curricula was designed based on their interests by facilitators, and farmers' feedback was included during the cropping season to modify the curricula if necessary). Both types of FFS were open to all volunteer farmers, without incentives to participate.

## 2.2. Surveys of farms belonging to a diversified sample of former FFS participants

The surveys of farms belonging to former FFS participants aimed to collect qualitative and quantitative data on farmers' practices (technical and strategical choices) regarding family crops grown in the rainy season (collective work managed by the farm head) and vegetables grown in the dry season (individual work and management). We also analysed project documents and data collected in interviews with project stakeholders.

Table 6 Characteristics of the selected Farmer Field Schools (FFS) and sample of former FFS participants (M: Men; W: Women) in western Burkina Faso and northern Togo. The FFS type refers to the level of farmers' participation in the FFS process (Biggs, 1989).

FFS Code	Country	FFS type	FFS dates	Crops		Participants		Sample size	
				Rainy season	Gardening	Rainy season	Gardening	Rainy season	Gardening
<b>FFS T1</b>	Togo	Collaborative participation	2015 – 2017	Rice, maize, soybean	Tomato, onion	30 (21M, 9W)	18 (10M, 8W)	9 (5M, 4W)	4 (2M, 2W)
<b>FFS T2</b>				Maize, soybean	Tomato	30 (28M, 2W)	8 (M)	8 (7M, 1W)	3 (M)
<b>FFS T3</b>					Tomato	30 (24M, 6W)		8 (7M, 1W)	
<b>FFS T4</b>				Maize, soybean	Onion	23 (7M, 16W)	23 (2M, 21W)	5 (W)	6 (W)
<b>FFS B1</b>	Burkina Faso	Consultative participation	2013-2014	Cotton, maize, mucuna or cowpea		25 (M)		5 (M)	
<b>FFS B2</b>			2014-2015			25 (16M, 9W)		6 (4M, 2W)	
<b>FFS B3</b>			2011-2012			20 (M)		6 (M)	
<b>TOTAL</b>				<b>6 FFS</b>	<b>4 FFS</b>	<b>153 (117M, 36W)</b>	<b>79 (44M, 35W)</b>	<b>39 (27M, 12W)</b>	<b>21 (12M, 9W)</b>
<b>Total sample</b>								<b>60 (39 M, 21 W)</b>	

We held focus group discussions with eight former consultative FFS groups and 11 former collaborative FFS groups to discuss their impressions of the FFS' implementation and process, topics, group dynamics, and relations with the facilitators. Seven FFS groups were selected based on the criteria that FFS implementation had respected their respective project's guidelines and that no major disturbing event occurred during the course of the FFS. The focus groups were used to identify the main changes and themes common to the seven surveyed FFS, and to specify how the FFS had been conducted from the participants' viewpoint.

The farms surveyed met the following sampling criteria: participation of a family member (usually husband or wife) in a vegetable gardening and/or rainy season FFS who was still present on the farm at the time of the survey. Sampling was based on contacts provided by the project staff and by the farmers themselves using the snowball method, as farmers know their peers best. Our sample does not claim to be representative of all farmers in the study areas; our sampling method may have had some biases regarding the representativeness of farmers, as may have had the methods used to target FFS participants in favour of well-off and educated farmers (Phillips et al. 2014). Moreover, only 60 interviews were carried out due to the constraints of long interviews and the length of the research project.

The final sample included 60 farms (table 6) of the 233 farms belonging to former FFS participants, i.e., a 26% sampling rate. The 21 women included in the sample represent 35% of the total interviewees (and 31% of the participants of the sampled FFS). The average cultivated land in 2018 is 4 ha in the Togolese sample (between 1ha and 8,75ha) and 9,1 ha in Burkina Faso (between 4ha and 13 ha). The survey was conducted through semi-structured interviews in three successive visits between January and June 2019 (2 to 7 years after the end of the FFS in table 6). The first visit aimed at gathering data on farm history and characteristics and confirming the participation of one family member in the FFS. During the second visit, we collected information on changes in agronomic practices at the plot, cropping system and farm levels by establishing a retrospective record based on farmers' recollection of the successive changes in practices that had occurred since the beginning of their participation in the FFS. The interviews mostly focused on the practices experimented within the FFS (fertilization and pest management practices and legume cropping), but all farm sub-systems were addressed, including farm organization. During the third interview, the trajectory of change in practices was orally validated and completed if necessary. The data from the survey was anonymized after the end of the interviews.

### 2.3. Analytical framework

The changes in cropping system management practices were explored through three topics common to the seven sampled FFS identified during the focus group discussions and stakeholder interviews: pest and disease management; fertilization management; use of legumes in the rainy season cropping system (either pure cropping or intercropping). The situation before the FFS began was considered as the initial situation for each farm (starting point of the trajectory). The efficiency-substitution-redesign (ESR) framework can be used to characterize agroecological transitions over a long period of time (Hill and MacRae 1996; Lamine 2011; Tittonell 2014). In our case, it was used to record gradual changes in the intensity of the observed changes in practices and their potential ability to foster a transformation of the cropping or farming system (table 7 and table 8). Efficiency optimizes the practices in the current system without transformation. Substitution replaces some inputs or practices with more efficient or more ecological ones requiring a readjustment of the system. Redesign includes technical and organizational reorganization of the system to enhance its synergies. The scaling was established on the basis of the recorded practices from the field study.

The scale for the use of pesticides (table 8) is based on the type of pesticide used (synthetic pesticides, biopesticides or combined) and the mode of preparation of biopesticides (individual, collective, or both) that can be characterized according to the ESR framework. Biopesticides can substitute for conventional synthetic pesticides, but the collective preparation of biopesticides constitutes a redesign. The scale of fertilization (table 7 and table 8) refers to the strategy used by farmers in both types of cropping systems. Mineral fertilizers, available in all villages, represent the conventional fertilization practice and strategy, but in case of cashflow constraints, farmers use animal droppings or only slightly degraded residues (dump). Manure is collected from cattle sheds and is composed of crop residue fodder and bovine dung, more or less ripened. Compost can be prepared on the farm in piles or pits and consists of alternating layers of crop residues and manure, left for three months to compost (including turning over for vegetable gardening) or for one year (without turning, for rainy season crops). Manure and compost substitute for mineral fertilizers; however, the intensification or collective preparation of compost are considered a redesign.

Table 7 Scale for coding farmers' practices after their participation to rainy season Farmer Field Schools.

The scaling was established using the Efficiency-Substitution-Redesign (ESR) framework (Hill and MacRae 1995, Tittonell 2014). The practices implemented within the FFS plots are highlighted in light grey (consultative FFS, Burkina Faso) and dark grey (collaborative FFS, Togo). The traditional intercropping practice consists of perpendicular lines of a legume crossing the cereal rows every 4-6 meters, whereas intercropping in alternate rows or alternate seed holes is distinguished by the proportion of legume in the cereal plot (the main crop). Over 20% of legumes intercropped with cereals is equivalent to 1 row of legumes each 3-4 rows of cereals. Less than 20% of legumes intercropped with cereals is equivalent to 1 row of legumes each 5-10 rows of cereals.

Practice		Code	ESR level
Legumes in cropping system	Type of cereal-legume intercropping		
SHARE OF LEGUMES IN THE RAINY SEASON CROPPING SYSTEM	No legumes	A	Conventional
	Pure legumes aside	B	
	Intercropping only	C	
	Intercropping and pure legumes aside	D	
	< 20% leg.	E	
	≥ 20% leg.	F	
	Pure legumes in rotation	G	
	Intercropping and pure legumes in rotation	H	
	> 20% leg.	I	
FERTILISATION MANAGEMENT PRACTICES FOR RAINY SEASON CROPS	Mineral fertilizer only	1	Conventional
	Mineral fertilizer and dump / droppings	2	
	Mineral fertilizer and occasional manure	3	
	Mineral fertilizer and yearly manure	4	Efficiency
	Mineral fertilizer, yearly manure, manure purchase	5	
	Mineral fertilizer and compost (1 pit)	6	
	Mineral fertilizer, compost (1 pit), manure purchase	7	Substitution
	Mineral fertilizer and compost (>1 pit)	8	
	Mineral fertilizer, compost (>1 pit), manure purchase	9	
			Redesign

Table 8 Scale for coding farmers' practices after their participation to vegetable gardening Farmer Field Schools.

The scale was established using the Efficiency-Substitution-Redesign (ESR) framework (Hill and MacRae 1995, Tittonell 2014). The practices implemented within the FFS plots are highlighted in grey.

Practice		Code	ESR level
PEST MANAGEMENT PRACTICES FOR GARDENING	FERTILIZATION MANAGEMENT PRACTICES FOR GARDENING		
No gardening	No gardening	A	\
No treatment	Dump and animal droppings	B	
Systematic treatment with synthetic pesticides	Mineral fertilizer only	C	
Reasoned treatment with synthetic pesticides	Animal droppings and mineral fertilizer	D	
Biopesticides and synthetic pesticides combined	Compost and mineral fertilizer	E	
Biopesticides, individual preparation	Manure only	F	
Biopesticides, individual and collective preparation	Compost only	G	
Biopesticides, collective preparation	Collective compost	H	
			Redesign
Conventional	Conventional		
Efficiency	Efficiency		
Substitution	Substitution		
Redesign	Redesign		

The scale of the share of legumes in the cropping system (table 8) considers legumes in two ways. First, we considered the introduction of pure legume cropping in the crop rotation. This triannual cotton-cereal-legume rotation was the aim of the FFS curricula in both countries. Second, we considered the total share of legumes in the cropping system, including cereal-legume intercropping and pure legume plots outside the main cereal-cotton rotation. Plots outside the main cotton-cereal rotation can be used for monocropping (this is often the case in women's legume plots) and pure cropping on separate plots, and are conventional legume cropping practices. The traditional intercropping practice consists of perpendicular lines of a legume crossing the cereal rows every 4-6 meters, whereas intercropping in alternate rows or alternate seed holes is considered a redesign (in terms of sowing geometry, relative densities of both crops) and is distinguished by the proportion of legumes in the cereal plot (the main crop). The proportions of each crop per hectare were calculated considering a spacing of 0.8m x 0.4m, with two plants per seed hole (62,500 plants per hectare).

### 3. Results and discussion

Farmers' trajectories of change in practices are presented in Figures 18 and 19. We present the diversity of farmers' trajectories of change in practices, followed by the description of the processes occurring in rainy season (Figure 18) and vegetable (Figure 19) cropping systems. The last section discusses the results in light of the local contexts and the implementation of FFS, as well as the relevance of trajectories of change in practices for FFS assessment.

#### 3.1. Farmers' trajectories of change in practices after they participated in FFS

##### 3.1.1. Diversity of farmers' changes in practices

At first glance, figure 18 and figure 19 show that almost all surveyed farmers (57/60) changed their practices through diversified trajectories. This reveals active on-farm innovation processes during and after the farmers' participation in the FFS. When the FFS began, the use of mineral fertilizers and synthetic pesticides was widespread in both cropping systems. In the initial situation, legume cropping was most commonly practiced through separate pure legume plots and/or cereals intercropped with legumes (often cowpea). The diversity of trajectories is visible in the number of steps or changes, ranging from 0 (no change) to 4 successive steps, and different trajectories can lead to the same arrival point.

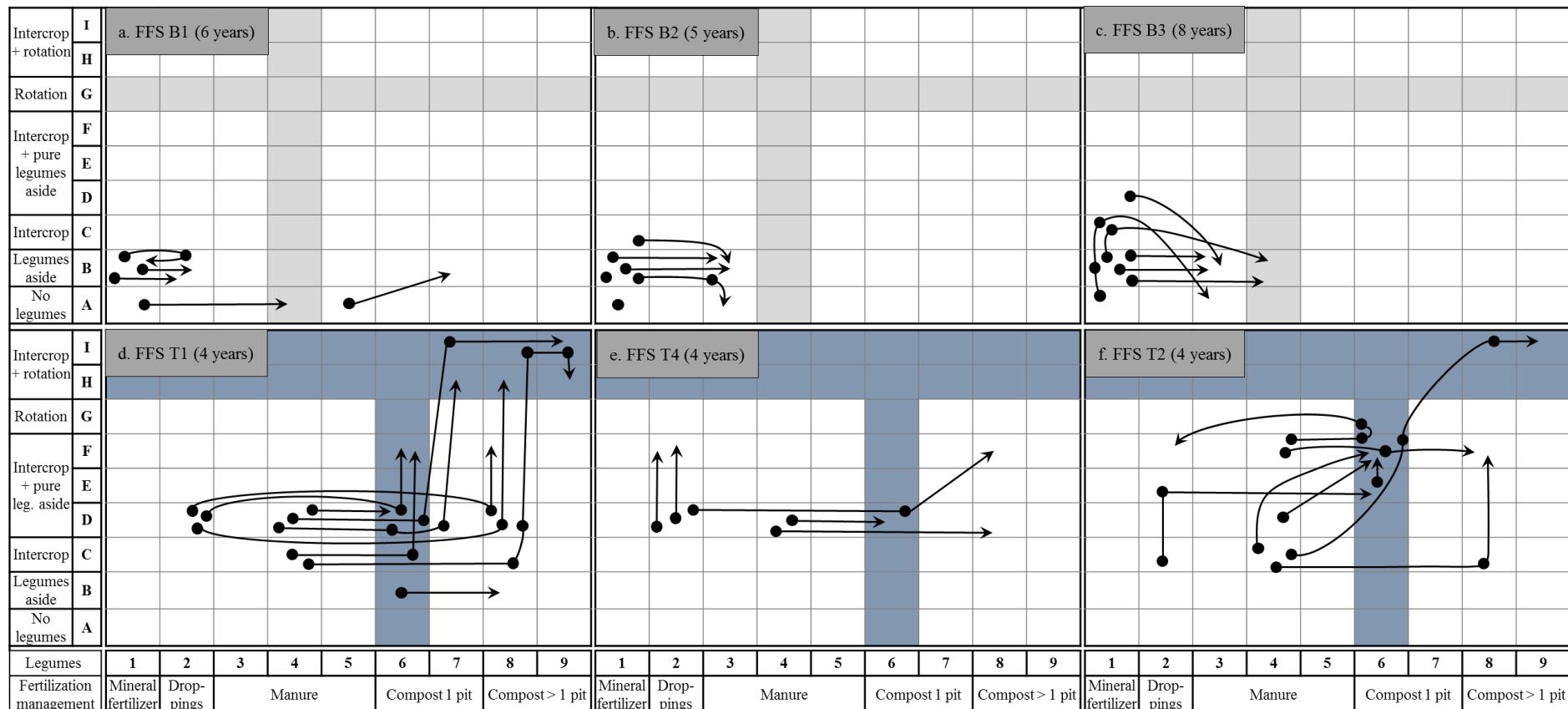


Figure 18 Farmers' trajectories of change in agricultural practices after Farmer Field Schools for rainy season crops in 3 consultative FFS in western Burkina Faso (top line: block a, b, c) and 3 collaborative FFS in northern Togo (bottom line: block d, e, f).

The grey boxes display the FFS code described in table 6 and the time span between the start of the FFS and the survey. The scaling and codes for the two axes on legume cropping and fertilization management practices are described in Table 7. The practices implemented within the FFS plots are highlighted in the rows and columns in light grey (consultative FFS, Burkina Faso) and dark grey (collaborative FFS, Togo).

Each trajectory represents one individual farmer. The first black dot represents the farmer's practice at the beginning of the participation to the FFS, the following dots (if there are any) represent the successive changes in practices made by the farmer according the survey, and the arrow represents the last change in practices made at the time of interviewing. The dots do not correspond to each cropping season, only to the successive changes in practices made by farmers.

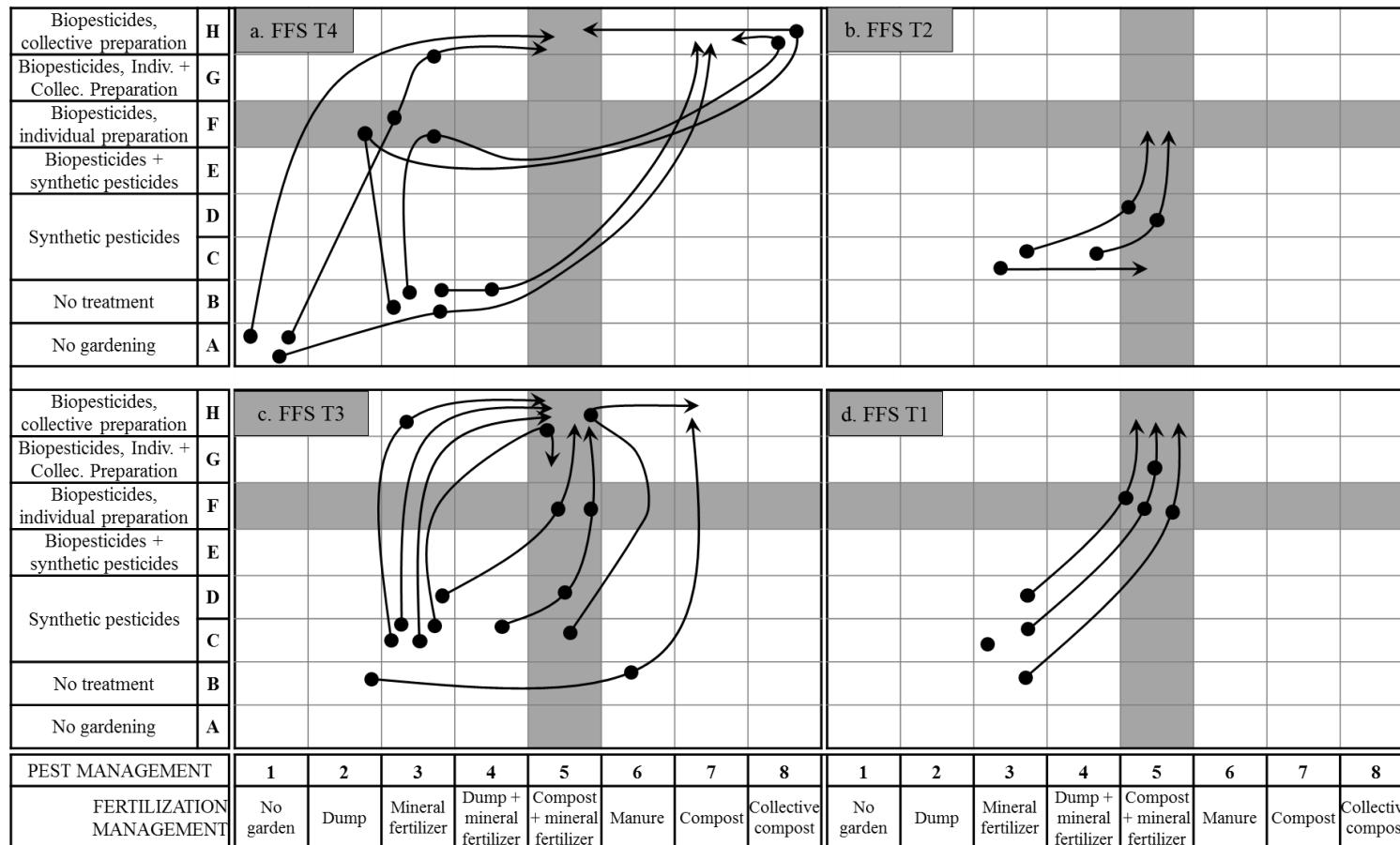


Figure 19 Farmers' trajectories of change in practices after Farmer Field Schools for vegetable gardening in 4 collaborative FFS in northern Togo.

The grey boxes display the FFS code described in table6. The scaling and codes for the two axes on legume cropping and fertilization management practices are described in table 8. The rows and columns in grey highlight the practices implemented within the FFS plots. The time span between the start of the FFS and the survey is 5 years for all represented FFS. Each trajectory represents one individual farmer. The first black dot represents the farmer's practice at the beginning of the participation to the FFS, the following dots (if there are any) represent the successive changes in practices made by the farmer according the survey, and the arrow represents the last change in practices made at the time of interviewing. The dots do not correspond to each cropping season, only to the successive changes in practices made by farmers.

The most outstanding arrival points of the trajectories were the cases of cropping system redesign:

- Collective preparation and use of biopesticides (practice H, figure 19) were introduced by some groups of farmers for reasons of economy of scale (to reduce individual workloads) and to improve the efficiency of biopesticides. In this configuration, all of the farmers spray on the same day. As biopesticides mainly have a repellent effect on insects, this avoids insects finding shelter in a “reservoir” plot and returning rapidly. We consider this collective preparation and use of biopesticide as both a collective and a spatial redesign (farmers considered pest dynamics in the entire gardening area rather than in their individual plots). It involves collective learning. However, this option requires group cohesion and coordination.
- Some farmers diversified to a triennial cotton-cereal-legume crop rotation (practices G, H and I ,figure 18), which we consider to be a redesign of the cropping system as it involved a change in scheduling (planning the crop rotation) and also changes in storage and marketing of legumes, and possibly more fodder production and storage.
- While producing compost in one pit (practices 6 and 7,figure 18) was considered a substitution of fertilizers, increasing on-farm composting (i.e., having two or more pits) was considered a redesign because it led to changes in the organization of other farm activities in order to obtain and transport the necessary amounts of biomass (crop residues can be left in the field, fed to animals or used for composting) and to produce and transport large quantities of compost (increasing the workload in the dry season, which can interfere with other activities) (practices 8 and 9,figure 18).
- Collective compost production (practice 8,figure 19) is also considered as redesign when it relies on the collective organization of women who pool their resources to obtain access to larger quantities of good quality organic fertilizers, which they may not be able to obtain individually for their vegetable gardening. It is a collective innovation to overcome individual constraints.

Finally, we highlight the diversity of farmers' practices with respect to biopesticide recipes (prepared with chili pepper, onion, garlic, neem leaves and/or pits in various proportions, maceration times), modes of composting (in piles or pits or both, bokashi, in gardens, in the field or on-farm), and variety of cereal-legume intercrops (cowpea, soybean and/or peanut in rows or alternating seed holes). The diversity of trajectories of change in practices revealed the range of choices farmers made considering their individual farm

situations and constraints, and the diversity of farms that each FFS included in its implementation and that our sample managed to cover.

### 3.1.2. Farmers' trajectories in the rainy season cropping system

The targeted practice for the rainy season FFS (detailed in table 7) is in colon in figure 18, and the comparison between the different FFS underlines the influence of the type of FFS implementation on farmers' trajectories of change in practices.

In our sample of former participants (n=17) of three consultative FFS (figure 18 blocks a, b, c), farmers' trajectories are short and mostly horizontal toward the occasional (practice 6, 10 farms) or annual (practice 7, 4 farms) use of manure. In B2 and B3 (figure 18 blocks b and c), the trajectories are horizontal or diagonal toward the use of manure, and two farmers made no changes at all. In B1 (figure 18 block a), farmers reported that the facilitator had a rather authoritarian manner of implementing the FFS. The trajectories are horizontal and limited to increased use of animal droppings and manure, with the exception of one farmer whose diagonal trajectory went beyond the FFS goals (figure 18 block a, practice 7). This farmer had started to compost on-farm because his farm had acquired a compost pit through support provided by another project after the end of the FFS. He was also the only farmer to purchase manure from Peuhl breeders.

In the consultative FFS sample, farmers' legume cropping practices and cotton pest management practices did not change much. The farmers said they grow cowpea in plots outside the main cereal-cotton rotation, and they had not increased cereal-legume intercropping. Two farmers who had previously not grown any legumes started pure cowpea cropping (practice B figure 18 block a and c). No farmer in our sample started growing *Mucuna* or soybean. Three farms reduced their share of legumes after the FFS, and reverted to, or kept, their cropping system with no legumes (practice A, figure 18). Moreover, legumes represented an average of only 8% of the plants per cultivated hectare, only one farm reached 20% of legumes per cropped hectare. In comparison, cotton plants represented an average of 49% of plants per cropped hectare in 2018 (range 29% to 67%). Even if the cowpea plots were included in the rotation with cereals and cotton, the overall impact of the practice would have been low.

Despite the focus on biopesticides and treatments according to thresholds on the curriculum, the consultative FFS we sampled in Burkina Faso did not challenge the widespread use of synthetic pesticides in cotton cropping. No farmers tested biopesticides in their own cotton field, and no farmers used them on cowpea (one farmer conducted one trial). Farmers

mentioned two main reasons. First, as the production of biopesticides is labour-intensive (involving the collection or purchase of plant parts, grinding them, maceration, filtering large amounts), the workload would increase drastically if biopesticides were applied to an entire cotton field, several times over one cropping season. Biopesticides are also less concentrated than synthetic pesticides and require heavier equipment. In fact, biopesticides increased work effort and required more sprayings per cropping cycle. Second, cotton is often the main cash crop for farmers, who therefore approach the management of this particular crop with caution. Cotton companies, who provide farmers with inputs on credit, are also reluctant to encourage any practice that could put cotton yields at risk and its technicians discourage farmers from experimenting.

For the collaborative FFS (figure 18 blocks d, e, f), farmers' trajectories of change in practices are more diversified. T1 and T2 (figure 18 blocks d and f) had the longest and most diversified trajectories of our study. Diagonal (direct) trajectories appear rare, and most farmers first make a horizontal move toward increasing the use of organic fertilizer, and then a vertical change toward more legume cropping.

In our 22-person sample of former participants in collaborative FFS (figure 18 blocks d, e, f), 8 farmers reached the FFS goal of annual compost fertilization (practice 6), and 11 went further (practices 7, 8 and 9: more than one compost pit, purchase of manure), thus redesigning their farm functioning to intensify compost production. Two elements contributed to this result. First, the Togolese project explicitly targeted compost production and use, identified as a key practice for farm agroecological transition in both FFS curricula and other farm-scale project activities. Farmers were given support in digging their first compost pit, which they then replicated to create two or three pits. In the project's area of intervention, a total of 183 groups of neighbours (3-5 people from different households) received financial support to purchase a donkey cart, aimed at reducing the workload needed to transport residues from the field to the pit, and then to transport the compost back to the field. Second, in northern Togo, both land saturation and loss of soil fertility have reached higher levels than in western Burkina. Togolese farmers are long time users of manure and are familiar with its agronomic properties. This is clear when considering the starting points of Togolese farmers (figure 18 d, e, f), which already mention the use of manure, whereas this was the arrival point for the Burkinabe farmers in our sample (figure 18 a, b, c). We hypothesize that Togolese farmers were more likely to accept the additional workload required for the production, transport and use of compost.

Farmers in the consultative FFS sample increased the share of legumes in the cropping system with cereal-legume intercropping (16 farmers) and pure legume cropping (15 farmers); however, only five started a cereal-cotton-legume rotation (practices G, H and I). In 2018 in our collaborative sample, the total share of legumes represented on average 20% of the plants per cropped hectare, and three farms exceeded 30%. Cotton represented on average 21% of plants per cropped hectare (range 0-57%). Intercropping is common in northern Togo, and most farmers started with traditional intercropping. In our sample, cereal-legume intercropping accounted for 52% of the total cereal area, and 16/22 farmers had changed their intercropping practices to increase the average proportion of legumes by 26% per hectare of intercropped land. Farmers use a variety of intercropping schemes, the most frequent being four or five rows of maize for one row of soybean (respectively 4 and 5 farmers).

The reliance on synthetic pesticides for cotton crop management is also present in Togo, as gardeners who successfully use biopesticides on vegetables are, like Burkinabe farmers, nonetheless reluctant to use it on cotton. Two farmers replaced some synthetic pesticide applications with biopesticide. The first did so because synthetic treatments had been ineffective on his neighbours' fields (so he had "nothing to lose"). Yet despite being a success in 2017, he did not want to do it again. The second farmer sells some of the provided synthetic pesticides to feed his family in the lean season. It is possible to use biopesticides on cowpea, as two farmers did in the collaborative sample, but the workload is high even for 0.25 ha.

In general, there was little distinction between men and women interviewees concerning rainy season crops in the six FFS (figure 18) because these crops rely on family labour (all active family members work on these collective fields) and the means of production are managed by the farm head. For consultative FFS, trajectories shifted from conventional to efficiency phases for all farmers in the sample except one (n=16). For collaborative FFS, changes in the use of compost (substitution) and the intensification of its production (redesign) were most common (n= 19), but are not necessarily accompanied by an increase in the share of legumes in the cropping system. Replacing a proportion of cereals by legumes in intercropping (n= 16) was more common than the redesign of the cropping system to rotate cereals, cotton, and legumes (n=5).

### 3.1.3. Farmers' trajectories in the vegetable gardening cropping system

As an individual activity, dry season vegetable gardening is considered separately from the functioning of the whole farm, although some common resources (organic fertilizer and

workforce) may be used. The gardener's gender influences the choice of practices. Women often chose to grow onions and leafy vegetables, linked to their individual strategies to limit their expenses (onions produce the same yield with organic or mineral fertilizers, and do not need to be sprayed). Men prefer more profitable crops, most often tomatoes but also carrots, cabbage, and chili peppers, which require the purchase of seeds, mineral fertilizers and pesticides.

Regarding crop protection and pest management, in T1, T3 and T4 (figure 19 blocks a, c, d), the learning and experimentation process during the FFS triggered forms of collective innovation in gardeners' practices. Seventeen farmers went beyond the goal of the FFS and started collective pest management (practice H), but this did not happen in T2 (figure 19 block b). Regarding fertilization management, 16 farmers used a combination of organic and mineral fertilizers (practice 5), five farmers started using only organic fertilizer (practices 6, 7 and 8). The farmers had difficulty managing their vegetable gardens only using organic fertilizer, especially when they grew tomatoes or chili peppers.

In T1 (figure 19 block d), the trajectories first reached the goal of the FFS on fertilization and pest management (practice F5), and farmers then agreed to start collective biopesticide preparation and use (practice H). In T3 (figure 19 block c), the gardeners also shifted toward collective pest management practices (practice H) directly or with an intermediate step. The FFS group in T4 (figure 19 block a) was composed of women who grew onions, which explains why they were more prone to only using organic fertilizers. The interviewees' trajectories spin around the centre of the figure (figure 19 block a). In addition to collective biopesticide treatments (practice H), a subgroup of women actively engaged in forms of collective organization for compost production (practice 8) to access good quality organic fertilizers, which, at the farm level, are primarily reserved for cereals and are managed by the farm head (a man). Collective composting allows women to pool the small quantities of animal droppings or manure they are allowed to use in order to produce a larger quantity of better decomposed compost (with crop residues), which they share. Men, on the other hand, can decide to use the farm's compost in their garden and occasionally benefit from the workforce of other family members. However, the collective production of compost requires collective organization, which led two women to return to individual fertilization management because the group failed to start the compost production in time before the start of the 2019 gardening season (figure 19 block a, practice 7 and 5).

The differences in the trajectories among the four gardening FFS (figure 19) we studied underline the importance of competent facilitators in the FFS process. In village T2 (figure 19 block b), the facilitator was less motivated and the group of gardeners in the FFS were all close neighbours and members of the same extended family. The other gardeners in the same village had little contact with them and did not learn about the content and conclusions of this FFS. Figure 19 block b shows that the gardeners of this FFS made fewer changes and did not engage in collective compost or pest management.

Because vegetable gardening is an individual activity, and due to the short cropping cycles (2-4 months), gardeners can make changes rapidly and can afford to take some controlled risks. In three villages (figure 19 blocks a, c, d), the gardeners shifted easily from conventional to redesign in the collective production and use of biopesticides (n=19). For fertilization management, most gardeners (n= 16) preferred to partially replace mineral fertilizers with compost, and only five did so completely. Gardening plots are small (on average 0,1ha) so it is easier to provide high doses of organic fertilizers. Synthetic pesticides are accessible and affordable for small areas, but nothing prevents farmers from using non-conventional pest management techniques. In the dry season, the higher workload required to prepare and use biopesticides does not interfere with other major activities. Moreover, farmers explained that reducing the dose of mineral fertilizers and using biopesticides had economic and marketing benefits: decreased costs, less rotting, better product appearance and quality, and therefore sometimes the possibility of increasing their prices or quantities sold.

### **3.2. Implications for supporting on-farm innovation processes**

#### **3.2.1. Understanding farmers' rationales**

The fact that changes in practices are a gradual trajectory is a common feature of farm transitions (Lamine 2011; Chantre and Cardona 2014). In West Africa, farmers manage their farm in a context of high uncertainty and risks (Falconnier et al. 2015). Therefore, an entire technological package is rarely adopted as it would involve greater risks, mainly during the period of learning and adaptation of farmers' practices and implementation at the scale of the whole target cropping system. Moreover, farmers who volunteer to participate in an FFS are not choosing to engage in a transition pathway with a clear objective in mind, unlike transitions to organic agriculture for instance. In most cases, economic or work criteria guide their choices, rather than the agronomic and environmental relevance of a given technique (Chantre et al. 2015).

The methodology presented here is based on farmers' narratives about their past and present practices, in a context where no records are available to cross-check the interview data. The risk is that farmers may not remember exactly past events and reconstruct their history a posteriori (Chantre et al. 2015). To limit this bias, the interviews focused on the changes considered as significant by the farmers, rather than on factual and technical descriptions of the successive states of the cropping system (changes are more memorable), with questions to temporally ground farmers' changes in practices (example: "did you change this practice in the same cropping season than the FFS started?" "Did you wait to see the results in the FFS plot?"). The survey was completed in three successive visits to avoid tiring farmers and to facilitate the recollection of memories. Although it remains difficult to ascertain that such a narrative is faithful to what really happened, this type of long-term narrative is well documented as a relevant way to rebuild a trajectory (Chantre et al. 2015).

We also considered that the observed trajectories could have other causes than the way FFS were implemented. Farmers were asked if they had participated in other development projects, and particular attention was paid to farmers' justifications of their changes in practices. Moreover, our results need to be viewed in light of the changes in local contexts over the same period (2011-2019). In Togo, soybean cropping has expanded in recent years due to both local market and export opportunities. The use of herbicides is also less widespread in northern Togo, and consequently does not disturb farmers' weed management when intercropping. Likewise, in western Burkina Faso, farmers' use of manure is not necessarily directly linked to the FFS, as it is a more general recent trend in the region (Blanchard et al. 2014).

The changes toward the production and use of compost in the collaborative FFS sample were possible because they did not challenge the dominant sociotechnical regime, and the activities of the Togolese project helped remove constraints to on-farm compost production. Sociotechnical regimes result from the interactions of the determinants of innovation and create a lock-in situation that precludes the development of alternative practices (Vanloqueren and Baret 2009). The use of compost or manure is possible and is not discouraged by the dominant sociotechnical regime in West African cotton areas, and Burkinabe farmers with atypical organic fertilization practices were found to have also overcome the transport and organizational constraints (Blanchard et al. 2017).

In contrast, the reluctance of farmers to change their pest management practices in cotton cropping is explained by a complex and multiscale sociotechnical lock-in. The cotton value chain is dominated by cotton companies that decide and impose cotton crop management

strategies, especially pest management, that rely on reductionist paradigms and promote intensive use of inputs to maximize yields. Significantly, this has led cotton companies to impose *Bt cotton* cropping, which reinforced the rejection of biopesticide use for cotton pest management. During the 2009-2016 period, when *Bt cotton* was grown in Burkina Faso, technicians recommended two chemical treatments for *Bt cotton* (farmers undertook on average 1.3) and six for non-*Bt cotton* (farmers undertook on average 5.1) (Vognan and Fok 2019). Using biopesticides (which increased the workload required for preparation and spraying) became even less attractive to them than using *Bt cotton* with a reduced workload. Once the cropping of *Bt cotton* ceased, farmers reverted to their previous conventional crop protection practices. At the farm level, cotton also plays an important role in farmers' soil fertility management, both directly through crop rotation (Falconnier et al. 2015), and indirectly as it gives farmers access to inputs such as mineral fertilizers, some of which are used on food crops. A bad cotton yield can mean that farmers fall into debt and lose their access to mineral fertilizers, which would reduce the farm's food security.

Future research on the possibilities for agroecological transitions in cotton cropping areas should integrate all actors of the value chain and consider the financial risks for both farmers and cotton companies. Key practices for farmers' transitions must be identified (Chantre et al. 2015) and need to include the workload, work distribution and the hard labour required, especially for women. The development of innovation niches outside the dominant sociotechnical regime is possible but requires the creation of alternative networks of actors (Meynard et al. 2012) and insuring socio-economic benefits for farmers. Niches, such as dry season agroecological vegetable gardening in Togo, play a crucial role in stimulating agroecological innovations to challenge existing lock-ins in the dominant sociotechnical regime (Vanloqueren and Baret 2009).

The diversity of practices shows that farmers did not simply adopt techniques from the FFS, but experimented and adapted their practices, thus creating new practices. Deffontaines et al. (2020) point out that redesign of cropping systems may result from either the gradual addition of simple technical changes or a specific systemic change at the cropping system scale. This is consistent with our findings, and backs the idea of supporting farmers' learning and experimentation processes (Catalogna et al. 2018). Even if the existing network of stakeholders does not make it possible to challenge the dominant sociotechnical regime, the diversity of farmers' practices and trajectories of change evidenced reinforces the assertion that advisory

services should be adapted to farmers' (very) local conditions and reinforce farmers' innovation capacities (Birner et al. 2009).

### 3.2.2. Influence of the type of implementation of FFS on farmers' trajectories

We show that farmers who participated in collaborative FFS had longer and more diverse trajectories of change in practices, with some farmers redesigning their cropping systems. As discussed earlier, other elements may have influenced these results, namely the quality of facilitation and the importance of the targeted crops in the dominant sociotechnical regime. Despite these differences in context, our results show that one of the strengths of collaborative FFS is to set in motion trajectories of change in practices that go beyond content addressed during the FFS. Therefore, we argue that, to some extent, the type of FFS implementation (consultation or collaboration) influenced farmers' trajectories of change in practices. We attribute this to the place of the diagnosis in the process of implementing FFS and the role of farmers in decision making regarding FFS curricula and field trials. For the consultative FFS, the curriculum was defined by scientists and diffused in a standardized way across a large region, and this pre-set curriculum lessened the relevance of a local diagnosis with FFS groups. The case of *Mucuna* cropping shows that it is crucial to take farmers' preferences into consideration; its insertion in crop rotations was not discussed with farmers but emerged from the literature due to its soil fertilization properties. Farmers, however, were not interested in a crop that is unsuitable for human consumption and requires transforming to be fed to animals. A diagnosis at the stage of project and local FFS conception, albeit with some farmer consultation, and the development by researchers of a technological package of "good agricultural practices" led to a complete, and thus complex, standardized cropping system to be transferred to farmers. Deffontaines et al. (2020) show that the complexity of the practices promoted by top-down extension services limits their adoption, and Glover et al. (2016) state that the concept of adoption is overly focused on individual decisions, neglecting social aspects of technological change. In addition to being complex, the proposed practices may seem unrealistic since farmers' constraints and capacities, such as workload or access to biomass and organic fertilizers, are not considered. Likewise, biopesticides produced by farmers were the only treatment included in the curriculum, although given the workload required and the reluctance among the chain of actors, farmers would not realistically be able to use them.

Our case studies on consultative FFS in Burkina Faso showed that in some cases, FFS are used to transfer technologies (Rogers 1962) while relying on farmer-to-farmer facilitation.

It has been recognized that sharing knowledge with other farmers can speed up changes (Chantre and Cardona 2014; Mawois et al. 2019); however, our results question the promotion of FFS as a ready-to-use method. Even if the elements are well implemented, a standardized method is no guarantee that the intervention will be profitable for farmers simply because it uses farmers' participation to facilitate acceptance but, in the end, does not give farmers the power of decision (which distinguishes collaboration from consultation). In a case study in Togo, Nederlof and Dangbégnon (2007) state that "*pre-analytical choices*" limit farmers' power of decision. The fact that FFS have been integrated in the national agricultural policies in some countries (including Burkina Faso) should thus be tempered because FFS can be used in a logic of technology transfer, with limited consultation of farmers, and without seeking to reinforce farmers' competencies and autonomy (as was the case in the three consultative FFS we analysed in Burkina Faso). A shift from a top-down research and extension model to an AIS based on participatory principles requires a social, organizational and institutional change within international and national research systems, advisory services and farmers' organizations (Hounkonnou et al. 2012). Innovation cannot be decided, but has to be managed strategically by reinforcing the capacities of stakeholders, starting with farmers and their organizations (Klerkx et al. 2010; Toillier et al. 2018).

The strength of the Togolese FFS lies in their collaborative approach with farmers, implying that farmers chose the crops and topics to implement in the FFS, resulting in a location-specific FFS. This collaborative participation of farmers implies that the content of each FFS is not known from the start (i.e., not specified in the project documents), which forces the facilitator into a position of listening to and reformulating requests in the face of emerging demands from farmers (Kilelu et al. 2014). Khumairoh et al. (2019) modified the FFS approach to make adaptations suited to local conditions for complex rice systems in Indonesia. However, we note that all of their adaptations were chosen for their agronomic relevance and not according to the farmers' own criteria, for example, their socio-economic priorities. Our results also emphasize the importance of a competent facilitator, trained in participatory approaches and aware of power asymmetries in the relationship between facilitator and group (Barnaud and Van Paassen 2013). Elite capture and less inclusive participation of women and young farmers can also challenge the relevance of FFS curricula (Phillips et al. 2014).

In collaborative FFS, the process of collectively diagnosing, experimenting and learning is to some extent comparable to a step-by-step design process (Meynard et al. 2012) in which farmers' learning processes and changes in practices are the main outputs rather than a side-

effect of knowledge production. Stating that "*simple practices adopted by farmers are part of a slow trajectory of change involving gradual acquisition of knowledge*", Deffontaines et al. (2020) suggest that innovation design should include the co-design of a succession of simple changes instead of a complex final system that farmers do not want to implement all at once. Step-by-step collective design of locally adapted cropping systems is in line with FFS core principles, which put farmers and their farming systems on centre stage (Van den Berg and Jiggins 2007). To support changes in practices and transition pathways that are manageable for farmers, the Togolese case study also emphasizes the relevance of complementary activities to the FFS (in this case, organizational and financial support for donkey carts and compost pits), and thus the complementarity of different development and advisory services in a single project. Our results highlight the usefulness of supporting small steps of the transitions and the importance of the quality of innovation support initiatives.

### **3.2.3. Trajectories of changes in practices to overcome the limits of FFS assessments**

By using farmers' trajectories of change in practices to assess and compare the effects of two types of FFS implementation, this study opens new perspectives for FFS assessments. According to van den Berg et al. (2020b) and Bakker et al. (2020), assessments of FFS tend to focus on their direct and short-term effects. Most rely on knowledge tests, adoption rates or the measure of quantitative indicators of agronomic or economic performance (yield, gross margin, input expenses) as a proxy for the adoption of new techniques. However, while such assessments of FFS are rigorous and worth undertaking when the objective is to measure differences in quantifiable indicators, our results show that in many cases, farmers' trajectories of change in practices went beyond the topics of the FFS. Figures 18 and 19 capture practices that diverge from FFS curricula, adaptations to farmers' own constraints or context that are desirable in a logic of reinforcing farmers' competencies and increased autonomy. Measuring an adoption rate would not have revealed this variety of changes in practices, nor provided insights on the dynamics of these processes (Glover et al. 2016).

Three factors reveal the relevance of trajectories of change in practices for FFS assessment. First, the gradual changes made by farmers after participating in FFS underscores the relevance of long-term evaluation. Second, the gradual rate of farmers' changes may guarantee the robustness of the changes. Lamine (2011) argues that gradual changes enable farmers to manage the redesign of their system. The robustness of farmers' changes is a relevant

criterion in the context of development projects, in which reversible changes in practices may take place during the project period. Lastly, in a context of high uncertainty, farmers are reluctant to take risks and use adaptive management strategies (Darnhofer et al. 2010). These strategies are more visible in medium and long-term trajectories than through a one-off evaluation at the end of the project.

Reconstructing farmers' trajectories of change in practices is thus one way to grasp whether a process of change has begun in farms, whether the FFS intervention contributed to the change, and if so, how. This approach also makes it possible to identify the steps and lockouts to on-farm innovation for agroecological transitions to target relevant knowledge and competences for farmers. We argue that trajectories of change in practices are complementary to existing assessment methods of FFS and make it possible to deepen understanding of processes of change occurring in participating farms. Farmers' trajectories are particularly relevant in the case of collaborative FFS where the curriculum is not predetermined or standardized. To go even further, participatory approaches to evaluate the effects of FFS are also relevant and complement conventional FFS assessment methods (Mancini and Jiggins 2008).

## 4. Conclusion

By establishing farmers' trajectories of change in practices, we analysed two contrasting FFS implementation types and explained their effects, or absence thereof, in regard to agroecological transitions. For consultative FFS, the changes were limited to the use of manure, whereas for collaborative FFS, there was a variety of changes involving the production and use of compost, biopesticides, and inclusion of legumes in the cropping system through intercropping or pure cropping. Collaborative FFS were able to set in motion trajectories of change in practices that go beyond content addressed during the FFS. Redesign of cropping systems included increasing on-farm compost production, collective pest management, intercropping and crop rotations. Collaborative FFS can therefore be seen as step-by-step design processes for locally adapted cropping systems and can bring about changes not only at the cropping system level, but also at the farm scale where other innovation processes might take place. Given the characteristics of family farms in West Africa, we suggest analysing the processes of change at the farm level as a research perspective that could also be used for comprehensive impact assessments of innovation support initiatives.

This article is the first to establish farmers' trajectories of change in practices through a retrospective survey to assess the effects of FFS. This approach is dynamic and allows for a better understanding of on-farm innovation processes than standard adoption surveys. It will be a challenge for innovation support initiatives to take into account the diversity of farmers' trajectories of change revealed in our results.

**Acknowledgments:** This study was conducted within the scope of a scientific and financial partnership with FAO (Plant Production and Protection Division and Regional Office for Africa, through the GEF and IFAD funded Resilient Food Systems Programme) and the NGO AVSF (Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières). The authors thank Enoque Coulibaly, student at University of Dédougou (Burkina Faso) for his contribution to the investigation phase of the study.



## Chapitre 4 : La mise en œuvre des changements de pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole après un processus de co-conception dans les champs-écoles

Ce chapitre est présenté au format de la revue *Agricultural Systems* pour une soumission prochaine.

### Résumé

Les agriculteur·rice·s sont de plus en plus reconnus comme les concepteur·rice·s de leurs propres systèmes de production et font face à des défis qui nécessitent des innovations spécifiques à leurs contextes. Cependant, la littérature sur la façon dont les agriculteur·rice·s mettent en œuvre des pratiques agroécologiques après un processus de co-conception est rare, en particulier à l'échelle de l'exploitation. Les Champs-écoles (CE) sont une approche participative de conseil visant à soutenir les changements de pratiques des agriculteur·rice·s.

Cette étude analyse comment la mise en œuvre par les agriculteur·rice·s d'innovations techniques co-conçues lors de CE collaboratifs les amène à changer leurs pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole familiale. Nous avons également étudié si le potentiel pour induire des changements systémiques à l'échelle de l'exploitation variait selon le système de culture ciblé par le CE suivi ou avec le genre des participant·e·s au CE.

Un cadre analytique des exploitations agricoles familiales de la zone cotonnière en Afrique de l'Ouest a été établi, basé sur quatre sous-systèmes: le maraîchage, les cultures de saison des pluies, l'élevage et la production de fumure organique. Nous avons appliqué ce cadre à une étude de cas dans le nord Togo sur la transition agroécologique des exploitations familiales. Quatre CE collaboratifs ont été échantillonnés couvrant deux curricula différents : le maraîchage ou les cultures pluviales. Des entretiens semi-directifs ont été menés avec 30 agriculteur·rice·s (19 hommes, 11 femmes), ayant participé à un CE de maraîchage (n=8), à un CE de cultures de saison des pluies (n=10) ou aux deux (n=12).

La participation au CE a amené des changements de pratiques systémiques dans les exploitations étudiées. Les changements de pratiques ne se sont pas limités au système de culture abordé lors du CE auquel chaque agriculteur·rice a participé. Le CE maraîcher a eu un effet distinct sur le développement de l'activité de maraîchage, mais l'effet du CE de cultures pluviales était moins spécifique. La participation aux deux CE n'a pas amené davantage de changements de pratiques que la participation à un seul CE. Le genre des participant·e·s n'a pas influencé les changements de pratiques observés.

Notre étude contribue à la littérature sur la mise en œuvre par les agriculteur·rice·s de pratiques agroécologiques à l'échelle de l'exploitation après un processus de co-conception lors de CE collaboratifs. Nous montrons que les changements de pratiques dans les systèmes de culture se traduisent à l'échelle de l'exploitation par des changements dans les systèmes d'élevage et de production d'engrais organiques. La mise en œuvre collaborative des CE de l'échantillon ainsi que les principes agroécologiques abordé dans les curricula des CE ont contribué aux changements de pratiques observés dans les exploitations après la participation aux CE.

**Mots-clés :** implémentation, innovation, exploitation agricole, collaboration, conseil agricole, genre, Togo.

## How do farmers change their practices at farm-level after co-design processes in Farmer Field Schools?

Teatske Bakker <sup>a, c</sup>, Patrick Dugué <sup>a, c</sup> and Stéphane de Tourdonnet <sup>b</sup>

<sup>a</sup> *CIRAD, UMR INNOVATION, F-34398 Montpellier, France.*

<sup>b</sup> *INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.*

<sup>c</sup> *Univ Montpellier, F-34090, Montpellier, France.*

### Abstract

Farmers are increasingly recognized as designers of their own production systems, and face challenges that call for context specific innovations. However, literature on how farmers implement agroecological practices after a co-design process is rare, especially at farm level. Farmer Field Schools (FFS) are a participatory advisory approach aiming to support farmers' changes in practices.

This study analyses how farmers' implementation of technical innovations co-designed during collaborative FFS brings them to change their practices at farm level. We also aimed to see whether the potential for inducing systemic changes at farm level varied with the cropping system targeted by the FFS farmers attended or with the gender of FFS participants.

The analytical framework was based on four sub-systems identified within family farming systems in the cotton growing area in West Africa: vegetable gardening, rainy season cropping, livestock breeding and the production of organic fertilizer. We applied the framework to a case study in northern Togo on the agroecological transition of family farms. Four collaborative FFS were sampled that covered two different curricula: vegetable gardening or rainy season crops. Semi-directive interviews were conducted with 30 farmers (19 men, 11 women) all former participants in either vegetable gardening FFS (n=8), rainy season cropping FFS (n=10) or both (n=12).

Participation in the FFS triggered systemic changes in practices among the farms we surveyed. The changes in practices were not limited to the cropping system addressed during the FFS attended by each farmer. There was a distinct effect of the vegetable gardening FFS on the development of vegetable

gardening activities, but the effect of the rainy season FFS were less specific. Farmers who attended both FFS did not change more practices than farmers who attended only one FFS. The gender of the participants did not influence the changes in practices.

Our study contributes to the literature on farmers' implementation of agroecological practices at farm level after a co-design process during collaborative FFS. We show that changes in practices at cropping system level translate at farm level into changes in livestock breeding and organic fertilizer production. The collaborative implementation of the sampled FFS along with the agroecological principles covered in the FFS curricula contributed to the changes in practices observed in the farms of the former FFS participants.

### **Highlights:**

- We investigate implementation of changes in agricultural practices after a co-design process during Farmer Field Schools.
- Former participants changed their cropping systems but also livestock system and organic fertilizer production.
- Changes in agricultural practices were not specific to the topic of the FFS the famers attended.
- No influence of the gender of participants was observed at farm level.
- This case study highlights the potential for co-design processes in advisory settings such as FFS.

**Keywords:** implementation, innovation, farming system, collaboration, advisory services, gender, Togo

## **1. Introduction**

Challenges facing farmers in many agricultural situations call for context-specific innovations from plot to farm level. In sub-Saharan Africa, soil depletion and reduced productivity are major problems for smallholder farmers (Sumberg et al. 2003; Giller et al. 2011) in a context of high climatic and economic variability (Andrieu et al. 2015a). Agronomists can help farmers innovate in the face of these challenges through research et advisory services. The agronomic research literature on agricultural innovation has mainly focused on the development of design approaches (Prost 2018). Indeed, in many “design-oriented” approaches, researchers design target agricultural systems with prototyping (Vereijken 1997) or using simulation models (Le Gal et al. 2011; Prost et al. 2018). However, the recognition of the importance of farming systems (Darnhofer et al. 2010) and the emergence of agroecology (Prost et al. 2018; Lacombe et al. 2018) led researchers to recognition that farmers are the designers of their own production systems. As the complexity and uncertainties

of design processes in agriculture are being identified (Navarrete et al. 2018; Prost et al. 2018; Catalogna et al. 2018), new forms of knowledge production emerge that question the respective roles of agronomists and farmers (Goulet et al. 2008; Salembier et al. 2018). Agronomists are exploring “support-orientated” design approaches (Le Gal et al. 2011) with different objectives and roles played by farmers (Lacombe et al. 2018). The importance of co-learning in these approaches is highlighted (Descheemaeker et al. 2016; Falconnier et al. 2017; Salembier et al. 2018).

In parallel and to complement the emergence of support-orientated design approaches by research, advisory systems have also shifted toward more participation by farmers (Birner et al. 2009) with the emergence of the “agricultural innovation system” concept (Klerkx et al. 2012). Farmer Field Schools (FFS) are an emblematic approach of this shift from top-down to more participatory advisory services (Braun et al. 2006; Van den Berg and Jiggins 2007; van den Berg et al. 2020a). FFS are a participatory and field-based approach in which groups of farmers meet regularly with a trained facilitator (technician or farmer) in the “FFS field” for practical training over one or more production cycles. FFS seek to support farmers’ competences through field observations, collective action and experiential learning (Van den Berg and Jiggins 2007; Duveskog et al. 2011). FFS have been implemented in several countries by the FAO and other international agencies, national governments and NGOs covering a variety of topics (Waddington et al. 2014). When implemented collaboratively, FFS can lead to a step-by-step design process for locally adapted cropping systems (Bakker et al. 2021). However, the implementation of FFS varies greatly, and the majority fall back on technology transfer principles (Bakker et al. 2020; van den Berg et al. 2020c).

Prost et al. (2018) affirmed that the design of innovative agricultural systems is a process that exceeds invention, but that the majority of support-oriented design approaches focus on the “invention” side of the design process, with the design of target agricultural practices and systems. The “implementation” side of the design process is less widely studied. It has been theorized that “support-orientated” design approaches can be used to support farmers in an advisory setting (Le Gal et al. 2011; Meynard et al. 2012), but few peer-reviewed studies have investigated this matter. Most support-oriented design approaches in advisory settings aim to provide a user-friendly tool for farmers and advisors for strategic decision-making, namely with simulation tools (Le Gal et al. 2011; Sempore et al. 2016). Moreover, while most agronomy studies focus on cropping system development, Prost et al. (2018) emphasize the importance of examining the way the design options are actually implemented by farmers, on the one hand to

review the solution initially proposed during the design process (feedback loop), and on the other hand for agronomists to improve the inputs they can bring to support farmers in their design process.

By means of a case study in Togo, our aim is to analyze how farmers' implementation of technical innovations co-designed during collaborative FFS brings them to change their practices at farm scale. Indeed, the co-design processes for locally adapted cropping systems that collaborative FFS are able to set in motion (Bakker et al. 2021) can lead to changes in practices at farm scale that are worth investigating. We define change in agricultural practices as the use or implementation of a new production technique or management reasoning within a production system.

Family farms are considered as complex systems specific to local contexts (Gafsi et al. 2007b). Their functioning and management goes beyond the management of the separate sub-systems such as cropping systems or livestock systems (Darnhofer et al. 2010). According to Brossier et al. (2007) family farms are characterized by an evolving family project (family life cycle) and a set of interacting subsystems (for example organic matter and biomass flows, fodder system, financial flows). Family farms function based on the strategic and tactical choice made by the person in charge (Moulin et al. 2008), however in West African family farms several coexisting subsystems can be managed by different persons, with the household head (usually a man) managing the whole farm and especially the cereal production for the household consumption (Brossier et al. 2007). Examples of individually managed sub-systems include vegetable gardening during the dry season, or women's individual plots in rainy season (e.g. rice plots). Based on the characteristics of family farms, our aim is to study whether the potential for producing systemic changes at farm level varies with the cropping system targeted by the FFS or with the gender of FFS participants.

We developed an analytical framework to assess changes in practices in family farms in cotton growing areas in West Africa. We applied the framework to a case study in northern Togo focused on agroecological transition of family farms. The fact the FFS we surveyed were of the same quality of implementation (collaborative participation of farmers), and differed only in the topics on the curriculum, enabled us to study whether the potential for inducing systemic changes at farm level varied with the cropping system targeted by the FFS (vegetable gardening or rainy season cropping system). Our results help identify the characteristics of the FFS that contribute to farmers' change in agricultural practices, in order to guide future FFS implementation.

## 2. Material and methods

### 2.1. Description of the sampled Farmer Field Schools (FFS)

The sustainability of farming systems in the West African cotton production area is seriously challenged. Land pressure is high (Jahel 2016), and crop diversity is rather low, mainly cereal-cotton rotation (Périnelle et al. 2021). Optimal biomass fluxes and soil fertility management are also problematic due to shared access to pasture and limited access to transport, biomass, mineral and organic fertilizers (Blanchard et al. 2017). Vegetable gardening is expanding as a way to diversify income in the dry season, but raises concerns regarding unsafe pesticide use (Son et al. 2017; Ouédraogo et al. 2019).

Working with a local farmers' organization (UROPC-S) and the Togolese agricultural extension institute (ICAT), the NGO “*Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières*” (AVSF) launched the 2014-2017 “Durability and resilience for family farms in northern Togo” project to fight the degradation of arable land and promote farm resilience through agroecological practices. FFS were scheduled to help farmers improve their rainy season and gardening cropping systems, with no prior definition of the curricula. When the project activities began, groups of 20-25 farmers were set up and locations for FFS identified. The FFS were open to all farmers, with a limit of one person per household (man or woman), and no incentives were provided to encourage them to participate. The FFS facilitators were project technicians and the ICAT advisor for each village.

According to Biggs' (1989) classification of farmer participation, the sampled FFS can be considered as examples of “collaborative” participation. A participatory diagnosis was conducted in each group to detail farmers' current practices, their interests, and the production potential of the FFS plots chosen. At this meeting, farmers discussed the choice of the themes and crops to be covered during the FFS and suggested technical options to be tested. A curriculum was then designed by the facilitators based on the interests expressed by each group of farmers. As a result, the curriculum and the FFS plot differed in each FFS group. Feedback from the farmers was collected during the cropping season to modify the rest of the curriculum if necessary.

In the rainy season FFS (RS FFS), farmers tested different cereal-legume intercropping in alternate rows (for example, 2-5 rows of maize intercropped with 1 row of soybean) or seed holes (2-4 holes for maize for 1 hole for soybean) compared with pure cropping of maize and soybean. The traditional intercropping practice consists of perpendicular lines of a legume that intersect the rows of cereal every 4-6 m. Particular attention was paid to gender roles as the

intercropped legumes are usually grown and managed by women, so the proportion of legumes was maintained at levels acceptable to both men and women (if the men considered the proportion of legumes was too high, they would take over their management thus depriving women of a source of income). In the vegetable gardening FFS (VG FFS), farmers expressed preferences for quality improvement of tomatoes (mainly through pest management) or onions (increased bulb size with fertilization management and crop layout).

At the end of the cropping season, a debriefing meeting was held to discuss farmers' opinions on the techniques, agronomic performance (yield, soil fertility management, competition), economic performance (gross margin, cash flow need, risk) and other characteristics (overall workload, workload peaks, labor toughness, material needed) of each plot. At the debriefing meeting and the first meeting in the following cropping season, in collaboration with the facilitators, farmers decided on the set-up of the new FFS plots and on the curriculum based on their conclusions concerning the previous season and their priorities. Feedback from farmers who had changed their practices in their own farm was also discussed. In all, three iterative co-design cycles of cropping systems for both vegetable gardening and rainy season cropping took place between 2014 and 2017.

## 2.2. Analytical framework

The study was conducted in northern Togo part of the West African cotton growing area (figure 20). The landscape is characterized by savannah. The rainy season lasts from May to October and the average yearly rainfall is 1,000 mm.



Figure 20 Map of the survey area in Tone prefecture, Savanes region, northern Togo (OpenStreetMaps).

Staple crops (maize, sorghum) and cash crops (cotton, sesame, soybean) are grown in the rainy season. Cowpea is the most frequently grown legume followed by soybean. Vegetable gardening (tomatoes, onions, cabbages, and chili peppers) has been expanding in the study area in the past ten years. It is practiced in areas close to cities and in bottomlands from November to March, generally with manual irrigation. The use of draft animals is widespread, almost systematic, but resource-constrained farms do not own oxen or animal-drawn tools.

In this context, family farming systems include one or several households and are characterized by different sub-systems (livestock systems, rainy season and vegetable cropping systems, organic fertilizer production system). Each household head (usually a man) manages the rainy season cropping system, livestock system and organic fertilizer production that benefit from the labor of all active household members. The household members can manage individual sub-systems, e.g., growing vegetables in the dry season or small rainy season plots.

Based on Brossier et al. (2007) we developed the analytical framework presented in figure 21 to qualitatively characterize changes in practices in four typical farm sub-systems: rainy season cropping system, vegetable gardening (dry season), livestock breeding, and organic fertilizer management.

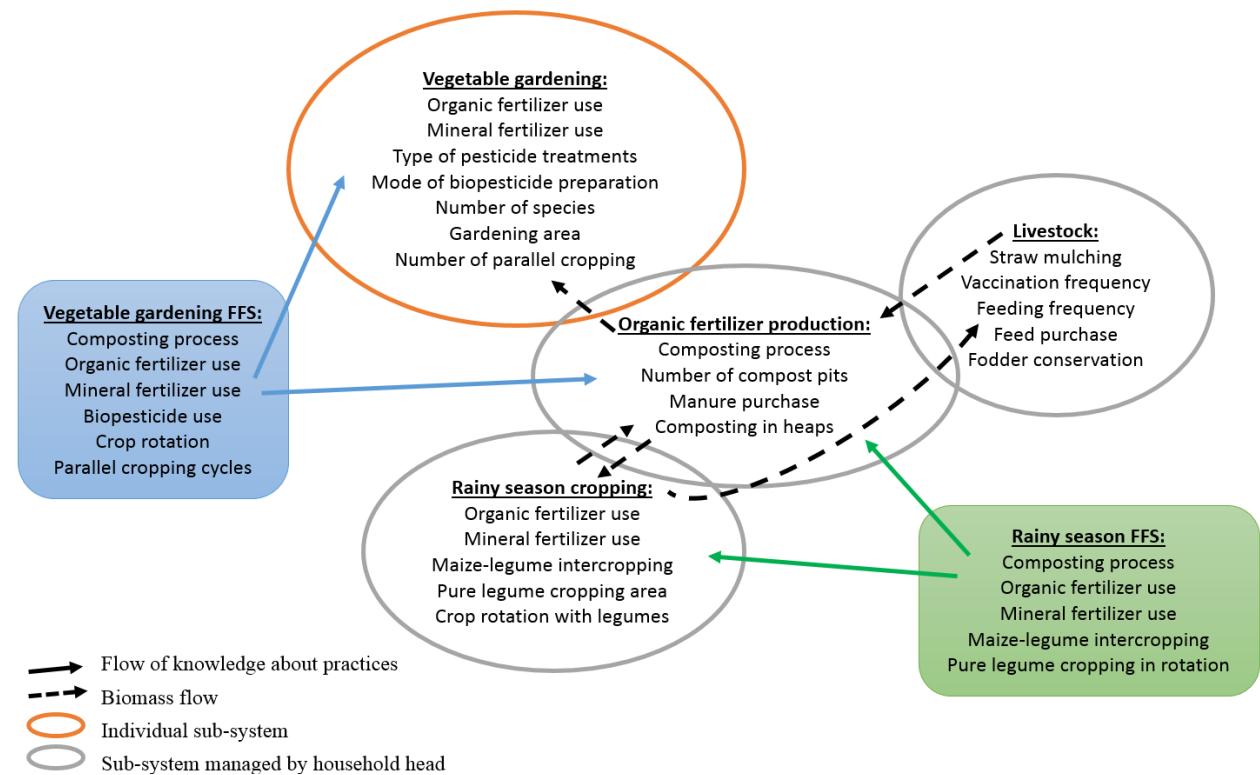


Figure 21 Analytical framework showing the variables of changes in agricultural practices in the farming system in northern Togo.

The variables of changes in agricultural practices were selected based on the transversal themes of the FFS related to agroecological principles: the production of organic fertilizer and its use in combination with mineral fertilizer, grain legume cropping (pure or intercropping), and pest management for vegetable gardening. For livestock breeding, the variables were selected based on the use of biomasses for straw and fodder, and on the changes famers said they had made to improve livestock care and consequently increase their manure production (purchase of feed (e.g. brewery residues and cereal bran), feed frequency and vaccination). For each variable of a given sub-system, the presence (or absence) of changes in practices, and the nature of these changes were defined. If several practices co-existed in one sub-system, their respective importance was not taken into account, just the fact the practices had changed, albeit partially.

Our analytical framework distinguishes organic fertilizer production from the livestock subsystem so as to highlight the central role of this activity in the farming system. Indeed, although it is closely linked to the livestock subsystem via manure flow, it can be argued that this subsystem is also closely linked to the rainy season cropping system (inward flow of cropping residues, outward flow of compost). Our framework did not include individual rainy season plots for men (often cotton, sorghum) or women (often rice, soybean) to limit variability between households. Similarly, we did not include the sub-system of storage, conservation, transformation and consumption of the production.

### 2.3. Survey and sample description

After a series of meetings with key stakeholders and focus group discussions in 2018, four villages were selected based on the criteria that FFS implementation had respected the project guidelines and no major disturbances had occurred during the course of the FFS. Semi-directive individual interviews with former FFS participants were conducted between January and June 2019 (four years after the beginning of the FFS, two years after the end of the FFS) with farmers in the four villages (NJ, KR, BK and SF). In three of the villages, farmers had been able to choose between the vegetable gardening FFS (VG FFS), or the rainy season FFS (RS FFS) or both (VG+RS FFS). In the fourth village (NJ), farmers were only able to participate to VG FFS. Both men and women participants were interviewed. The interviews with the women participants covered all the sub-systems in the analytical framework and the husband or adult son in charge were also interviewed if necessary. Table 9 describes the four FFS sampled in the survey.

Tableau 9 : Description of the crops covered in the four FFS sampled, the participants and the sample size.

RS: Rainy Season; VG: Vegetable Gardening; VG+RS: vegetable gardening and rainy season; M: Man; W: Woman.

FFS village	Crops		Participants		Sample size		
	RS	VG	RS	VG	RS	VG+RS	VG
<b>KR</b>	Rice, maize, soybean	Tomato, onion	30 (21M, 9W)	18 (10M, 8W)	5 (3M, 2W)	4 (2M, 2W)	
<b>SF</b>	Maize, soybean	Tomato	30 (28M, 2W)	8 (M)	5 (4M, 1W)	3 (M)	
<b>NJ</b>		Tomato		30 (24M, 6W)			8 (7M, 1W)
<b>BK</b>	Maize, soybean	Onion	23 (7M, 16W)	23 (2M, 21W)		5 (W)	

Tableau 10: Farm characteristics of the sub-samples. TLU: Tropical Livestock Unit; FFS: Farmer Field School; RS: Rainy Season; VG: Vegetable Gardening; VG+RS: vegetable gardening and rainy season; M: Man; W: Woman.

Sample name	Sample size	Gender	Average age (years)	Access to animal traction	Average size of vegetable plot (m <sup>2</sup> )	Average cropped area (ha)	Average TLU (TLU)	Average Ha/worker (ha)	Average TLU/ha (TLU)
<b>RS FFS</b>	10	7M 3W	48.6	2/10 no animal- traction equipment	688.2	4.1	3.8	0.58	1.0
<b>VG FFS</b>	8	7M 1W	44.9	2/8 no animal-traction equipment	1,944.4 *	3.4	4.6	0.47	1.6
<b>VG+RS FFS</b>	12	5M 7W	43.5	4/12 no animal- traction equipment	423.4	4.5	4.2	0.72	0.8

\* One farmer cultivated 7,533 m<sup>2</sup> of vegetables. When his farm is excluded, the average size of the vegetable garden is 1,146 m<sup>2</sup>.

Table 10 presents the characteristics of the sub-samples of farmers who participated in the rainy season FFS (RS FFS), vegetable gardening FFS (VG FFS) or both FFS (VG+RS FFS)

The VG FFS sample of farms was mainly composed of men from one village NJ, but they grew vegetables in three different bottomlands. They were mainly interested in growing tomatoes, one of the most profitable vegetable crops (although the price is highly variable and may be very low in peak periods). The VG FFS in village NJ ran smoothly with a high level of farmer participation. Farmers created groups for collective production and simultaneous use of biopesticides. One bottomland decided to ban the use of conventional pesticide use, and in all three bottomlands in village NJ participating in VG FFS, tomato growers also discussed spreading the transplantation of seedlings out over time to avoid production peaks, which force farmers to accept very low prices to avoid losing their production due to rotting.

The RS FFS sample of farms was composed of 7 men and 3 women from villages KR and SF. In village SF, the RS FFS was mainly attended by men and the curriculum focused on maize-soybean intercropping and pure soybean cropping. In village KR, men and women participated and the curriculum focused on household crops (maize and soybean) as well as rice, which was mainly grown by women on individual small plots (but individual rainy season plots were not included in our analytical framework).

The VG+RS FFS sample of farms was composed of 5 men and 7 women from villages BK, SF and KR. In village BK, the VG FFS was almost exclusively attended by women and the curriculum focused on onion cropping with low inputs. All the participants of the VG FFS also attended the RS FFS in village BK. The RS FFS group was mixed and focused on household crops (maize and soybean in pure cropping or intercropping) with particular attention paid to the proportion of legumes which usually belong to the women. The VG FFS in village KR was attended by a mixed group who were mostly interested in tomato cropping. Farmers from village SF almost all attended the RS FFS but not the VG FFS, due some facilitation problems (only 8 people attended, three of whom also attended the RS FFS).

The women who attended the FFS were either married women (n=8) or sometimes older women, in which case their adult son was in charge of farm management (n=3). There were no female-headed households, although some surveyed women had great power of decision on the farm (for example when their husband had a full-time job outside the farm).

### 3. Results

#### 3.1. Distribution and levels of change in practices

The distribution of the variables in the analytical framework in the 30 surveyed farms is presented in table 11. A detailed analysis of the distribution patterns allowed us to group the variables of changes in practices into levels of change for each subsystem, as shown in table 12

Table 11 Distribution of the variables of the four farm sub-systems in the 30 farms surveyed (framework presented in Figure 19). The boxes highlighted in green designate the practices implemented in the studied FFS (corresponding line). The farmer codes in italics refer to the women participants in the FFS.

FFS SAMPLE	FARMER CODE	Use of composting process	Dug one compost pit	more than 1 pit	Additional compost heaps	manure purchase for composting	Increase in pure legume	Pure legumes in rotation	legume intercropping	Decrease in mineral fertilizer for maize	Increase in organic fertilizer for maize	Increase in gardening area	parallel cropping cycles	Increase in number of vegetable species	Decrease in mineral fertilizer for gardening	Increase in organic fertilizer for gardening	Use of biopesticide	Collective preparation and treatment of biopesticide	Increase in feed purchase	Legume fodder conservation	Increase in cow stable straw mulching	Increase in vaccination frequency	
RS FFS	K4	X	X	X	X															X		X	X
	S4	X					X		X	X					X	X	X	X					
	<b>K10</b>	X							X	X	X					X	X	X	X			X	
	S8	X	X						X		X					X	X	X	X	X	X	X	X
	<b>S7</b>	X	X						X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X
	S6	X	X						X				X			X	X				X	X	X
	S9	X	X						X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X
	<b>K7</b>	X					X	X	X	X	X									X		X	X
	K6	X	X	X		X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X
VG FFS	K8	X	X			X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X		X	X
	N2	X							X	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X
	N8	X	X							X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
	N7	X	X	X					X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	N9	X	X						X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	N4	X	X						X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	N1	X	X	X	X				X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X
	<b>N5</b>	X	X						X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X
VG+RS FFS	N3	X				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
	<b>B9</b>	X						X			X	X	X			X	X	X					X
	<b>B10</b>	X							X			X	X	X		X	X	X					X
	S2	X	X	X					X		X				X	X				X			X
	K5	X	X	X					X		X			X						X	X		X
	<b>B8</b>	X	X						X	X					X	X	X	X	X	X	X		X
	<b>K2</b>	X	X	X					X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X

S10	X	X	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<b>K9</b>	X	X		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<b>B2</b>	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
<b>B3</b>	X	X	X				X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
S3	X	X	X		X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X		X	X		
K1	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X		X				
<b>TOTAL</b>		22	29	12	5	4	8	6	22	17	23	13	12	10	20	25	24	24	21	18	4	26	22

Table 12 Levels of change in agricultural practices in the four farm subsystems (based on the distribution presented in table 9). The variable “legume fodder conservation” was not included in the definition of the levels of change in practices.

Vegetable gardening			
No change	Fertilization and biopesticides	Fertilization, biopesticides and development of gardening activity	
\	Decrease in mineral fertilizer use Increase in organic fertilizer use Use of biopesticides Collective preparation of biopesticides	Decrease in mineral fertilizer use Increase in organic fertilizer use Use of biopesticides Collective preparation of biopesticides Increase in number of species cropped Increase in number of parallel cropping cycles Increase in gardening area	
Livestock keeping			
No change	Straw bedding and vaccination	Straw bedding, vaccination and feeding strategy	
\	Increase in straw bedding in cow shed Increase in vaccine frequency	Increase in straw bedding in cow shed Increase in vaccine frequency Increase in feed purchase Increase in feed frequency	
Organic fertilizer management			
Plant-based organic fertilizer	Composting	Development of compost production	
Dump (no change) and/or composting without manure	Composting 1 compost pit	Composting More than one compost pit (or compost heaps) Manure purchase	
Rainy season cropping			
No change	Fertilization	Legumes	Fertilization and legumes
\	Decrease in mineral fertilizer use Increase in organic fertilizer use	Increase in area of pure legumes cropped Increase in intercropped legumes	Decrease in mineral fertilizer use Increase in organic fertilizer use Increase in area of pure legumes cropped Increase in intercropped legumes Rotation including pure legume plots

### Compost production

The type of FFS attended (VG or RS FFS) did not appear to influence changes in compost production practices. Almost all the farmers (29/30) dug at least one compost pit during the course of the FFS. This can be linked to other activities that the project implemented (besides FFS), such as supporting digging of compost pits (provision of equipment to local farmer organizations and staff support for pit delimitation). However, some farmers (n=6) did not follow compost principles outlined during the FFS, namely the farmers who had no access to manure (no cattle, or cattle left entrusted to Peuhl breeders during dry season). This represented the first level of change in practices (dump or compost without manure incorporation). The second level involved farmers (n=22) who dug a compost pit and followed composting guidelines (alternating layers of crop residues and manure, the pit filled in one

sitting, watering, use of ashes and/or clay and/or soil from termite mounds, etc.). Going further than the initial support from the project, 12 farmers dug more than one pit (up to 3 pits), 5 produced additional compost in heaps and 4 purchased manure from Peuhl breeders to add to their compost. These practices represented the third level of change.

### ***Gardening practices***

Two farms were excluded of this sub-system because they did not grow any vegetables during the dry season. Five gardeners did not change their gardening practices at all, which represented the first level of change of that sub-system. Almost all the gardeners (25/28) changed their use of organic fertilization practices and combined use of organic and mineral fertilizer (23/28). Most gardeners (n=24) also changed their crop protection management and switched to using biopesticides (alone or combined with synthetic pesticides). All in all, 11 gardeners only changed at least one fertilization practice (organic or mineral fertilizer) and one pesticide practice (use of biopesticides and/or collective preparation and spraying) and represent the second level of change. The third level of change was farmers who also engaged in developing their gardening activity through increase in vegetable plot size, crop diversification (either for the purpose of rotation (tomato with onion for example), or to grow higher priced crops (chili peppers)) and/or parallel cropping cycles (transplanting seedlings in several batches a few weeks apart). Before the FFS, gardeners used to transplant all their seedlings at the same time. Parallel cropping cycles smoothens production peaks and limits the risks of selling their products at low prices and gives farmers negotiation power.

### ***Rainy season cropping practices***

One farmer made no changes at all, because he had previously taken part in a training program for young farmers, he thus represented the first level. Twenty-six farmers changed their rainy season fertilization practices to using organic fertilizers (n=23) and 17 reduced their doses of mineral fertilizer. Twenty-two farmers changed their intercropping practices from traditional intercropping to alternating rows or alternating seed holes. Increasing pure legume cropping was rare (n=8) but was done in rotation by six farmers.

Some farmers (n= 5) only changed their fertilization practices (second level of change), and others (n=3) only their legume cropping practices (pure or intercropping) (third level of change). The fourth level combined fertilization management and legume cropping practices (n=21).

### ***Livestock breeding practices***

Two farmers made no changes in their livestock breeding practices, they represented the first level of change. Providing maize straw as bedding in the cow shed was a common change in livestock breeding made by 26 farmers to increase organic fertilizer production. An increase in efforts to respect regular vaccination schedules was also observed (n=22). However, none of the farmers used fodder made of leaves of legumes, or crop residues from rainy season crops. The second level was thus represented by farmers who improved the straw bedding in their cow sheds, which appeared to be linked with increased vaccination frequency. The third level was farmers who also improved their feeding practices: 21 farmers started or increased their purchase of feed (locally available concentrated feed such as traditional brewery residues or cereal bran from the mills or in some cases, specialty feed such as poultry formula) and 18 combined it with increased feeding frequency (which also helps prevent animals from straying and theft).

To sum up, all surveyed farmers changed their organic fertilizer management practices and/or livestock breeding practices. A majority of farmers who attended the VG FFS also made some changes to their rainy season cropping system, as did farmers who attended the RS FFS to their vegetable cropping system. FFS can lead to systemic changes in farming systems in general, not only limited to changes in the cropping system addressed in the FFS that the participant attended.

### **3.2. Types of farm according to the combinations of levels of change in agricultural practices**

The observation of the distribution of the variables (table 11) made it clear that it is of no advantage to classify farmers according to their sub-system, irrespective of whether they made changes or not. Indeed, some practices were changed by almost all farmers (e.g., digging one compost pit) whereas others in the same sub-system were changed only by a handful of farmers (e.g. purchasing manure). Therefore, we grouped variables using the same distribution pattern for each sub-system that are presented as levels of change in practices in table 12. Figure 22 summarizes the patterns of the surveyed farms' distribution across the levels of change for the four sub-systems analyzed (rainy season, vegetable gardening, livestock breeding and organic matter production). Twelve farm types (combinations of levels of changes in practices) were identified among the farms we surveyed. Figure 22 confirms that famers made systemic changes at farm level independently of the cropping system targeted by the FFS they attended.

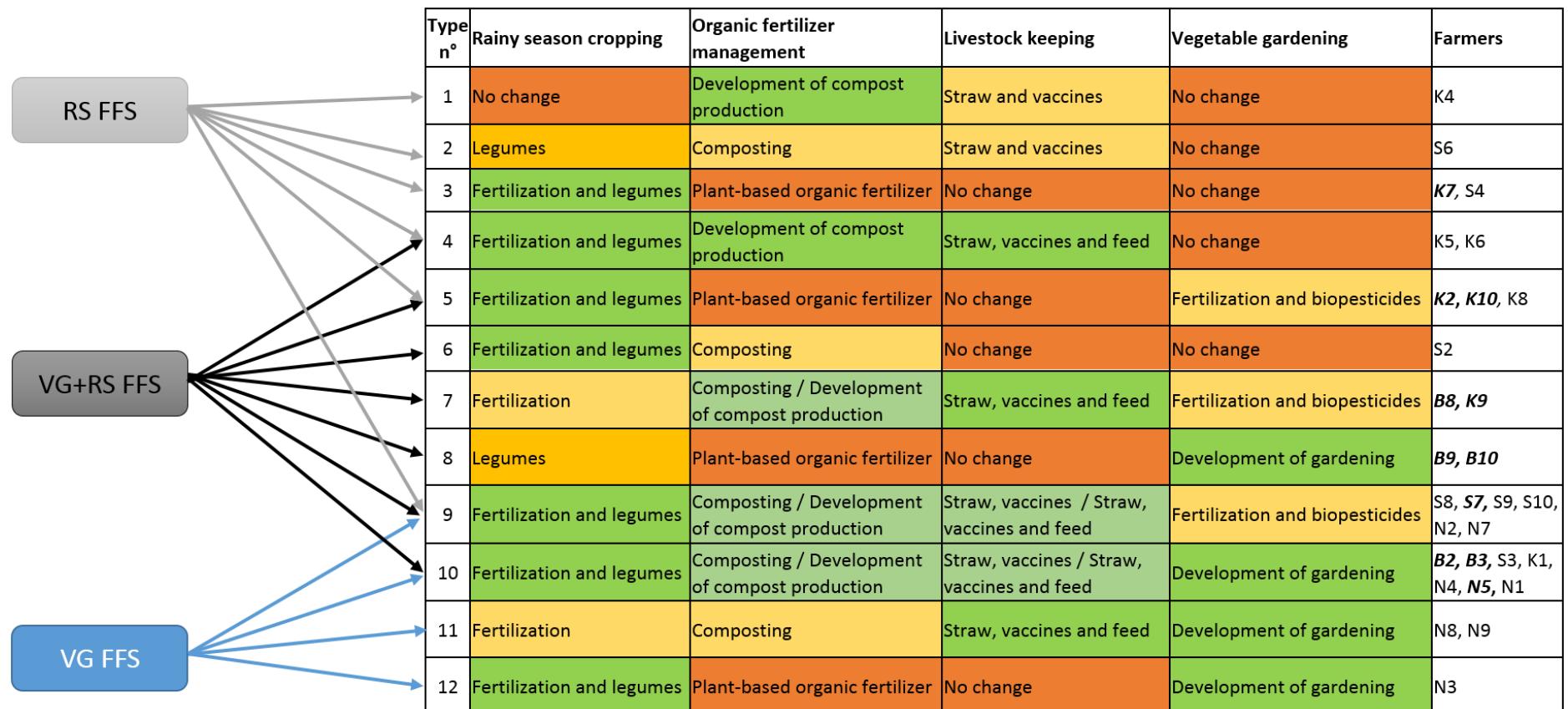


Figure 22: Types of farm according to the combinations of levels of change in practices in the four farm subsystems. RS: Rainy season; VG: Vegetable Gardening, VG+RS: vegetable gardening and rainy season. The farmer codes in italics refer to the women participants in the FFS.

Indeed, we observed that in each sub-sample some farmers made changes in subsystems that were not targeted by the FFS they attended.

Going beyond this first observation, do different FFS curricula lead to distinguishable effects at farm level? The first aspect we discuss concerns participation in vegetable gardening FFS only (VG FFS). VG FFS participants are found in types n°9, 10, 11 and 12 in figure 22. Types 10, 11 and 12 share the development of the gardening activities (increased size of the vegetable plot, parallel cropping cycles and/or crop diversification). However, this does not exclude changes in other sub-systems, including in the rainy season cropping system in all 4 types considered (9, 10, 11 and 12). Type 12 was composed of one farmer who had no cattle, who consequently did not seek to change livestock management and was unable to produce good quality compost. However, types 9, 10 and 11 were not limited by lack of cattle, and did change their production of compost and livestock management. The differences between farms (for example between types 9 and 10, or between 10 and 11) appear to be more linked to farmers' choices or priorities.

The second point concerns participants in the RS FFS only, i.e., types n° 1, 2, 3, 4, 5 and 9. No clear effect was observed on the rainy season cropping system. Type n°1 was a farmer who had already been trained in an intensive program and therefore already implemented agroecological cropping practices (organic and mineral fertilization and legume cropping). Participating in the FFS did not enable this previously trained farmer to make more advanced changes in practices, for example, agroforestry or cover crops. Regarding vegetable cultivation by those who participated in the RS FFS only, none of them developed the vegetable garden activity (increased size of the vegetable plot, parallel cropping cycles and/or crop diversification), and the farms in types n° 1, 2, 3 and 4 (n= 6) made no changes in practices at all. Types 5 and 9 (n=4) only changed their fertilization and pest management practices.

Furthermore, this typology showed that changes in organic fertilizer management were not influenced by the type of FFS the farmers had attended (all three types of FFS resulted in changes in the composting sub-system), but the extent of the changes was rather linked to the livestock assets of the farm (total TLU), and specifically to access to cattle manure (from cattle kept on the farm all year round). Indeed, farms with no cattle, and farmers who did not keep their cattle on the farm in the dry season (who temporarily entrusted them to Peuhl breeders, therefore only had access to a limited amount of manure) were not able to produce good quality and rich compost, even though some of these farmers did dig a compost pit. However, we

observed that the intensification of compost production (more than one pit, or heaps, or manure purchase) was more frequent among the farmers who attended both the VG+RS FFS (n=9).

The final aspect concerns participants in the VG+RS FFS: does the fact that these farmers participated to two FFS result in more changes at farm level? Figure 22 shows there is apparently no added value of attending two FFS. The VG+RS FFS participants belonged to types n° 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10, with some overlap with VG FFS farms (types 9 and 10) or RS FFS farms (types 4, 5 and 9). Regarding vegetable production, the levels of change by farmers who attended VG+RS FFS ranged from “no changes” to “development of vegetable gardening”. Similarly, regarding rainy season cropping, the levels of change varied between fertilization management, legume cropping, and both.

We observed a clear effect of VG FFS, as farmers who only attended RS FFS did not expand their vegetable gardening activity, whereas 6/8 of those who attended the VG FFS and 5/12 of those who attended VG+RS FFS did. The effects of RS FFS was less clear, as even VG FFS participants made significant changes to their RS cropping system. We found no additional benefit of farmers attending both the vegetable gardening and the rainy season FFS (VG+RS FFS) rather than only one or the other (VG or RS FFS). Overall, the main conclusion is that farmers did make systemic changes, which raises the question as to which characteristics of the FFS explain these results.

### 3.3. How did the changes in practices occur in farms?

The results outlined above raise questions about how the changes occurred in the farms we surveyed after one household member attended the FFS. We investigated the influence of the gender of the participants on the changes in practices at farm level, and farmers’ reasons for their changes in practices.

First, our results show no influence of gender of the participant to the FFS. Indeed, the 11 women in our sample belonged to 6 different farm types in figure 22 (n°3, 5, 7, 8, 9 and 10). When a woman participated in the FFS on vegetable gardening (VG or VG+RS FFS), a sub-system directly managed by herself, she was logically able to make changes in her gardening practices. Regarding the sub-systems that are managed by the household head (i.e. rainy season crops, livestock breeding and organic fertilizer production), we found no link to the type of FFS attended by the woman. Some women (n=5) reported few changes in other farming subsystems than the one covered during the FFS (see types 3, 5 and 8), whereas others (n=6) reported changes in all the subsystems (see types 9, 10 and 7). At the scale of our analysis, women’s

participation in FFS can, in some cases, lead to systemic changes in other subsystems of the farm. The women who participated in the FSS were either married or widows with their sons in charge of the decision making, but how women face challenges to changing practices at farm level (for example, negotiations with the person in charge) is beyond the scope of the present study.

Second, during the focus groups and individual interviews, we collected the following reasons for the changes in other subsystems of the farm, non-targeted in the FFS, based on farmers' explanations. The first reason was linked to internal mechanisms. The farmers explained that once they had seen and experienced the complementarity of organic and mineral fertilizers in one FFS, they applied it to other cropping systems (for example, they had seen it during the VG FFS and applied it to their rainy season cropping system). Once they had learned to prepare compost, 14 farmers chose to scale up this sub-system to provide more compost for their rainy season cropping system (of substantially larger size than the vegetable garden). Another internal mechanism drove changes in livestock breeding: the widespread (n=26) decision to increase the use of straw mulching in the cattle shed is explained by the desire to increase quantity and quality of manure. Increasing feed frequency and/or the purchase of feed also meant keeping the animals closer to the homestead and avoided animal straying and theft. Farmers also mentioned that increasing the vaccine frequency had become a higher priority to avoid the loss of animals, although this decision might also be driven by other local factors such as vaccine availability or communication campaigns. With both practices, the aim is to maintain the herd size (and if possible, increase it) and consequently the quantity of manure to be used for the production of organic fertilizer.

The second reason given by the farmers is that they got their knowledge from their peers, which was also encouraged in FFS discussions. Farmers reported the importance of seeing something for themselves in their neighbors' fields, e.g. alternating row intercropping, which can be witnessed by anyone who goes past the field. The visual spill-over might also have originated from farmers visiting the FFS field, either during the organized visits (in the village and to other participating villages) or on personal initiative. The farmers who attended the FFS said they had been questioned by curious farmers who had seen their field or the FFS field, and that the questions had mainly been asked after the results from the first FFS season were visible.

The third reason highlights the importance of farmers organizing themselves in formal and informal local groups. In particular, in the case of vegetable gardening, it is notable that 6

farmers in the RS FFS group (i.e. farmers who did not attend the VG FFS) nonetheless joined biopesticide preparation groups and started controlling their own garden pests with biopesticides (table 11). These groups went as far as agreeing to all spray on the same day, to avoid insects taking shelter in a “reservoir” plot and returning rapidly. This also explains how gardeners in the bottomlands who did not attend the VG FFS also changed their pest management practices in their vegetable gardens, because of this endogenous collective action (not foreseen by the project). Also, in all three bottomlands in village NJ where farmers attended, tomato growers agreed to avoid transplanting their seedling all at once to avoid production peaks. This gave farmers more leverage in negotiating their sales price, as they were not forced to accept very low prices to avoid losing their entire production to rotting.

## 4. Discussion

### 4.1. Changes in agricultural practices spread within the farming system

Our results show that parallel to the changes made in the vegetable gardening and/or the rainy season cropping system(s) (according to the attended FFS), farmers also made changes to other farm sub-systems: livestock breeding and compost production. Farmers who only participated in one FFS also made changes in the cropping system that was not targeted by the FFS they attended. These results are in accordance with farming system theory (Darnhofer et al. 2010), and with the literature on changes in practices (Glover et al. 2016, 2019). The idea that farmers’ change in practices often goes beyond simple adoption of a technique is widely recognized (Sumberg et al. 2003; Leeuwis and Aarts 2011, 2021). Farmers are not simply technicians choosing the most relevant practices, they are also family farm managers. As such, farmers and farm households take into account preferences and issues related to quality of life (Gafsi and Brossier 1997; Brossier et al. 2007). They also implement strategies to cope with unexpected events, risks and adapt to new and evolving situations (Darnhofer et al. 2010; Darnhofer 2021).

Nevertheless, while there was an undeniable level of complementarity between cropping systems, livestock breeding and organic fertilizer production in our sample, there was no significant drive towards the use of legumes and fodder from the rainy season cropping system for livestock breeding. In Africa, and more specifically in the cotton cropping areas of West Africa, the link between cropping and livestock systems has long been established and promoted by agricultural development institutions to the point it became a development model

(Landais and Lhoste 1990). Several authors analyzed the changes in the agricultural context in this regard (Vall et al. 2006, 2017) and explained the reasons why this mixed agriculture-livestock model is difficult for family farms to apply in its entirety, especially fodder production. However, the majority of studies on farmers' practices in West Africa focus either on the description of said practices or on the reasons behind farmers' choices (for example Milleville (1987); Andersson and D'Souza (2014); Vognan and Fok (2019)), and few authors have studied the way farmers change their practices and their management at farm level. Some authors have studied changes in practices at cropping system level (Ronner et al. 2018; Périnelle et al. 2021) or at the livestock system level (Vall et al. 2017), and Blanchard et al. (2017) tracked on-farm innovation for atypical organic fertilizer management. But there is still a need for more systemic analyses of changes in practices at farm scale.

One limitation of our framework is that it does not distinguish the diversity of practices that may coexist within one farm or even within one sub-system. There is also a lack of information on the representativeness of our sample of farmers, or of the participants in the sampled FFS, whereas biases in FFS targeting have been reported (Phillips et al. 2014). It is thus not possible to draw conclusions regarding the suitability of collaborative FFS to identify alternative solutions for resource-poor farmers. Lastly, while acknowledging that farmers remain embedded in other larger systems that influence their decisions, the proposed framework remains centered on an individual approach to change in practices (Leeuwis and Aarts 2021).

## 4.2. Farmers' implementation of changes after a co-design process

Studies on the implementation by farmers of the outcomes of design processes are rare, especially at farm level and in Africa. Some studies focus on changes in practices and adaptation at cropping system level after co-design initiatives in Burkina Faso (Périnelle et al. 2021) and in Uganda (Ronner et al. 2018). At farm level, in Uruguay Dogliotti et al. (2014) reported the effects of a "co-innovation" process with family farms involving systemic diagnosis and redesign of the farm systems. After monitoring the implementation of innovations, the authors were able to measure impacts on income, soil organic carbon content and estimated erosion rates. Our results contribute to the literature on farmers' implementation of agroecological practices at farm level after a co-design process during collaborative FFS. We show that implementation of changes in practices in cropping systems after a co-design process translate at farm level into changes in livestock and organic fertilizer production.

Farmers' implementation of changes in practices relies on experimentation and adaptation of practices. Farmers' trajectories of change in practices are often gradual and incremental (Lamine 2011; Chantre and Cardona 2014; Deffontaines et al. 2020; Bakker et al. 2021) except for major changes after a trigger event (Sutherland et al. 2012). Furthermore, Catalogna et al. (2018) showed that certain farmers implement on-farm experiments to test whether they can adapt and transpose one agroecological logic (or principle) to other farm elements (for example, the use of different endemic auxiliaries to various crops and pests). In a study of agroecological transitions in diversified horticultural farms, Dupré et al. (2018) showed that interactions between crops within a farm take the form of either competition for farm resources, or exchanges of biomass, inputs, equipment and knowledge. In a strategic farm management perspective, in Burkina Faso, Andrieu et al. (2015) explored whether changes to the cropping or livestock system affect the flexibility of farms and hence their ability to cope with climatic and economic variability. Showing how technical changes such as composting or cattle fattening require increased management agility by farmers, the authors state that the assessment of technical interventions in terms of changes in flexibility should inform the design of innovations in West Africa.

### 4.3. Influence of the gender of FFS participants

One of the results of our study is that regarding individual gardening activities, women made as many changes to their vegetable management as men. However, this result should be interpreted with caution since the economic gains for women or at farm level have not been assessed, and women's vegetable gardening plots are usually smaller than men's plots. In the design, implementation and evaluation of an intervention, Johnson et al. (2016) stressed the importance of considering the control and ownership of assets, and the difficulties women face to increase or maintain control over their assets benefitting from development projects.

A second result of our study is that in 6 out of 11 cases, women's participation in FFS resulted in changes at farm level, namely to the rainy season cropping system which is managed by a man (husband or adult son) but relies on collective family labor. The importance of women in family farming is recognized regarding the labor force (Sourisseau et al. 2012; Jones et al. 2012), but our results also show that it is worth investigating how women might influence the decisions of the head of the household to change agricultural practices. However, the setting of this study did not allow us to explore at more depth the reasons why the five other farms did not make systemic changes at farm level, or the constraints that all women who attend FFS

might face in implementing changes in farm sub-systems they do not directly manage themselves.

Regarding the effects of FFS specifically, Friis-Hansen and Duveskog (2012) showed the effects on individual and collective women empowerment and agency in East Africa, which could turn into more leverage in technical decisions. In northern Togo, women who participate in FFS could get involved in the collective production of compost or biopesticides they might otherwise not have been able to produce (Bakker et al. 2021). This effect is also supported by Friis-Hansen et al. (2012), who showed the effects of FFS on gender relations within households. Nonetheless, this effect might be variable, as Phillips et al. (2014) demonstrated that the participation of women is highly variable, and Charatsari et al. (2020) underline the importance of social capital among FFS participants. In addition, Mekonnen et al. (2018) underlined the importance of networks, regardless of gender, for significant learning links, while still highlighting the differences among women (for example between married women and female-headed households) and Walther et al. (2019) reported factors that hinder women's networking in rice value chains.

We emphasize this result of our study because it seems to be particularly important for future studies to focus on gendered changes in practices at different scales including at farm level. Women are one of the groups most likely to be excluded from FFS (Phillips 2014), along with the poorest farmers and those with no access to land, even when programs explicitly target the participation of women. One difficulty regarding gender and changes in agricultural practices is that agronomists rarely study this aspect. Although some studies detail how gender influences crop choices (Carr 2008), or how the workload is distributed between male and female workers in a household, for example, to our knowledge, no studies have addressed questions related to gender regarding change in practices or farm transitions in West Africa. It would be interesting to investigate how women, especially women who participate in innovation support initiatives such as FFS, can influence decisions to change agricultural practices in the sub-systems that depend on the management of another person (for example rainy season cropping systems managed by the household head). Local variability adds a layer of complexity to this issue. The framework and survey methodology proposed here would benefit from additional in-depth interviews on how women have to negotiate changes in practices with their husband or with the adult son in charge of farm management. One limit of this study is that it did not include female-headed households, nor individual cereal plots managed by the different members of the household (men or women), or off-farm activities. It

would also be useful to investigate whether these changes in practices produce income, or whether they have unintentional consequences or trade-offs at different levels (sub-system, farm, bottom-land, village, etc.) and for different stakeholders (for example additional work for women or young people).

#### 4.4. Characteristics of the studied FFS

Our results show that, with the exception of the development of the vegetable gardening activity, the changes in sub-systems of the farm farmers make are not limited to the topic of the FFS they attended. The characteristics of the sampled FFS explain these results and provide elements for facilitators and agronomists to support farmers in their design process (Prost).

The first feature of the FFS we studied is the fact that they focused on agroecological principles rather than on a “ready-to-use” cropping system, resulting in the openness of the possibilities for farmers to adapt their practices. For example, the curricula across all FFS (vegetable gardening and rainy season cropping) targeted the production of compost and the combination of organic and mineral fertilizer, linked with farmers’ observations on soil fertility degradation. Similarly, they covered the principle of crop rotation (for vegetables and for rainy season crops), and soil fertility preservation with legumes (for rainy season cropping systems).

From an agronomist’s point of view, recommending a set of standardized practices, such as the promotion of good agricultural practices for a given area, has little relevance, as farmers need to adapt their practices to their own agricultural situation and their own soil-climate conditions. Agroecology offers a response to the need for systemic approaches (Meynard et al. 2012), as it is indeed defined by a set of principles rather than a set of techniques or the use of a specific technology, and is in essence, highly context-specific (Altieri 2002; Wezel et al. 2009; Stassart et al. 2012). Farmers are recognized as designers of their own production system (Prost et al. 2018; Catalogna et al. 2018). Moreover, as minor technical changes are often incremental (Sutherland et al. 2012) and spread over the course of several years (Chantre and Cardona 2014), it is important to encourage farmers’ experimentation and adaptation of practices (Sumberg et al. 2003; Navarrete et al. 2018; Bakker et al. 2021).

We argue that the second feature of the FFS studied here, co-design cycles, is as important as the first one, the openness of the possibilities, in achieving the observed results. Indeed, in the case of systemic plant protection approaches, Schut et al. (2014) showed that even in the case of a systemic approach to crop management, the traditional division between researchers, extension agents and farmers is rarely challenged. However the FFS curricula

studied here were defined in an adaptive and iterative process, thereby avoiding the mistakes of linear research-diffusion models (Meynard et al. 2012; Ronner et al. 2019) and including feedback loops (Prost et al. 2018). According to Salembier et al. (2018), the design process falls into the category “use of knowledge in a design process”, rather than “scientific knowledge production” *sensu stricto*.

The co-design process has added value compared with simply demonstrating a practice or leaving experimentation entirely up to the farmers (Sumberg et al. 2003; Ronner et al. 2019). Moreover, co-design makes it possible to include a diversity of perspectives, namely women. The iteration of the process including a feedback loop, and the fact that it was “risk-free” for farmers because the first implementation of new practices was in FFS plots, also had added value by encouraging innovation and the emergence of options that neither farmers nor facilitators could have developed on their own. Farmers were able to assess the techniques based on their own criteria (Périnelle et al. 2021) before choosing what to change in their own plots the following year, as evidenced by their trajectories of change in practices (Bakker et al. 2021).

The two features of the FFS we studied (openness of possibilities and co-design cycles) resemble initiatives using a “basket of options” or “recommendation domain” approach to be tailored with a co-design process (Giller et al. 2011; Descheemaeker et al. 2019). This open-ended and collective process to support farmers in the implementation of agricultural innovation helps farmers to understand how their own cropping system functions (Toffolini et al. 2017) but should include a diversity of perspectives. Another alternative used by Périnelle et al. (2021) includes the combination of on-farm innovation tracking (Salembier et al. 2016) with participatory prototyping trials. On-farm innovation tracking could be combined with FFS to allow farmers to explore local innovative cropping systems.

Finally, the third feature of the FFS is that the FFS we studied were farmer-centered and aimed at facilitating learning-by-doing (in the FFS plot) and sharing of knowledge and experience among participants (during activities). The FFS also encouraged farmers to experiment and adapt their practices over time on their own farms (Bakker et al. 2021) and in some cases, helped farmers to collectively organize the production and use of biopesticides, or agree to spread out tomato seedling transplantation to avoid overproduction. These principles are at the core of FFS (Van den Berg and Jiggins 2007), and qualify FFS as a transformative learning experience (Duveskog et al. 2011).

It is important to recall that in practice, FFS implementation varies greatly from technology transfer to consultative or collaborative approaches (Bakker et al. 2020; van den Berg et al. 2020c). Initiatives that implement FFS are not necessarily implementing a co-design cycle (Bakker 2021) and therefore, this specific case study cannot be considered sufficient proof that FFS result in farm-level changes in practices by farmers in all the situations where FFS are implemented.

## 5. Conclusion

Using a framework for family farms in west-African cotton areas, we studied farmers' implementation of changes in agricultural practices at farm level after farmers had participated in co-design of innovative technical solutions during collaborative farmer field schools (FFS). Our results show that parallel to changes in practices in the cropping systems targeted by FFS (rainy season cropping and/or vegetable gardening), farmers also made changes in their livestock and organic fertilizer management practices. While attending the vegetable gardening FFS had the effect of helping farmers develop their gardening activities (increase in vegetable plot size, number of species and number of cropping cycles), changes in other farm sub-systems were not specific to the FFS attended by the farmer. We argue that the collaborative implementation process of the FFS, along with the agroecological principles covered in the curriculum (instead of a set of pre-determined techniques) contributed to these results. No influence of the gender of the participants was observed at farm level, but it would be particularly relevant for future studies on co-design and changes in practices in West African family farms to include this aspect in their analyses. To our knowledge, this is the first study of farmers' implementation of agroecological practices at farm level after a co-design process during collaborative FFS.

## Chapitre 5 : Discussion générale et conclusion

### 1. Discussion générale

#### 1.1. Apports empiriques de la thèse

##### 1.1.1. Résumé de la démarche de thèse

Nous avons présenté une démarche d'évaluation *ex-post* des effets des champs-écoles à partir de l'observation des changements de pratiques des ancien·ne·s participant·e·s, à l'échelle du SDC et de l'EA. Pour cela, nous avons réalisé une enquête pour recueillir les pratiques « avant » participation au CE et les changements de pratiques successifs au cours des saisons de culture suivantes (« pendant » et « après » le CE). C'est l'agriculteur·trice enquêté·e qui détermine ce qui a constitué un changement, le/la plaçant ainsi au centre de son système de production et de son évaluation.

Le chapitre 2 démontre, à l'aide d'une revue de la littérature scientifique sur la mise en œuvre et les méthodes d'évaluation des CE, qu'il existe une diversité de formes d'interventions sous l'appellation « CE », se positionnant du transfert de technologies jusqu'à la participation collaborative. Par ailleurs, grâce à un positionnement des évaluations sur une chaîne causale d'effets (chemin d'impact) centrée sur l'agriculteur·rice, le chapitre 2 nous apprend que la majorité des évaluations se centrent sur les inputs et outputs. Parmi ces évaluations, il s'agit principalement de tests de connaissances, de mesure de taux d'adoption à un instant donné, ou d'indicateurs de performance agronomique ou économique. Il y a peu d'évaluations sur le temps long, permettant d'évaluer les impacts, ou cherchant à comprendre les processus de changement de pratiques dans le détail. Le chapitre 2 apporte des éléments de réponse à la QR1 « *faut-il adapter les méthodes d'évaluation d'impact pour tenir compte de la diversité des CE ?* » en démontrant 1) qu'il existe effectivement une diversité de CE et 2) que les méthodes courantes sont peu adéquates pour l'évaluation de CE collaboratifs et adaptés aux conditions locales et préférences des agriculteur·rice·s. A la question « *comment adapter les méthodes d'évaluation au CE ?* » qui émerge de ces conclusions, nous répondrons dans la partie 2 de la discussion.

A partir des données d'enquêtes au Nord Togo et Ouest Burkina Faso, le chapitre 3 présente une méthode d'évaluation originale des effets des CE à partir de l'analyse des trajectoires de changements de pratiques pour le SDC ciblé par les domaines d'intervention des CE enquêtés (céréale et légumineuse pluviales ou maraîchage irrigué). La mobilisation du cadre ESR a permis de définir des niveaux de changement réalisés par rapport à la TAE à partir des

pratiques observées pour les 60 enquêtes prises en compte. Enfin, le chapitre 4 permet d’élargir l’approche du chapitre 3 au Togo en développant, à partir d’une représentation simplifiée des EA familiales en zone cotonnière d’Afrique de l’Ouest, une étude des enchainements de changements de pratiques entre les différents sous-systèmes composant l’EA après les CE au Togo. Cette étude montre que les agriculteur·rice·s ont également réalisé des changements de pratiques dans les sous-systèmes non ciblés par le CE suivi, notamment l’atelier d’élevage et la production de fumure organique, ce qui est caractéristique de la dimension systémique de la TAE.

Les chapitres 3 et 4 apportent des éléments de réponse à la **QR2** « *comment la participation à un CE et les connaissances acquises transforment-elles les pratiques des agriculteur·rice·s ?* ». En effet, l’analyse des trajectoires de changements de pratiques avec le cadre conceptuel ESR montre que l’effet direct des CE ne se limite pas uniquement à l’adoption des pratiques mises au point, expérimentées et évaluées durant le CE. Dans certains cas, les agriculteur·rice·s ont pu continuer à modifier leurs pratiques individuellement ou collectivement après leur participation au CE et ainsi aller plus loin dans la TAE initiée dans ce cadre. De plus, l’analyse des changements de pratiques à l’échelle de l’EA permet d’identifier des effets des CE dans d’autres ateliers composant l’EA que celui/ceux concerné(s) directement par le CE (par exemple l’atelier d’élevage et celui de production de fumure organique). Ainsi, les changements de pratiques réalisés suite à la participation aux CE peuvent être vus comme un processus d’adaptation des pratiques aux contraintes et motivations des agriculteur·trice·s y participant. Ces changements indirects contribuent aux effets et impacts attendus des CE (pour le domaines agricoles et alimentaire, mais aussi humain, social et financier) mais aussi des effets et impacts non attendus.

La discussion des résultats obtenus dans les chapitres 2, 3 et 4 nous permet répondre à la **QR3** « *quelles sont les évolutions possibles pour les champs-écoles et comment améliorer leur contribution aux transitions agroécologiques en Afrique de l’Ouest ?* » en formulant des recommandations pour la mise en œuvre et l’évaluation des champs-écoles dans les parties 2 et 3 de la discussion.

### 1.1.2. Positionnement par rapport à la littérature sur les impacts des FFS

Dans une synthèse des évaluations d’impact des champs-écoles, Van den Berg et al. (2020b) arrivent à des conclusions similaires à celles présentées dans le chapitre 2, et confirment que beaucoup d’évaluations *ex post* ne donnent pas assez de détails sur la mise en

œuvre et le respect des principes des CE dans les évaluations. Ces auteur·rice·s constatent un déséquilibre entre, d'une part, les nombreuses évaluations portant sur les connaissances et pratiques de gestion de l'agroécosystème, les rendements et indicateurs économiques (charges, marge brute, revenu total), et d'autre part, les rares évaluations portant sur les dimensions humaines (pensée critique, expérimentation, innovation, confiance en soi, qualité de vie), sociales (compétences, sociales, confiance dans le groupe, action collective, constitution d'un réseau), financières (mise en marché, compétences de gestion, épargne, accès au crédit, patrimoine, sécurité financière et réduction de la pauvreté) et alimentaires (diversification des productions, conservation, sécurité alimentaire, résilience). Ils font également remarquer que les études sont généralement limitées à une seule dimension, et ne portent quasiment jamais sur l'ensemble de la chaîne causale d'effets et d'impacts.

Le positionnement de nos résultats dans une chaîne causale centrée sur les agriculteur·rice·s (partie 2.3. de l'introduction) des effets des champs-écoles met en lumière **les apports de ce travail concernant les outputs**, c'est-à-dire la mobilisation des connaissances et compétences acquises pour des changements de pratiques agricoles.

**Les inputs** attendus des CE sont, pour les agriculteur·rice·s participant·e·s, l'acquisition de nouvelles compétences ou savoir-faire, et également un apprentissage collectif. Les deux revues de littérature disponibles confirment que les CE permettent, en général, une augmentation des connaissances sur les agroécosystèmes et les pratiques de gestion de ces derniers (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020b). La thèse de Deborah Duveskog (2013) a montré dans une étude de cas en Ouganda, Tanzanie et Kenya les processus d'apprentissage transformatif et d'*empowerment* à l'œuvre dans les CE. Le chapitre 2 a montré que les CE sont rarement évalués par rapport à la manière dont ils sont mis en œuvre. Il en résulte une standardisation des méthodes et indicateurs utilisés plutôt qu'une contextualisation et un choix en fonction de la nature même du CE évalué.

Pour les **outputs** des CE, les deux revues de littératures relèvent dans la plupart des cas des effets positifs en termes d'utilisation de pratiques agricoles bénéfiques pour la gestion des ravageurs et de la fertilité des sols (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020b). Mais elles pointent des manquements dans les données disponibles et le fait que la majorité de ces évaluations est réalisée à très court terme après la fin des activités des CE (évaluation à la fin des CE ou un an après), ce qui pose des questions sur la durabilité des résultats affichés. Waddington et al. (2014) évaluent que toutes les études ont des risques de biais liés à leur conception. Van den Berg et al. (2020b) identifient le besoin d'étude de cas approfondies et la

limitation des études d'adoption qui ne prennent pas en compte l'adaptation et l'expérimentation par les agriculteur·rice·s dans leur EA alors que la démarche CE est conçue pour que les agriculteur·rice·s procèdent à ces adaptations, et de ce fait se différencie des approches de transfert de technologie (Bartlett 2008). Ces études d'adoption quantitatives contrefactuelles gagneraient à être complétées par des évaluations compréhensives, plus adaptées aux objectifs diversifiés et complexes que les CE ambitionnent d'atteindre (chapitre 2).

C'est à ce niveau que notre étude apporte des résultats inédits sur les changements de pratiques initiés par la participation à un CE et leurs conséquences sur les trajectoires des exploitations agricoles. **Nous avons notamment montré que les changements de pratiques des agriculteur·rice·s peuvent amener à la reconception des SDC, et mis en lumière l'enchaînement des changements de pratiques au sein des différents sous-systèmes composant l'exploitation agricole familiale.** Cette adaptation progressive des pratiques aux contraintes et objectifs des agriculteur·rice·s repose sur des compétences d'analyse de l'agroécosystème, d'expérimentation et d'adaptation des pratiques (inputs), en accord avec la définition des champs-écoles en tant qu'investissement dans l'éducation des agriculteur·rice·s proposé par Van den Berg and Jiggins (2007).

Concernant les **outcomes**, Van den Berg et al. (2020b) estiment que les effets des CE sur la production des cultures (principalement riz, maraîchage, cacao) sont souvent manquantes car une majorité des évaluations se concentre plutôt sur la réduction de l'utilisation de pesticides et d'intrants. Les études existantes montrent des résultats variables (augmentation à des degrés divers ou pas d'évolution des rendements). Les études sur la diversification des productions et la conservation des produits sont rares, mais montrent des effets positifs des CE (van den Berg et al. 2020b). Waddington et al. (2014) concluent statistiquement à des améliorations des effets liés à la production agricole et au revenu des agriculteur·rice·s, tout en avertissant des risques de biais et de non prise en compte (ou non publication) des résultats négatifs.

Enfin, comme mentionné dans le chapitre 2, relativement peu d'études se focalisent sur les **impacts** des CE, ce que constatent également Waddington et al. (2014) et van den Berg et al. (2020b). Notre travail ne vient pas combler ce manque, mais apporte des éléments pour supporter l'hypothèse implicite (faite par les bailleurs et acteurs qui mettent en œuvre les FFS) que les FFS, s'ils sont mis en œuvre correctement (en accord avec les principes généraux des

FFS), contribueront à atteindre des impacts (recherchés ou non). En effet, nous avons mis en évidence des outputs concernant l'adaptation et l'expérimentation de pratiques par les agriculteur·rice·s, allant dans certains cas jusqu'à la reconception des SDC. Cela nous fait supposer que ces changements de pratiques reposent sur des compétences acquises par les agriculteur·rice·s, et qu'ils pourraient contribuer à des impacts tels que la sécurité alimentaire et la résilience des EA.

Un exemple de démarche démontrant le lien entre acquisition de compétences, changement de pratiques et impacts est l'étude de Douthwaite et al. (2007) mobilisant une chaîne causale d'effets et impacts à l'échelle d'un projet de développement (incluant des FFS) pour le contrôle du *Striga hermonthica*, une plante parasite des céréales, au Nigeria. Ainsi à partir d'enquêtes *ex-post*, les auteur·rice·s démontrent l'amélioration des connaissances des agriculteur·rice·s, l'adoption ou l'expérimentation et l'adaptation des pratiques agricoles, qu'ils relient à des revenus plus stables et plus élevés pour les agriculteur·rice·s, et des impacts finaux sur les capitaux financier, humain et social. Difficile cependant de généraliser l'existence de cette chaîne causale : van den Berg et al. (2020b) concluent que les évaluations des CE abordent rarement la résilience et la sécurité alimentaire des ménages, et que celles qui existent ne montrent des impacts que lorsque les CE sont associés à des interventions supplémentaires. De la même manière, nous avons constaté l'efficacité accrue de l'intervention CE au nord Togo, associant des activités de creusage de fosses compostières et d'équipement de petits groupes de femmes en charrettes asines, pour faciliter la production et l'utilisation de la fumure organique par les agriculteur·rice·s, sans toutefois chercher à en mesurer l'impact dans le cadre de cette thèse.

Notre étude n'a pas couvert la diffusion des changements de pratiques auprès d'agriculteur·rice·s voisin·e·s, non participant·e·s au CE. Cependant, ces deux synthèses concluent que cet effet de diffusion de paysan·ne à paysan·ne est faible, et concerne les pratiques peu complexes, faciles à reproduire (au contraire des principes de gestion de l'agroécosystème) (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020b).

### 1.1.3. Positionnement par rapport à la littérature sur l'analyse des pratiques et la conception des systèmes agricoles innovants

Les pratiques des agriculteur·rice·s, ainsi que leurs déterminants, font l'objet de nombreux travaux. Salembier et al. (2018) distinguent d'une part, l'étude des effets des pratiques d'agriculteur·rice·s sur le milieu cultivé et les performances, à l'aide notamment du

diagnostic agronomique (Doré et al. 2008) ou du *yield gap analysis* (analyse des écarts de rendements) (van Ittersum et al. 2013), et d'autre part, les études sur les déterminants des pratiques, faisant appel au modèle d'action (Sébillotte and Soler 1990) ou à des typologies (Le Bellec et al. 2011). En Afrique de l'Ouest, on peut notamment citer les travaux de Milleville (1987), et plus récemment Vall and Diallo (2009); Son et al. (2017); de Bon et al. (2019). L'étude de pratiques singulières ou innovantes (Salembier et al. 2016) a été menée par Jagoret et al. (2011) au Cameroun et Blanchard et al. (2017) au Burkina Faso.

Les travaux en agronomie sur les changements de pratiques des agriculteur·rice·s sont portés par différentes approches (Salembier 2019), dont le but n'est pas nécessairement de comprendre *pourquoi* les agriculteur·rice·s changent, mais *comment* ils changent (Chantre et al. 2015). Plusieurs travaux récents ont apporté des avancées dans la compréhension du lien entre changement de pratiques et apprentissage des agriculteur·rice·s (Chantre 2011; Catalogna 2018; Cristofari et al. 2018) ou le développement de connaissances au cours des phases de reconception d'un système (Toffolini 2016).

En revanche, les travaux sur les changements de pratiques et leur dynamique sur une période de temps de plusieurs années sont plus rares, bien que leur intérêt ait été souligné (Lamine and Bellon 2009; Ingram 2010). Les trajectoires ont été mobilisées pour décrire les états successifs des systèmes agricoles sur plusieurs générations (Capillon 1993; Landais 1996) ou à l'échelle d'une région (Ryschawy et al. 2013; Falconnier et al. 2015). D'autres auteur·rice·s ont étudié les processus de changements des EA vers l'agriculture biologique ou l'IPM (Lamine and Bellon 2009; Lamine 2011), ou les dynamiques stratégiques à long terme (Moulin et al. 2008; Cialdella et al. 2009). Bien que ces travaux mettent en avant la progressivité des trajectoires et le comportement adaptatif des agriculteur·rice·s (Brossier et al. 2003; Darnhofer et al. 2010), ainsi que l'importance des antécédents favorisant des changements de pratiques (Lamine 2011), ils ne cherchent pas à approfondir la compréhension des processus de changement de pratiques dans les EA. C'est ce que font Chantre et Cardona (2014) dans une analyse des processus de changement dans les trajectoires d'EA de grandes cultures. Les autrices montrent que les trajectoires résultent de changements techniques et d'ajustements au contexte politique, social et économique, pour lesquels les agriculteur·rice·s mobilisent une diversité de sources d'information et d'apprentissages.

Le chapitre 3 portant sur les trajectoires de changement de pratiques à l'échelle d'un SDC, est donc original à cet égard, rejoignant les travaux de Chantre and Cardona (2014). Son intérêt doit également être souligné par rapport au contexte des zones cotonnières d'Afrique de

l’Ouest où une telle approche est, à notre connaissance, innovante. Enfin, l’utilisation des trajectoires de changement de pratiques pour l’évaluation des effets (*outputs*) d’une intervention de conseil agricole telle que les CE est également originale.

Néanmoins, soulignons que Chantre (2011) conçoit davantage le changement technique comme une succession de « phases de cohérence agronomique » relatives à l’utilisation de pratiques clés pour la fertilisation et la protection des cultures. Cette approche est pertinente comme indicateur de changement pour répondre à des objectifs précis et définis initialement, mais ces objectifs ne sont pas forcément les raisons initiales de choix d’une pratique par les agriculteur·rice·s (Catalogna 2018). C’est pourquoi les travaux de Catalogna (2018) définissant le concept d’itinéraire d’expérimentation pour la compréhension du changement technique nous paraissent également complémentaires au concept des trajectoires de changement de pratiques. Ces deux approches, l’itinéraire d’expérimentation et les trajectoires de changement de pratiques (chapitre 3) permettent de comprendre comment se construisent et évoluent les systèmes de culture des agriculteur·rice·s, sans déterminer de phases homogènes a priori comme le fait Chantre (2011), de façon systémique et du point de vue de l’agriculteur·rice.

Par ailleurs, le raisonnement à l’échelle de l’EA et de son fonctionnement mis en œuvre dans le chapitre 4 est également à souligner. En effet, si l’échelle EA est étudiée par de nombreux·ses agronomes, elle l’est généralement à l’aide de deux approches. D’une part, les méthodes et approches d’évaluation de la durabilité des systèmes à l’échelle de l’EA, pouvant porter sur un thème spécifique (par exemple les risques environnementaux liés à l’utilisation de pesticides (Bockstaller et al. 2009) ou le rôle des légumineuses dans l’intensification des systèmes agricoles (Marinus et al. 2018)) ou mettre en œuvre une évaluation multicritère (par exemple la méthode IDEA (Zahm et al. 2008, 2019)). Ces évaluations peuvent également prendre la forme d’une évaluation *ex-ante* de l’impact d’une intervention sur la durabilité des exploitations (Schindler et al. 2015). D’autre part, l’échelle EA est mobilisée dans le cadre de simulations d’évolutions à l’aide de modèles, ayant notamment pour but d’aider aux décisions stratégiques des agriculteur·rice·s (Le Gal et al. 2013; Ryschawy et al. 2014; Pissonnier et al. 2017), ou parfois d’appuyer une reconception radicale des systèmes de production (Pissonnier et al. 2019). Ces modèles ont également été mis en œuvre en Afrique de l’Ouest, par exemple par Andrieu et al. (2015) pour explorer, à partir d’un modèle intégrant les règles de décision des agriculteur·rice·s pour le système de culture pluvial et le système d’élevage, les effets du compostage ou de la création d’un atelier d’embouche bovine sur la flexibilité des EA et la variabilité des productions et des revenus. Cette approche permet aux auteur·rice·s de mettre

en évidence les effets potentiels d'un choix stratégique à prendre en compte pour la conception de solutions innovantes pour les EA. Nos travaux sont complémentaires à cette approche car ils portent sur la compréhension du changement de pratiques dans les EA, entre les sous-systèmes (SDC pluvial et maraîchage, élevage, production FO). Cette complémentarité en étude des pratiques et utilisation de modèles à l'échelle EA est mise en pratique par Sempore et al. (2016), qui combinent l'études des pratiques agricoles avec l'utilisation d'un modèle, dans une approche participative pour fournir un appui aux agriculteur·rice·s pour l'intégration agriculture-élevage dans les EA.

## 1.2. Retour sur la méthode d'évaluation mise au point

### 1.2.1. Positionnement de la méthode dans la littérature sur les évaluations des FFS

Dans une méta-analyse des évaluations des champs-écoles, Waddington et al. (2014) font remarquer le manque d'études qualitatives et compréhensives. Dans une enquête sur la mise en œuvre des CE, van den Berg et al. (2020c) constatent que si les dispositifs de collecte de données pour le suivi-évaluation sont le plus souvent en place, bien souvent l'analyse et la valorisation de toutes ces données pose problème. Dans ce contexte, nous avons tout d'abord montré (chapitre 2) que les méthodes d'évaluation les plus employées se limitent à quelques indicateurs d'effet à court terme. Nous avons également avancé que les méthodes employées sont peu adaptées à l'évaluation d'interventions collaboratives. L'accent mis sur la mesure d'impacts dans des évaluations quantitatives, bien que nécessaire pour répondre aux questions de mesures et d'efficience, gagnerait à être davantage complémenté par des évaluations centrées sur les processus qui permettent à ces impacts de se produire et qui évaluent la diversité des impacts qui se produisent.

La méthode d'évaluation des CE mise en œuvre dans cette thèse se base sur des entretiens semi-directifs en plusieurs visites visant à replacer l'EA dans son contexte et renseigner les changements de pratiques réalisés, du point de vue de l'agriculteur·rice. Cette enquête nous a permis de 1) retracer les trajectoires de changement de pratiques dans le SDC abordé par le CE, et 2) étudier la manière dont les changements de pratiques sont mis en œuvre à l'intérieur d'une EA. Notre méthodologie a également mise en application la conclusion issue du chapitre 2 par rapport à la diversité des interventions CE. En effet, la caractérisation des CE enquêtés nous a permis, dans le chapitre 3, de mettre en évidence des variations importantes dans les effets observés entre CE transfert de technologies et CE collaboratifs.

Notre démarche d'évaluation est complémentaire aux méthodes d'évaluation courantes des CE (caractérisées dans le chapitre 2) et apporte des éléments de compréhension des processus de changement de pratiques suite à l'intervention. En effet, **notre évaluation des CE basée sur la caractérisation des changements de pratiques successifs tels que décrits par les agriculteur·rice·s** (et non la définition a priori des pratiques cibles) **et la caractérisation de la manière dont le CE a été conduit est originale au regard des méthodes d'évaluations actuellement employées pour évaluer les CE**. Par ailleurs, de nombreux travaux ont insisté sur les limites des évaluations basées sur la mesure du taux d'adoption de nouvelles technologies, car cette mesure de l'adoption ne prend pas en compte les reconfigurations complexes des composantes sociales et techniques d'une pratique ou d'un système (Sumberg 2005; Bartlett 2008; Glover et al. 2016, 2019). L'analyse des trajectoires de changement de pratiques à l'aide du cadre ESR, ainsi que l'étude de mise en œuvre des changements de pratiques au sein de l'EA permettent de dépasser la seule mesure d'un taux d'adoption pour l'étude de la mise en œuvre des connaissances acquises avec le CE, tout en étant plus complet et détaillé qu'avec un indicateur de performance agronomique ou économique. Les résultats enrichissent la chaîne causale d'effets et impacts des CE (cf partie 1 de la discussion) et mettent en évidence l'importance d'une participation collaborative dans les CE, pouvant mener à un processus de co-conception. Cela constitue l'apport méthodologique de ce travail, dont nous allons par la suite tirer des recommandations opérationnelles pour l'évaluation des CE.

D'autres travaux ont été menés pour évaluer les effets et impacts d'interventions participatives sur les pratiques des agriculteur·rice·s. Ainsi, Sterk et al. (2013) présentent les impacts d'un processus de développement participatif de technologies auprès de 7 communautés au Ghana. N'ayant pas accès à une étude de base ou un groupe contrôle, les auteurs confrontent les affirmations de l'évaluation finale du projet avec l'avis des ancien·ne·s participant·e·s, 5 ans après la fin du projet, exprimés lors d'entretiens semi-directifs. Ils enquêtent sur le maintien (ou non) de l'utilisation des technologies mises au point et les prérequis pour leur utilisation, l'attitude des agriculteur·rice·s par rapport à l'expérimentation de pratiques et les effets sur les communautés. Kiptot et al. (2007) étudient les dynamiques de l'utilisation de jachères arborées améliorées au Kenya sur une période de 8 ans. Ils utilisent des méthodes mixtes d'évaluation et distinguent trois catégories d'utilisateur·rice·s de ces pratiques innovantes entre « adoptants », « testeurs/rejetants » et « ré-adoptants ». En effet, les résultats montrent que le processus d'adoption des jachères arborées améliorées est dynamique et variable, avec des jachères discontinuées et parfois replantées, et que la fertilité des sols n'est

qu'un facteur parmi d'autres (notamment les incitations des projets, le lien entre plantation et accès au crédit et l'accès aux semences) pour comprendre ces processus. A l'échelle d'un projet, on peut citer la méthode de chemin d'impact utilisée par Douthwaite et al. (2007) pour évaluer un projet de CE (détailée dans le point 1) sur le temps long.

Avec des méthodes diversifiées, mais ayant en commun l'utilisation d'enquêtes de terrain et de méthodologies qualitatives ou mixtes, ces auteur·rice·s arrivent à étudier les impacts à long terme (Sterk et al. 2013) ou les dynamiques dans le temps (Kiptot et al. 2007) des changements de pratiques, et les facteurs expliquant les choix des agriculteur·rice·s. Néanmoins notre méthode présente l'avantage, grâce à l'utilisation du cadre ESR, de pouvoir catégoriser les pratiques observées par rapport à un objectif de transition agroécologique des EA, permettant ainsi d'identifier « l'intensité » des changements réalisés (notamment les situations de reconception des SDC). Notre méthode d'évaluation est à la fois adaptable pour évaluer des interventions participatives et localement adaptées (c'est-à-dire, des curricula CE non uniformes, adaptés aux préférences de chaque groupe) et pour étudier les dynamiques dans le temps de changement de pratiques des agriculteur·rice·s.

### 1.2.2. Avantages et inconvénients de la méthode employée

La méthode d'évaluation employée combine les échelles SDC et EA et se base sur le point de vue des agriculteur·rice·s en utilisant leurs indicateurs et en tenant compte de ce qu'ils considèrent être un changement de pratiques. En ce sens, cette méthode d'évaluation est adaptée et adaptable aux interventions CE collaboratives susceptibles de varier localement (curriculum adapté lors du diagnostic participatif avec chaque groupe CE). Elle reste néanmoins compatible avec une approche d'évaluation basée sur la théorie (TBIE) et utilisant des méthodes mixtes, car elle peut constituer une étape de précision de la théorie du changement de l'intervention. Dans le cas où la théorie du changement est définie *ex-ante*, puis *ex-post* au démarrage de l'évaluation avec les acteur·rice·s de l'intervention, notre évaluation des changements de pratiques permet de la préciser avec une enquête de terrain, avant la définition d'indicateurs d'impact à long terme à mesurer. Cette méthode d'évaluation peut également constituer la première étape de la mise en œuvre d'une démarche d'évaluation de chemin d'impact qualitative. La complémentarité de méthodes qualitatives et quantitatives pour l'évaluation des CE a déjà été soulignée par Mancini and Jiggins (2008) et Rejesus and Jones (2020).

En dépassant les limites des mesures de taux d'adoption (qui évaluent à un instant donné et pour des pratiques choisies a priori par l'évaluateur), et en permettant la compréhension des

processus de changement de pratiques à l'œuvre (par rapport à la mesure d'indicateurs de performance agronomique ou économique), notre méthode peut également être utilisée pour cibler des améliorations à apporter aux CE dans un contexte donné (partie 3 de la discussion). Enfin, elle permet l'évaluation *ex-post* des changements de pratiques sans disposer d'une enquête de base, sans groupe contrôle (contrefactuel). Cette méthode présente les avantages des méthodes mixtes ou qualitatives car elle permet de relier les résultats aux contextes socio-économique, politique ou institutionnel.

Cependant, il convient également de préciser certaines limites de notre évaluation. En effet, d'un point de vue pratique, la phase d'enquête est longue (3 entretiens) et nécessite d'être sur le terrain pendant 6 mois, ce qui est rarement compatible avec la conception actuelle des évaluations de programme. Par ailleurs, le fait de définir les changements de pratiques sur la base des récits des agriculteur·rice·s peut, dans certains cas, conduire ces derniers à « réécrire l'histoire », généralement à cause d'une confusion du déroulement des événements (Chantre et al. 2015). Il peut également arriver que l'enquêté·e cherche à « raconter ce qui fera plaisir à l'enquêteur » (Bergen and Labonté 2020). Cela nécessite que ce dernier ait une connaissance fine du contexte et du déroulement de l'intervention pour poser des questions qui ancreront les changements réalisés dans le temps et parvenir à reconstruire la trajectoire de changement de pratique à partir de ce récit. Les qualités pour la conduite d'entretien semi-directif et pour bâtir une confiance avec l'enquêté·e au cours des trois visites sont essentielles. Pour toutes ces raisons, la conduite de la phase de terrain ne peut être déléguée aussi facilement que le remplissage d'un questionnaire fermé, et la formation d'enquêteurs sera plus longue et coûteuse.

Dans ma thèse, j'ai cherché à minimiser les biais durant la phase, d'une part en faisant appel à un étudiant de la zone (au Burkina, Enoque Coulibaly) ou un interprète d'un village proche (au Togo). Soulignons aussi que les personnes enquêtées au Togo me connaissaient déjà car j'avais travaillé avec elles pendant la mise en œuvre des CE du projet d'AVSF (de 2015 à 2017). La confiance a donc été plus facile à instaurer. Connaissant bien le déroulement des CE, j'ai pu poser des questions pour replacer les changements de pratiques dans leur contexte. Au Burkina, nous avons cherché à établir la confiance avec les enquêté·e·s en faisant appel à un étudiant au lieu d'un·e technicien·ne pour éviter que les personnes enquêtées se sentent jugées ou ne cherchent à modifier leurs réponses. Avec des visites régulières aux personnes enquêtées (Enoque a fait trois visites ou plus à chaque personne enquêtée), et en veillant à ne pas faire intervenir d'ancien·ne·s acteur·rice·s du projet dans la phase d'enquête avec les

agriculteur·rice·s, j'ai pu obtenir des données sur les changements de pratiques des agriculteur·rice·s burkinabé·e·s avec des biais minimisés.

Il faut également souligner que dans ma thèse, nous avons défini cette évaluation avec des objectifs de recherche et n'a, de ce fait, je n'ai pas vraiment cherché à apporter quelque chose aux personnes enquêtées (du moins, pas de manière directe). Durant les entretiens avec les agriculteur·rice·s, je n'ai pas approfondi les réponses aux questions ou problèmes soulevés par les agriculteur·rice·s. De plus, en raison des risques terroristes au Burkina et au Nord Togo, et faute de temps par la suite, je n'ai pas pu restituer les résultats des enquêtes aux personnes enquêtées. Une autre critique peut être faite de la démarche présentée, à savoir qu'elle se positionne dans une vision individualiste du changement de pratiques (Leeuwis and Aarts 2021). En effet, bien que certaines dimensions collectives soient apparues au cours de l'enquête, elles n'ont jamais été approfondies et le concept d'AIS sert principalement de contexte dans notre approche. Il serait donc pertinent pour de futures évaluations, d'envisager de combiner notre démarche basée sur les changements de pratiques des agriculteur·rice·s avec des méthodes d'évaluation prenant en compte les interactions et interdépendances entre des personnes, et avec des institutions locales. Par exemple, certains auteur·rice·s ont mobilisé le « *sustainable livelihood framework* » pour cela (Mancini et al. 2007; Mancini and Jiggins 2008). Le tableau 13 résume les avantages et inconvénients de la méthode d'évaluation.

Tableau 13 Avantages et inconvénients de la démarche d'évaluation des effets des champs-écoles avec l'analyse des trajectoires de changements de pratiques des agriculteur·rice·s et des changements de pratiques à l'échelle de l'exploitation agricole.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- les agriculteur·rice·s sont au centre du processus d'évaluation et définissent les changements de pratiques selon leurs indicateurs</li> <li>- combinaison des échelles SDC et EA</li> <li>- adaptation à des CE collaboratifs et une variation des curriculums (adaptations locales)</li> <li>- compatible avec une évaluation basée sur la théorie (TBIE) et des méthodes mixtes (permet de préciser la théorie du changement)</li> <li>- plus informatif qu'un indicateur de performance</li> <li>- permet d'observer des changements de pratiques non repérés avec une mesure de l'adoption de pratiques définies a priori par l'évaluateur</li> <li>- trajectoires sur le temps long</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- risque de « réécrire l'histoire » sans connaissance fine du contexte et du déroulement de l'intervention de la part de l'évaluateur</li> <li>- Présence de l'évaluateur sur le terrain et longue (3 entretiens)</li> <li>- enquête difficile à déléguer ou formation longue nécessaire, besoin de compétences dans la conduite d'entretiens</li> <li>- évaluation centrée sur le changement individuel</li> <li>- évaluation qui apporte peu aux personnes enquêtées</li> <li>- dimension environnementale peu explorée (reflet des motivations des agriculteur·rice·s)</li> <li>- se limite aux outputs, pas de mesure d'impact à long terme</li> </ul>

Enfin, la dimension environnementale est peu présente dans notre évaluation, car cela reflète également les motivations des agriculteur·rice·s à changer (les pratiques sont choisies pour leurs avantages socio-économiques et non leur pertinence agro-environnementale) et de ce fait, une approche complémentaire (par exemple, diagnostic agronomique ou environnemental, évaluation multicritère et/ou mesures d'indicateurs environnementaux) serait nécessaire pour une évaluation souhaitant approfondir les effets et impacts des CE sur cette dimension environnementale.

Une analyse *ex-post* des trajectoires de changement de pratiques est donc possible (sans avoir d'enquête de base) mais sous certaines conditions : prendre le temps et faire plusieurs visites, focaliser sur les changements et non une description des états successifs, ancrer les changements temporellement.... Ce sont des limites courantes aux approches qualitatives. A partir de ce retour sur la méthode employée, nous définissons deux principes opérationnels pour l'évaluation (principe 1 et 2). Nous présentons ces deux principes opérationnels (et les 3 principes suivants) dans les encadrés gris ci-dessous. Ces principes serviront de base pour la discussion avec AVSF et FAO et la réalisation d'un document opérationnel de recommandations pour la mise en œuvre et l'évaluation des CE pour l'appui à la TAE des EA familiales.

### **Principe 1 : Construire l'évaluation à partir du chemin d'impact**

Utiliser le chemin d'impact dans l'évaluation consiste à analyser l'ensemble des hypothèses formulées sur la façon dont un projet va engendrer un impact. Le chemin d'impact est représenté sous la forme d'une chaîne causale d'effets primaires et secondaires jusqu'à l'impact à long terme.

#### **Recommandation opérationnelles :**

- Si possible, avant le démarrage du projet mobilisant des CE, tenir un atelier participatif (avec toutes les personnes impliquées) de construction *ex-ante* du chemin d'impact attendu du projet ou programme (voir notamment le guide ImpresS *ex-ante* (Blundo Canto et al. 2020)). Il s'agit de détailler les hypothèses implicites qui doivent mener à l'impact et de s'assurer que tou·te·s les acteur·rice·s en ont la même compréhension.
- Sinon, il est possible de le reconstruire *ex-post* (par exemple méthode ImpresS *ex-post* (Barret et al. 2017)).
- Au démarrage de l'évaluation, revenir avec les acteur·rice·s impliqués sur ce chemin d'impact : est-ce que le déroulement des activités et les évolutions du contexte font évoluer cette construction de la théorie du changement ? comment la participation des agriculteur·rice·s a-t-elle fait évoluer le chemin d'impact ?
- Identifier les indicateurs d'évaluation à partir de ce chemin d'impact, mais ne pas se limiter uniquement aux effets attendus avec ce dernier (laisser la possibilité d'observer des effets non-attendus, cf principe 4).
- Construire l'évaluation en combinant des méthodes qualitative et quantitatives, en intégrant des approches participatives.

### Principe 2 : Evaluer au-delà de l'adoption

La mesure d'un taux d'adoption suppose que l'évaluateur définit a priori les « bonnes pratiques » standardisées qui doivent être adoptées par les agriculteur·rice·s. Cela ne permet pas de prendre en compte les indicateurs d'évaluation des agriculteur·rice·s, ni d'identifier de potentiels effets (positifs ou négatifs) non anticipés. Enfin, cette mesure un instant *t* ne dit rien des dynamiques qui prennent place au niveau individuel (SDC, EA) ou collectif (OP, territoire villageois).

#### Recommandations opérationnelles :

- Se baser sur les indicateurs d'évaluation des agriculteur·rice·s, qui diffèrent souvent de ceux des agronomes. Ne pas se limiter aux pratiques mise en place dans le CE ou aux indicateurs définis avec la théorie du changement.
- Explorer les effets non-attendus, et reconnaître l'expérimentation et l'adaptation de pratiques. Les solutions choisies par les agriculteur·rice·s ne sont pas nécessairement optimales du point de vue des « agronomes-expert·e·s ».
- Evaluer sur un temps long à l'aide de la caractérisation des changements de pratiques successifs (plus facile que la caractérisation des états successifs d'un système).
- Pour une évaluation de la transition agroécologique des EA, mais aussi pour une évaluation qui ne se base pas sur les objectifs des CE, le cadre ESR (Efficience-Substitution-Reconception (Hill and MacRae 1996)) est d'une grande utilité pour classer les pratiques observées
- Evaluer au-delà de l'individu (dépasser une perspective individuelle du changement de pratiques) en intégrant dans l'analyse l'influence des approches collectives. Le cadre d'analyse multi-niveaux (Geels and Schot 2007) permet aussi, lors de l'interprétation des données, d'identifier des verrouillages qui dépassent l'échelle de l'EA ou du village.

## 1.3. Recommandations pour la mise en œuvre de CE pour l'accompagnement de la TAE des EA

### 1.3.1. L'importance des connaissances dans l'accompagnement de la TAE

L'importance des connaissances et des apprentissages pour les transitions des exploitations agricoles est soulignée par plusieurs auteur·rice·s. Ainsi, Darnhofer et al. (2010) voient les EA comme des « *systèmes apprenants dont la croissance et la survie dépendent fortement de la génération et l'intégration de nouvelles connaissances*<sup>4</sup> » et Sutherland et al. (2012) soulignent l'importance des connaissances comme ressource pour appuyer les processus de changement dans les exploitations, au même titre que le capital financier ou les technologies. Chantre and Cardona (2014) postulent que les agriculteur·rice·s allant le plus loin dans la reconception de leur système productif sont capables de collecter des informations de sources

<sup>4</sup> “Farms are interpreted as learning systems whose survival and growth strongly depends on the successful generation and integration of new knowledge”. (Darnhofer et al. 2010)

diversifiées et suffisamment autonomes pour expérimenter et adapter les changements souhaités. Dans le chapitre 4, nous avons détaillé les raisonnements internes et externes à l'EA décrits par les agriculteur·rice·s qui les ont amenés à mettre en œuvre de changements de pratiques dans les sous-systèmes de l'EA. En particulier, des agriculteur·rice·s ont essayé de reproduire certains principes (par exemple, la complémentarité de la fumure organique et minérale dans le CE maraîchage) dans d'autres sous-systèmes de l'EA (dans cet exemple, le système de culture pluvial). Nous avons également observé des trajectoires progressives de changement de pratiques suite à la participation aux CE collaboratifs au Togo, basées sur l'expérimentation et l'adaptation de pratiques par les agriculteur·rice·s, avec certaines EA atteignant la reconception de leurs SDC dans le chapitre 3. Ces résultats mettent en évidence un processus d'apprentissage de nouvelles compétences et connaissances par les agriculteur·rice·s, et une capitalisation progressive d'expérience au cours des trajectoires d'agriculteur·rice·s, en accord avec les conclusions de Chantre and Cardona (2014). Plusieurs travaux ont proposé des cadres d'analyse pour décrire ces apprentissages (Chantre et al. 2015; Brédart and Stassart 2017; Cristofari et al. 2018).

Par ailleurs, plusieurs auteur·rice·s avancent que la TAE des systèmes agricoles renouvelle l'importance accordée aux conditions locales et aux connaissances acquises par la pratique, dans les champs, par les praticien·ne·s eux-mêmes (Girard 2015). Il faut souligner également la complexification des situations de travail des agriculteur·rice·s causée par les facteurs imprévisibles et variables (Duru et al. 2015a; Brédart and Stassart 2017; Girard and Magda 2020). Dans le chapitre 3, la diversité de pratiques et la diversité de points d'arrivée des trajectoires de changement de pratiques illustre bien l'importance de l'adaptation aux conditions locales. Par ailleurs, le chapitre 4 montre que les changements de pratiques réalisés par les agriculteur·rice·s sont surtout guidés par l'adaptation aux ressources de l'EA et les préférences des agriculteur·rice·s, plutôt que le curriculum du CE suivi par l'agriculteur·rice. Enfin, les CE ont débouché sur de nouvelles techniques dans cette zone du nord Togo, comme par exemple des modalités d'association maïs-soja ou des formules de biopesticides, à partir des adaptations réalisées par les agriculteur·rice·s sur les techniques expérimentées durant le CE.

Enfin, d'autres auteur·rice·s insistent également sur l'importance du collectif pour les apprentissages (Warner 2006) et le rôle du pouvoir dans les connaissances sociales (Cuéllar-Padilla and Calle-Collado 2011). Les dynamiques collectives, les réseaux d'agriculteur·rice·s et les effets de la facilitation du partage d'expérience ont aussi été beaucoup étudiés (Darré

2006; Goulet et al. 2008; Compagnone et al. 2018). Catalogna et al. (2018) avancent que, dans une perspective de TAE des EA, l’expérimentation individuelle doit être encouragée, mais l’expérimentation collective joue également un rôle important dans les apprentissages des agriculteur·rice·s (Navarrete et al. 2018; Mawois et al. 2019). Ces expérimentations paysannes sont complémentaires à la recherche scientifique pour la production de connaissances (comme également suggéré par Doré et al. (2011)). Le chapitre 3 démontre que les différences de mise en œuvre des CE influencent les effets observés en termes de changements de pratiques. La différence de mise en œuvre entre CE « transfert de technologies » et CE collaboratifs influence les interactions entre agriculteur·rice·s et facilitateur·rice, mais également la dynamique collective du groupe d’agriculteur·rice·s participant·e·s et le renforcement de leurs compétences collectives. Ainsi, à l’échelle individuelle, cela a conduit dans le cas des CE « transfert de technologies » au Burkina à des trajectoires de changements de pratiques plus courtes et limitées. Pour les CE collaboratifs au Togo, les changements de pratiques des agriculteur·rice·s suite au CE se déroulent sur un temps long et consistent en des adaptations et expérimentations progressives. De plus, à l’échelle du groupe, les CE collaboratifs ont mené à de nouvelles formes d’action collective concernant la gestion coordonnée de la protection des cultures maraîchères (production collective de biopesticides et traitement le même jour pour éviter les parcelles « refuge » pour les insectes) ou la production collective de compost pour les femmes n’ayant qu’un accès limité au fumier dans leurs EA. Le dernier exemple concerne les négociations dans les bas-fonds pour l’étalement des repiquages des plants de tomate, afin d’éviter les pics de production et gagner un pouvoir de négociation avec les acheteur·se·s de tomate de Lomé (chapitre 4).

### **1.3.2. L’importance des processus de co-conception pour l’accompagnement des changements de pratiques des agriculteur·rice·s**

Meynard et al. (2012) suggèrent que la conception innovante est freinée par l’idée, répandue, que l’innovation résulte naturellement de l’avancée des connaissances scientifiques. Toffolini et al. (2020) postulent que les processus de conception (entendus comme les processus résultant en la création de nouveaux objets pour l’atteinte d’objectifs spécifiques) permettent la production de connaissances scientifiques originales et générales sur le fonctionnement des agroécosystèmes. Ces auteur·rice·s soulignent également le rôle de la confrontation avec des situations réelles dans l’évolution des représentations des processus des agroécosystèmes ou des pratiques des agriculteur·rice·s. La co-conception et les approches participatives font partie

intégrante du processus de conception, afin de souder les connaissances universelles issues de la recherche avec des connaissances locales et profanes (Meynard et al. 2012; Salembier et al. 2020). Le Gal et al. (2011) et Meynard et al. (2012) soulignent que la co-conception n'est pas seulement source de connaissances scientifiques, mais également source de connaissances pour les agriculteur·rice·s. Cela correspond également au régime 5 de conception en agronomie défini par Salembier et al. (2018): « *générer des prescriptions pour stimuler la conception de systèmes techniques par les agriculteur·rice·s* ». Dans ce régime, les agriculteur·rice·s sont concepteur·rice·s, et les intentions des agronomes sont de faciliter la conception de systèmes de culture innovants par les agriculteur·rice·s. Cependant, tout en reconnaissant le potentiel de la co-conception dans un contexte de conseil, Le Gal et al. (2011) rappellent que peu d'études sont disponibles dans ce domaine.

**Nos travaux soulignent les effets positifs d'un processus de co-conception pour une approche de conseil aux agriculteur·rice·s**, ici dans le cadre d'interventions de développement mettant en œuvre des CE, et analysent la mise en œuvre d'innovations techniques par les agriculteur·rice·s suite au processus de co-conception. En effet, nous avons montré (chapitre 3) que les CE collaboratifs (au Togo) s'apparentent à un processus de co-conception de systèmes de culture localement adaptés, et que les trajectoires des agriculteur·rice·s ayant participé à ces interventions atteignent dans certains cas le stade de la reconception (*redesign*) du SDC. En amont de ces processus, la place et le rôle du diagnostic avec les agriculteur·rice·s (et son actualisation à chaque début de cycle) ont joué un rôle essentiel dans les CE du nord Togo pour permettre la conception pas-à-pas de systèmes de cultures localement adaptés. Le chapitre 4 montre comment la mise en œuvre de changements de pratiques dans les systèmes de culture amènent ces mêmes agriculteur·rice·s à faire des changements de pratiques dans d'autres ateliers composants l'EA. Ainsi, la participation à un processus de co-conception durant les CE collaboratifs entraîne la mise en œuvre de choix techniques mais également une évolution des pratiques de gestion de l'EA familiale.

Notre étude des effets de la mise en œuvre des champs-écoles collaboratifs au Togo permet de positionner la manière dont ces CE ont été mis en œuvre (Bakker 2017) par rapport à deux autres études d'interventions de co-conception avec les agriculteur·rice·s, réalisés récemment en Afrique. D'une part, le travail de thèse d'Anne Périnelle (2021) au Burkina Faso allie une traque aux innovations à des essais de prototypage de systèmes de culture innovants à base de légumineuses et conduit avec un collectif d'agriculteur·rice·s (Périnelle et al. 2021),

Tableau 14 Caractéristiques des approches de co-conception initiées par Périnelle (2021), Ronner et al. (2019), et les CE collaboratifs du projet d'AVSF (Bakker 2017).

Points communs	Différences
<ul style="list-style-type: none"> <li>– L'intervention met en œuvre un processus de co-conception, avec mise en pratique dans une parcelle et évaluation par les participant·e·s (indicateurs des agriculteur·rice·s différents de ceux des agronomes)</li> <li>– co-learning entre facilitateur·rice·s et agriculteur·rice·s, co-learning entre agriculteur·rice·s</li> <li>– Reconception pas-à-pas des SDC (objectifs, aussi résultats) par les agriculteur·rice·s</li> <li>– Production de connaissances « actionables » et situées</li> <li>– Plusieurs cycles (agricoles/annuels) pour l'adaptation des propositions techniques</li> <li>– Innovation = atypique dans cette zone</li> <li>– Journées d'échange</li> <li>– « <i>basket of options</i> » dans lequel les agriculteur·rice·s peuvent choisir ce qui convient à leur situation</li> <li>– Réponse aux facteurs de changement locaux (local drivers of change)</li> <li>– Insertion dans les systèmes socio-techniques locaux</li> <li>– Pas de sélection a priori des participant·e·s, entraînant des problèmes d'inclusion (des femmes, des plus pauvres, des jeunes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modalités de diagnostic : <ul style="list-style-type: none"> <li>• CE Togo= atelier de diagnostic participatif,</li> <li>• Périnelle = experts (diagnostic agro-pastoral),</li> <li>• Ronner= experts (transect walk and baseline study)</li> </ul> </li> <li>– Objectifs finaux (recherche pour Ronner et Périnelle, conseil et appui au développement local pour CE Togo) → compromis différents entre production de connaissances scientifiques et utilisation de connaissances dans la co-conception</li> <li>– Profil des facilitateur·rice·s (Ronner et Périnelle = chercheur·se·s + technicien·ne·s, CE Togo= technicien·ne·s)</li> <li>– Question de changement d'échelle étudiée par Ronner</li> <li>– Mise en œuvre et adaptation par les agriculteur·rice·s de manière formalisée (essais paysans, on-farm trial) pour Ronner et Périnelle, implicite pour les CE</li> <li>– Origine des innovations proposées : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Périnelle = traque aux innovations</li> <li>○ Ronner = chercheur·se·s</li> <li>○ CE Togo = propositions de participant·e·s et de facilitateur·rice·s</li> </ul> </li> </ul>

puis mis en œuvre par les agriculteur·rice·s dans des essais paysans de conception pas-à-pas. D'autre part, le travail d'Esther Ronner (2018) en Ouganda mobilise l'approche DEED (décrire-expliquer-explorer-concevoir) (Giller et al. 2011; Descheemaeker et al. 2019) pour la co-conception de pratiques améliorées de culture du haricot grimpant (*Phaseolus vulgaris*) (Ronner et al. 2019). Dans cette approche, un assortiment d'options techniques (« *baskets of options* ») est proposé et adapté par chaque agriculteur·rice à l'aide d'essais d'adaptation (« *Farmer-managed Adaptation Trials* ») (Ronner et al. 2018).

### ***Quels sont les points communs et les différences entre ces trois approches ?***

Ces trois approches partagent plusieurs points communs (tableau 14) liés à la nature des activités de co-conception qu'elles initient. En effet, elles s'inscrivent dans une conception innovante de systèmes de culture (intégrant les légumineuses dans tous les cas sauf les CE maraîchage au Togo). Elles visent la production de connaissances « actionnables » par les agriculteur·rice·s et des apprentissages individuels et collectifs, sur plusieurs cycles. Les trois autrices mettent en avant le rôle essentiel de facilitation dans le déroulement du processus. La participation des agriculteur·rice·s est collaborative, bien que les modalités varient selon les étapes. Les pratiques expérimentées ne sont pas choisies uniquement en raison de leur pertinence agronomique mais mobilisent les diagnostics des besoins et les indicateurs des agriculteur·rice·s, à des degrés divers. Dans sa thèse, Anne Périnelle (2021) montre qu'en soumettant des innovations mises au point par des agriculteur·rice·s du territoire (et repérées à l'aide de la traque aux innovations) à l'évaluation collective d'autres agriculteur·rice·s, qu'il est possible d'initier la conception pas-à-pas de systèmes de culture innovants adaptés par chaque agriculteur·rice, au sein d'une grande diversité de systèmes de productions. Dans la seconde démarche, Ronner et al. (2019) montrent que le processus de co-conception a permis d'enrichir l'assortiment d'options techniques initialement proposé, de manière à rendre ces options techniques plus pertinentes pour les agriculteur·rice·s, notamment à travers la prise en compte de leurs indicateurs d'évaluation, qui diffèrent du rendement de la culture. La quasi-totalité des agriculteur·rice·s enquêté·e·s a adapté les techniques proposées, avec des variations selon les caractéristiques des ménages (Ronner et al. 2018). Nos résultats sont complémentaires et vont dans le même sens : le chapitre 3 montre également les adaptations des pratiques par les agriculteur·rice·s, en les étudiant dans le temps à l'aide de trajectoires. Même si nous n'avons pas analysé l'évolution des curricula des CE en parallèle aux changements de pratiques des agriculteur·rice·s, nous avons mis en évidence des changements qui dépassent les pratiques proposées dans le CE pour s'adapter aux situations individuelles des agriculteur·rice·s. Le

chapitre 4 propose un positionnement original à l'échelle de l'exploitation agricole et montre également que les changements entre les sous-systèmes des EA sont réalisés par l'agriculteur·rice selon sa situation et ses objectifs.

Sur la base de ces caractéristiques, un des apports théoriques de notre thèse est de **proposer le positionnement des CE collaboratifs** (tels que mis en œuvre au Nord Togo (Bakker 2017)) **dans le continuum recherche-développement des interventions mobilisant les principes de la co-conception** (figure 23).

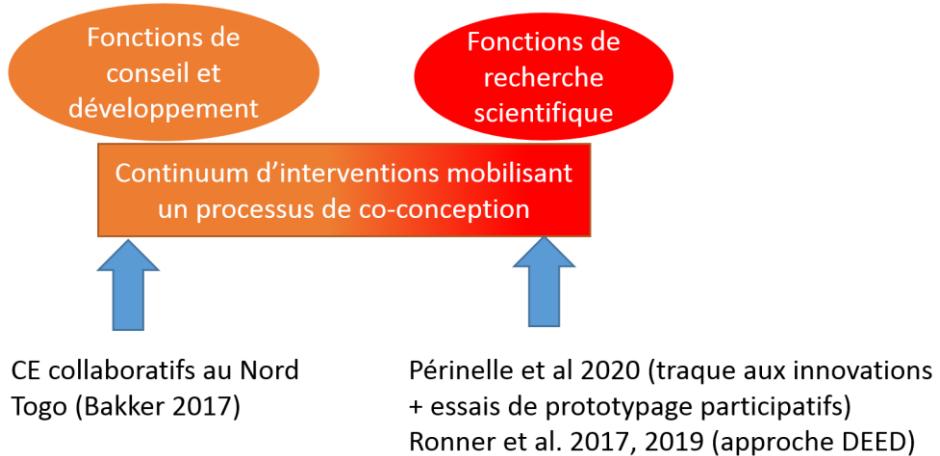


Figure 23 Schéma du positionnement des interventions de co-conception de Périnelle (2020), Ronner (2017, 2019) et les CE collaboratifs au nord Togo (Bakker 2017).

Cela nous amène à préciser **le premier principe de recommandation pour la mise en œuvre des CE** : se donner les moyens de viser la co-conception de SDC, en mettant en œuvre des CE effectivement collaboratifs. Ce principe aura aussi une conséquence importante pour proposer des recommandations sur l'évaluation des CE : puisqu'on ne peut pas prévoir à l'avance l'issue d'un processus de co-conception dans les FFS, qui entraîne l'adaptation par l'agriculteur·rice de ses pratiques, et dans certains cas la reconception (totale) des SDC et parfois du système de production, il n'est pas possible d'évaluer les effets des CE avec une approche standardisée (tests de connaissances ou taux d'adoption d'innovations prédéfinies, par exemple) (cf principe 3 dans l'encadré gris ci-dessous).

Il nous paraît également important de souligner la complémentarité de la traque aux innovations (Salembier et al. 2016) avec les CE. En effet, Périnelle et al. (2021) montrent que les systèmes de culture innovants repérés au cours de la traque sont adaptés ou anticipent des facteurs de changement du territoire, et que ces SDC innovants (ou certaines options techniques) intéressent les autres agriculteur·rice·s du territoire participant aux ateliers

collectifs (essais de prototypage). Un exemple en zone cotonnière est la traque aux innovations menée par Blanchard et al. (2017) sur les pratiques atypiques de gestion de la fumure organique.

**Principe 3 : Favoriser la participation collaborative et mobiliser un processus de co-conception dans le déroulement des CE.**

**Recommandations opérationnelles :**

- Tout d'abord, il semble pertinent de s'assurer que tou·te·s les acteur·rice·s ont la même compréhension du terme « champ-école ». Il convient de discuter clairement des objectifs des CE et des hypothèses sous-jacentes (notamment : *quelle est la source de l'innovation ? quelle est le rôle de la recherche, des facilitateur·rice·s et des agriculteur·rice·s dans le processus ?*) et de bien distinguer participation « consultative » vs « collaborative ».
- Il convient de se demander qui participe, et à quelles étapes du processus et pourquoi (légitimation de l'intervention ou délégation d'un pouvoir de décision aux agriculteur·rice·s ?). Il faut également être clair sur ce qui est entendu par « participation des agriculteur·rice·s » dans les étapes préalables au CE proprement dit : s'agit-il des « leaders » locaux, ou de membres d'une OP, par exemple ?
- Etablir clairement une stratégie de ciblage des agriculteur·rice·s participant·e·s aux CE : qui est ciblé, et comment va-t-on réaliser le recrutement des participant·e·s ?
- Pour que le processus de co-conception puisse se dérouler sans contrainte durant le CE, il faut éviter les « choix pré-analytiques », notamment dans les documents des projets. Autrement dit, il faut que les sujets traités par le champ-école ne soient pas définis à l'avance, notamment sur la base de leur pertinence agronomique ou économique uniquement. Cela place les facilitateur·rice·s dans une posture d'écoute vis-à-vis des agriculteur·rice·s (Darré 2006) et cela renforce le rôle du diagnostic dans le déroulement des CE.
- Proposer un assortiment d'options techniques (*basket of options*). Si possible, conduire une traque aux innovations auprès des agriculteur·rice·s innovant·e·s du territoire (Salembier et al. 2016), afin de repérer des options techniques déjà adaptées aux facteurs de changement de la zone pouvant être d'un grand intérêt pour les participant·e·s aux FFS.
- Dès le démarrage de l'intervention, en fonction de son objectif principal, il faut s'attendre à faire des compromis nécessaires, qui varient selon un objectif de recherche (production de connaissances génériques) ou un objectif de développement (utilisation de connaissances pour la conception d'innovations et la résolution des problèmes locaux pour et par les agriculteur·rice·s).

Par leurs principes axés sur l'apprentissage expérientiel et la participation des agriculteur·rice·s, les CE ont un fort potentiel pour l'accompagnement des changements de pratiques des agriculteur·rice·s dans un objectif de TAE. En effet, les CE permettent de renforcer les capacités des agriculteur·rice·s, d'accompagner la reconception des systèmes de culture ou les changements à l'intérieur des exploitations. Cependant, nous avons également montré (chapitre 2) que les CE peuvent être mis en œuvre dans une approche de transfert de technologies. Dans le chapitre 3, les trajectoires de changement des pratiques des agriculteur·rice·s ayant participé aux CE consultatifs sont courtes et limitées dans les changements réalisés. Il y a un paradoxe entre ces principes théoriques des CE, et la mise en

œuvre effective sur le terrain. A l'échelle de l'intervention CE (nous discutons des échelles supérieures dans la partie suivante), les rôles joués par les agriculteur·rice·s à l'étape du diagnostic sont déterminants pour la pertinence des options techniques proposées dans le CE, mais aussi pour la valorisation et l'intégration des connaissances et critères des agriculteur·rice·s aux connaissances scientifiques. La réussite de ce diagnostic, et aussi de tous les échanges qui s'en suivront, est fortement fonction de l'attitude des facilitateur·rice·s et autres acteur·rice·s du projet. Il y a donc un enjeu fort autour de la formation des conseiller·e·s et facilitateur·rice·s (Birner et al. 2009; Sulaiman and Davis 2012; Charatsari and Lioutas 2019). Cependant, dans le cadre d'une étude sur le conseil à l'exploitation familiale au Bénin, Moumouni et al. (2015) montrent que les conseiller·e·s exécutent de manière variée un même cahier des charges et identifient trois types de conseiller·e·s. En effet, la spécialisation, les compétences et les représentations des conseiller·e·s influencent leur pratique du conseil agricole et la posture vis-à-vis des paysan·ne·s. Djamen et al. (2010) suggèrent de laisser aux conseiller·e·s une plus grande marge de manœuvre pour l'adaptation du conseil, moyennant le développement de cette capacité d'adaptation du conseil avec une formation adaptée et des plates-formes pour échanger sur leurs pratiques de conseil.

**Nous proposons donc, sur la base de la reconnaissance de la diversité de mise en œuvre des CE, d'inclure l'évaluation de la mise en œuvre des CE dans l'évaluation globale et l'interprétation des effets observés auprès des agriculteur·rice·s.** Nous formulons ainsi le principe 4, présenté dans l'encadré gris ci-dessous.

***Principe 4 : Inclure l'évaluation de la mise en œuvre de l'intervention (et le niveau de participation des agriculteur·rice·s) dans le processus d'évaluation des CE***

Nos travaux ont montré que les CE pouvaient être mis en œuvre de diverses manières (entre transfert de technologie et participation collaborative), ce qu'il convient de caractériser lors de leur évaluation. Nos résultats ont en effet montré que les effets des CE varient en fonction du niveau de participation des agriculteur·rice·s. Nous regroupons ici des recommandations opérationnelles pour le démarrage de l'évaluation, concernant la caractérisation des CE évalués et la conception de l'évaluation.

**Recommandations opérationnelles :**

- Décrire ce qui est évalué : comment ces CE ont-ils été mis en œuvre ?
  - A quel moment le diagnostic a-t-il eu lieu ? (cf point 3.4.2. de l'introduction)
  - Caractériser le niveau de participation des agriculteur·rice·s lors des étapes clés (diagnostic, choix du curriculum, bilan de fin de campagne agricole) à l'aide de l'échelle de Biggs (1989).
  - A quelles étapes ont eu lieu des apprentissages des agriculteur·rice·s ? Et des facilitateur·rice·s ?

- Quel était le/les problèmes soulevés par les agriculteur·rice·s ? Quelle en était la reformulation par les facilitateur·rice·s ?
- Cette description du déroulement de l'intervention doit renseigner la question suivante : quel était le rôle de la participation des agriculteur·rice·s dans le processus ? Est-ce que la participation était une méthode d'animation du CE, ou est-ce qu'un réel pouvoir de décision était donné aux agriculteur·rice·s pour orienter les thèmes abordés dans le CE ?
- Quelles ont été les compétences que les facilitateur·rice·s ont mobilisées ?

### 1.3.3. La nécessité de penser les innovations à différentes échelles et en coordination avec les acteurs

#### *A l'échelle EA et village, prendre en compte la complexité des situations individuelles*

Le fonctionnement des EA doit être pris en compte dans les options techniques débattues dans les CE, pour anticiper d'éventuels freins ou conséquences négatives pour certains membres de l'EA. En effet, nous avons montré dans nos études l'importance de considérer les dynamiques internes à l'EA. Dans le chapitre 3, nous avons mis en évidence les contraintes de travail qui rendent irréalistes l'utilisation de biopesticides pour le traitement du coton, mais pas pour le maraîchage pluvial qui se fait à plus petite échelle. Nous avons aussi abordé l'importance de considérer les dynamiques entre hommes et femmes, par exemple par rapport aux associations maïs-légumineuses au nord Togo. Nous recommandons donc, à l'échelle d'une exploitation, de considérer le travail : par exemple le coût des pratiques en travail et en productivité du travail, ou le report de travail sur les femmes et/ou les jeunes. De même, il ne faut pas oublier les impacts sociaux de certaines pratiques sur la cohésion des ménages et/ou des familles, en particulier dans un contexte de migrations fréquentes, de conflits fonciers parfois liés aux successions, et généralement d'un manque d'attractivité de l'agriculture peu étudié ou pris en compte dans les CE. Par exemple, les agriculteur·rice·s enquêté·e·s au Nord Togo ont mis en avant l'importance de considérer, dans la définition des curricula des CE, la proportion de légumineuses en association avec le maïs du point de vue des relations entre mari et femme(s). L'association traditionnelle (lignes de niébé ou soja perpendiculaires aux rangs de maïs tous les 4-6m) est réalisée par les femmes dans le champ de maïs de leur mari, et la production, peu importante, revient alors aux femmes. Si les hommes peuvent accepter que l'association soit améliorée (par exemple association en lignes ou poquets alternés), ils refuseront en revanche qu'une proportion de soja perçue comme « trop importante » (par exemple, moins de 4 lignes de maïs pour une ligne de soja) ne reviennent aux femmes. La proposition d'associations avec une grande proportion de légumineuses risque de désavantager les femmes, car les hommes s'approprieraient alors cette production, tout en

continuant à déléguer aux femmes le travail de semis et entretien de la culture associée. La surcharge en travail des femmes ou le manque de diversification des productions agricoles peuvent également avoir des répercussions sur la nutrition et la santé des membres d'un ménage, notamment sur les enfants (Jones et al. 2014; Douxchamps et al. 2016; Dury et al. 2019).

Nous avons aussi montré l'importance des dynamiques collectives au Togo par rapport aux biopesticides, au compost pour les femmes, et par rapport à la vente de tomate (cf point 1.3.1. de la discussion). Dans le chapitre 4, cela nous a permis de mettre en évidence l'effet des collectifs pour le changement de pratiques dans le maraîchage pour des agriculteur·rice·s qui n'avaient pas participé aux CE. Les principes des CE reconnaissent l'importance des dynamiques de groupe et cherchent à encourager l'action collective (Palis et al. 2005; Van den Berg and Jiggins 2007; Friis-Hansen and Duveskog 2012; Charatsari et al. 2020), bien que cela soit mis en œuvre de manière variable (Waddington et al. 2014).

Enfin, un dernier point de recommandation émerge de la littérature et concerne la prise en compte des dynamiques locales par rapport au ciblage des participant·e·s des CE. Il est nécessaire de le prendre en compte pour éviter des dynamiques d'exclusion ou de captation par les élites. Dans le cas spécifique des CE, la méta-analyse présentée par Phillips et al. (2014) distingue les interventions avec une stratégie de ciblage des agriculteur·rice·s centrée sur « l'équité » (cibler les plus pauvres ou les agriculteur·rice·s que les gestionnaires de l'intervention estiment prioritaires pour l'intervention) et celles avec une stratégie centrée sur « l'efficacité ». Dans ce cas, les gestionnaires de l'intervention font l'hypothèse qu'en touchant les agriculteur·rice·s ayant plus de ressources, d'éducation ou capacité d'agir (*social agency*), l'intervention (et ses CE) peut maximiser l'efficacité de l'action et accroître ses impacts du programme. Alors que les interventions avec un ciblage centré sur « l'efficacité » n'ont pas de difficulté à atteindre cet objectif, le ciblage centré sur « l'équité » n'est pas atteint dans plusieurs programmes, en raison des critères ou mécanismes d'inclusions continuant à favoriser les élites, les autochtones et les hommes chefs d'exploitation. Le profil des participant·e·s influence les effets observés, les agriculteur·rice·s les plus riches étant les plus à même de mettre en pratique les enseignements du CE (surtout lorsque cela nécessite des moyens et du travail supplémentaire), mais concomitamment les agriculteur·rice·s pauvres ne bénéficient pas autant des enseignements du CE, surtout lorsqu'ils n'en reçoivent qu'une connaissance indirecte, par rapport à leur participation directe. Dans notre étude au Togo et au Burkina, les deux interventions n'avaient pas de stratégie de ciblage particulière, mais une sélection des

bénéficiaires a eu lieu, car ces derniers devaient être membres des organisations de producteur·rice·s partenaires (UNPCB ou UROPC-S). Toutefois au Togo la communication en amont des CE avait explicitement encouragé à la participation des femmes, ce qui est visible dans les effectifs des CE. A l'inverse, le choix de la culture de coton pour les CE au Burkina, habituellement gérée par les hommes, a dans les faits découragé la participation des femmes au CE.

### ***Prise en compte des dimensions écologiques à différentes échelles***

Les pratiques étudiées contribuent à l'impact écologique des CE, car elles contribuent aux services écosystémiques permettant notamment une meilleure gestion de la fertilité des sols et des processus de régulation écologique (Duru et al. 2015a). Certains principes des systèmes de cultures proposés dans les CE étaient notamment basés sur le mimétisme des écosystèmes naturels (Malézieux 2012), avec utilisation d'alternatives biologiques pour la protection des cultures tels que les biopesticides pour le maraîchage, ou l'association maïs-soja pour lutter contre le *Striga*.



Figure 24: profil de sol dans un CE pluvial (à gauche) et essai de matériel (la kassine pour le semis à sec) (à droite) (T. Bakker).

Cependant, la prise en compte des dimensions écologiques dans les CE étudiés est indirecte car les CE font l'hypothèse implicite qu'une entrée par l'écologisation des pratiques amènera des effets et impacts positifs sur l'environnement naturel. Cette écologisation des pratiques est certes abordée dans les activités d'analyse de l'agroécosystème pendant les activités des CE, mais l'accent est principalement mis sur les bénéfices socio-économiques des changements de pratiques (diminution des achats d'intrants, accroissement du revenu, de la sécurité alimentaire...), reflétant également les indicateurs généralement utilisés par les agriculteur·rice·s participant·e·s pour évaluer les pratiques innovantes (figure 24). Ce

positionnement semble refléter les différences ontologiques entre transition socio-technique et transition socio-écologique (Ollivier et al. (2018), partie 2.2 de l'introduction).

Notre évaluation des effets des CE se positionne également dans le cadre de la transition socio-technique et nos travaux se basent sur l'observation des changements de pratiques réalisés suite aux CE, intégrant ainsi la dimension écologique de manière indirecte. En effet, ce travail ne cherche pas à caractériser les principes écologiques ou services écosystémiques mobilisés, ni à mesurer les effets de ces changements de pratiques sur les compartiments de l'agroécosystème. Nous prenons en compte la dimension écologique en caractérisant le degré d'écologisation des pratiques à l'aide du cadre ESR (Hill and MacRae 1996). Dans le cadre ESR, les niveaux « amélioration de l'efficience des intrants» (E) et « substitution d'intrants » (S) se rapprochent d'une écologisation faible des pratiques selon Duru et al. (2015), tandis que le niveau « reconception des systèmes » (R) correspond à une écologisation forte des pratiques, c'est-à-dire basée sur la diversification des systèmes et l'intensification des synergies dans les agroécosystèmes.

Cependant, les études sur les impacts environnementaux des CE sont rares et de telles études pourraient permettre de valider l'hypothèse implicite que les CE, à travers une écologisation des pratiques, contribuent à des impacts environnementaux souhaitables. Les études existantes ont principalement trait à l'évaluation de la réduction de l'utilisation de pesticides (chapitre 2, Waddington et al. (2014)). Il serait également intéressant de voir dans quelle mesure les pratiques de fertilisation associant fumure organique et minérale, ou l'insertion des légumineuses, en culture pure ou en association avec le maïs, ont un effet sur les sols (par exemple, taux de MO ou de carbone).

Khumairoh et al. (2019) font également le constat que la mise en œuvre des CE se centre trop souvent sur la diffusion de technologies standardisées plutôt que sur leur adaptation au contexte local. En réponse, ils proposent une approche de simplification et modification de l'approche CE et de son curriculum, permettant aux CE « *d'extraire les connaissances locales et le feedback des agriculteur·rice·s pour identifier et découvrir des mesures d'adaptation appropriées aux conditions locales de manière moins coûteuse et plus efficace*<sup>5</sup> ». Ces auteur·rice·s se basent sur l'approche DEED (décrire-expliquer-explorer-concevoir) qui cherche à opérationnaliser le concept de niche socio-écologique (Giller et al. 2011;

---

<sup>5</sup> “We aimed to simplify and modify FFS components and its curriculum, enabling FFSs to extract local knowledge and feedback from farmers to identify and discover adaptation measures suited for local conditions in cheaper and more effective ways”. (Khumairoh et al. 2019)

Descheemaeker et al. 2019) et l'appliquent dans le cas des systèmes rizicoles complexes en Indonésie. A partir d'une caractérisation des systèmes rizicoles dans chaque localité, des adaptations aux conditions locales de culture (température, sols, taille des parcelles, utilisation d'intrants, prédateurs, vols, marchés et niveau d'eau) sont proposées aux agriculteur·rice·s dans des champs-écoles simplifiés, et la consultation des agriculteur·rice·s permet d'affiner les adaptations proposées. Cependant, cette adaptation se fait principalement selon la pertinence agronomique des pratiques, et non selon les indicateurs des paysan·ne·s. L'étude termine par un test de connaissances des participant·e·s mais ne semble pas viser l'adaptation et l'expérimentation par les agriculteur·rice·s eux-mêmes.

Enfin, l'agronomie prend également en compte les entités spatiales et organisationnelles supérieures au SDC et à l'EA (Boiffin et al. 2014). L'échelle du territoire mérite d'être étudiée également pour les effets des CE, mais cette échelle est à définir selon les services écosystémiques ciblés. En effet, les territoires ruraux des pays d'Afrique de l'Ouest sont très diversifiés sociologiquement et écologiquement, c'est pourquoi l'innovation peut être très localisée (Audouin et al. 2018). Il serait notamment intéressant d'étudier les effets sur la qualité de l'eau, en lien avec la réduction de l'utilisation de pesticides et d'engrais minéraux dans les bas-fonds pendant le maraîchage de contre-saison en considérant les flux de matières actives et de nutriments tout au long de la toposéquence.

### ***Elargir l'accompagnement de l'innovation aux acteurs des AIS***

Nous avons détaillé dans le chapitre 3 les verrouillages socio-techniques identifiés dans les territoires enquêtés, notamment en lien avec l'organisation de la filière coton. Nous revenons ici sur des recommandations pour une meilleure inclusion des CE dans les systèmes d'innovation locaux. Replacer le CE dans un AIS dynamique revient à ne plus considérer le CE comme une démarche isolée, pouvant fonctionner et atteindre des impacts indépendamment du contexte (c'est-à-dire, l'idée que les autres processus d'une TAE d'un territoire se mettront en place d'eux-mêmes une fois que les paysan·ne·s auront la volonté de changer leurs pratiques). L'AIS est défini comme l'ensemble des acteurs qui se mobilisent pour accompagner un processus d'innovation. Il peut se voir au niveau local, régional et même national. Dans les cas étudiés au nord Togo et ouest Burkina Faso, les AIS sont plus pertinents à l'échelle locale et régionale.

Une intervention mobilisant les CE doit être connectée avec les acteurs de l'AIS tels que la recherche, les structures de conseil et formation du territoire, et les paysan·ne·s (individus ou représenté·e·s par leurs OPs par exemple). Cependant, le verrouillage socio-technique

identifié autour la filière coton illustre bien la nécessité d'en convier également les acteurs. On peut penser aussi au cas du *Mucuna*, pour lequel les agriculteur·rice·s avaient du mal à trouver des semences, ou encore le cas du maraîchage, pour lequel les producteur·rice·s pourraient être mis en contact avec des acteurs intéressés par un approvisionnement local et sans pesticides conventionnels (mairie, collectivités, ONG, associations de consommateurs, par exemple). Ainsi, les paysan·ne·s et les autres acteurs de l'AIS innovent de façon coordonnée, chacun·e dans son domaine (transformation, mise en marché, fourniture d'intrants...). Il peut exister des divergences entre ces acteurs mais pour qu'il y ait changement (localement et surtout à grande échelle) il faut qu'ils trouvent ensemble des compromis et qu'ils se coordonnent.

Une première solution envisageable pour intégrer les CE aux AIS locaux est l'animation en parallèle d'une plateforme d'innovation pour essayer de dépasser les verrouillages socio-techniques sur lesquels les paysan·ne·s ne peuvent agir seuls (Toillier et al. 2018). Dans les cas étudiés dans cette thèse, il apparaît que l'inclusion des acteurs de la filière coton dans de telles plateformes est incontournable. Dans une revue de littérature sur les plateformes multi-acteurs, van Ewijk and Ros-Tonen (2021) confirment que ces plateformes amènent des résultats positifs, notamment pour l'augmentation des rendements et revenus des agriculteur·rice·s, des changements au niveau des politiques et des institutions, ainsi que des changements de durabilité environnementale. Cependant, ces auteur·rice·s rappellent la tendance des évaluateurs et décideurs de telles interventions à ne pas rapporter les résultats négatifs, et concluent que les résultats sur l'efficacité des plateformes multi-acteurs sont probablement plus mitigés que ceux qui sont rapportés. Ils pointent les limites de ces initiatives, principalement le manque d'attention accordé aux problématiques de changement d'échelle et de durabilité dans le temps en raison des financements par bailleurs.

Une deuxième solution envisageable est la conception d'innovations couplées entre composantes des systèmes agricoles et alimentaires habituellement indépendantes (Meynard et al. 2017). Par exemple, l'innovation couplée pourrait permettre de lever certains freins au développement et à l'intensification des légumineuses dus au verrouillage socio-technique au Burkina Faso (Périnelle 2021), en particulier pour les espèces nouvelles pour la zone cotonnière telles que le *Mucuna*, en agissant sur les fournisseurs d'intrants adéquats (notamment les semences) et les acheteurs du produit final (graine et/ou fourrage) ou les modalités d'usage de ce produit (transformation). De même, Dugué and Olina Bassala (2015) mettent en évidence le besoin d'innovations techniques et organisationnelles de gestion du territoire dans le cas de la compétition pour les résidus de culture fourragers entre le bétail et la couverture du sol au nord

Cameroun. Selon ces auteur·rice·s, en l'absence de nouveaux arrangements entre agriculteur·rice·s et éleveur·se·s, ou de techniques robustes et abordables d'enclosure des champs, il sera difficile de mettre en place durablement des SDC à base de cultures fourragères de cycle long ou pluriannuel, ou basés sur le semis direct dans un *mulch* de couverture. Considérant que les CE cherchent à favoriser l'échange de connaissances et d'expériences entre agriculteur·rice·s, il serait envisageable de coupler des CE à une intervention de conception d'innovations couplées, dans le but de favoriser une « exploration collective des solutions innovantes » et soutenir des agriculteur·rice·s-concepteur·rice·s dans la conception des systèmes de culture concomitamment à la conception d'intrants (équipements, variétés) (Salembier et al. 2020) ou de nouvelles modalités de gestion des espaces et ressources naturelles.

Une question importante à soulever dans le cas des interventions comportant des CE est celle de leur pérennisation, et donc du financement et/ou institutionnalisation de ces interventions<sup>6</sup>. En effet, certains auteur·rice·s identifient les risques liés à l'institutionnalisation de l'approche CE. Ainsi, van den Berg et al. (2020c) étudient deux situations d'institutionnalisation des CE en Indonésie et au Malawi et montrent que, malgré la pertinence des CE sur le terrain pour l'apprentissage et les changements de pratiques des agriculteur·rice·s, la résistance à l'idée de CE pour renforcer l'autonomie et les compétences d'adaptation des agriculteur·rice·s est toujours forte de la part des secteurs privés et publics et des institutions de recherche. Ils concluent en soulignant que l'atteinte des impacts à long terme pour les agriculteur·rice·s et les institutions est subordonné à un soutien coordonné aux CE, et qu'en l'absence de soutien par des bailleurs, la dérive vers le transfert de technologies reprend le dessus et la « mémoire institutionnelle » s'efface rapidement. Dans cette thèse, nous n'avons pas étudié les mécanismes qui ont amené à ce que les CE étudiés au Burkina Faso soient mis en œuvre selon une logique de transfert de technologies, mais cela constituerait un complément à ce travail, car les CE ont été institutionnalisé dans la stratégie nationale de conseil agricole du Burkina Faso. Ainsi, dans une autre étude de cas des CE cacao au Cameroun, Muilerman et al. (2018) concluent que le changement d'échelle et l'institutionnalisation des CE en ont diminué les effets observables sur le terrain, en raison de l'absence d'une approche adaptative pour le curriculum des CE, du manque d'investissements et de la corruption des acteurs de conseil, du

---

<sup>6</sup> Les groupes CE n'ont pas spécialement vocation à durer dans le temps au-delà de l'intervention en elle-même (Bakker 2017), bien qu'il existe de nombreux exemples de groupes « alumnis » des CE, ayant des degrés d'organisation divers (Van den Berg 2020).

manque d'adaptation de l'approche de conseil et de l'absence de compétences stratégiques pour le pilotage du processus. Les auteur·rice·s suggèrent que les expériences pilotes doivent être traduites et adaptées en fonction des contextes et des conditions institutionnelles.

La prise en compte des diverses situations individuelles au sein d'une EA, l'inclusion de différentes échelles pour les dimensions écologiques et la participation des acteurs de l'AIS dans les processus d'innovation nous amènent à formuler le principe 5 de recommandation ci-dessous.

***Principe 5 : Insérer les CE au sein d'approches d'intervention complémentaires à différentes échelles***

**Recommandations opérationnelles :**

- Concevoir des interventions complémentaires au CE pour lever les contraintes au changement de pratiques des agriculteur·rice·s. Par exemple au Togo, l'appui au creusage de fosses compostières et l'équipement de groupes de paysannes en charrettes asines ont facilité les changements de pratiques vers la production et l'utilisation de compost.
- Encourager l'action collective dans les CE, par exemple pour des questions d'économie d'échelle pour la production de biopesticides, ou pour faciliter l'accès des femmes à un compost de bonne qualité. Cela évite de déconnecter la mise en œuvre de CE des dynamiques collectives locales (Dietsch et al. 2019), et cela peut également encourager certains groupes à entreprendre des actions collectives après la fin des activités de CE (parfois appelés groupes d'alumnis FFS, voir van den Berg et al. (2020a)).
- Anticiper des verrouillages socio-techniques à des échelles supérieures à l'EA ou au village, qui freineront les agriculteur·rice·s dans leurs changements de pratiques. Ces verrouillages sont souvent exprimés dès l'atelier de diagnostic participatif, et orientent les choix des agriculteur·rice·s pour le curriculum du CE. Ils influencent également le chemin d'impact. Par exemple en zone cotonnière d'Afrique de l'ouest, les changements de pratiques doivent être discutés avec les principaux acteurs de la filière coton conventionnel pour rendre possible des changements de pratiques (substitution d'un ou plusieurs traitements coton conventionnel par des biopesticides, traitements sur seuil) ou l'émergence des systèmes de cultures alternatifs (coton bio).
- Envisager l'action à l'échelle AIS pour agir sur ces verrouillages socio-techniques si possible, par exemple avec les plateformes d'innovation (Toillier et al. 2018) ou des interventions de conception couplée d'innovations (Meynard et al. 2017).
- L'échelle d'un territoire est également pertinente pour concevoir des interventions complémentaires au CE, par exemple la production de grande quantité de compost implique, entre autres, une forte disponibilité de résidus de récolte (semi-stabulation permanente du bétail, remplissage des fosses compostières) qui ne doivent plus être systématiquement brûlés ou accaparés par la vaine pâture conduite par les plus grands propriétaires de bovins du territoire.

## 1.4. Synthèse et perspectives de recherche

### 1.4.1. Synthèse des principes opérationnels

Nous avons établi cinq principes de recommandations pour la mise en œuvre et l'évaluation des CE pour accompagner la transition des agriculteur·rice·s en Afrique de l'Ouest, présentés la figure 25:

- **P1** : Construire l'évaluation à partir du chemin d'impact
- **P2** : Evaluer au-delà de l'adoption
- **P3** : Favoriser la participation collaborative et mobiliser un processus de co-conception dans le déroulement des CE.
- **P4** : Inclure l'évaluation de la mise en œuvre de l'intervention (et le niveau de participation des agriculteur·rice·s) dans le processus d'évaluation des CE
- **P5** : Insérer les CE au sein d'approches d'intervention complémentaires à différentes échelles

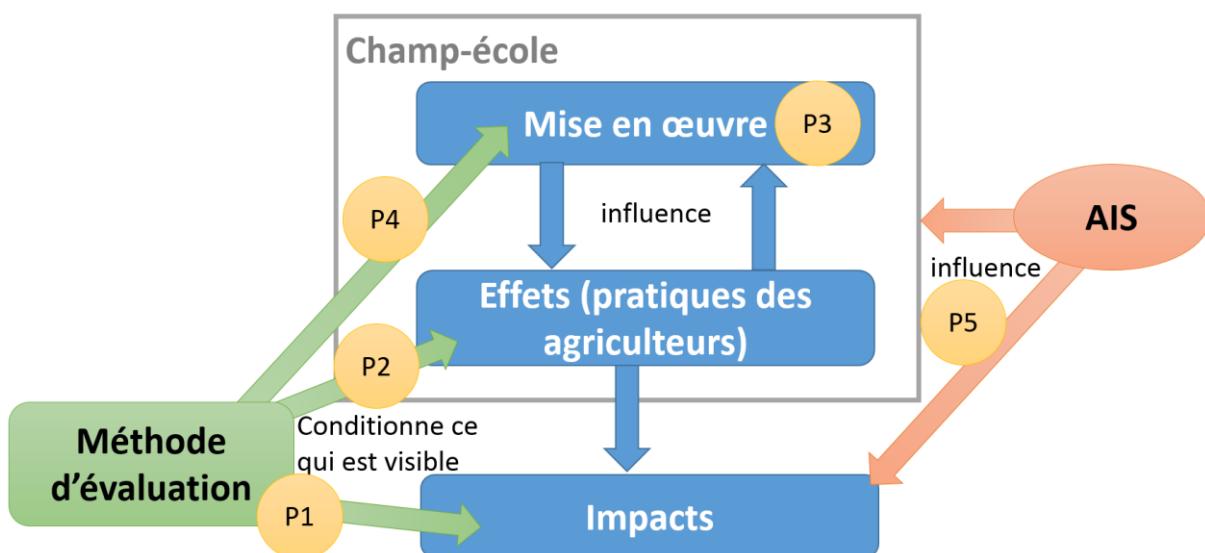


Figure 25 Schéma récapitulatif des cinq principes de recommandation pour la mise en œuvre et l'évaluation des CE.

Tout d'abord, nous avons défini le besoin de concevoir l'évaluation sur la base du chemin d'impact, défini *ex-ante* ou *ex-post* avec les acteur·rice·s de l'intervention (P1). Le choix de la méthode d'évaluation conditionne ce qui sera visible durant l'évaluation, c'est pourquoi nous recommandons d'évaluer les CE avec l'observation des changements de pratiques (pour définir des trajectoires de changement de pratiques ou étudier les changements de pratiques à l'échelle de l'EA) au lieu de l'adoption de pratiques prédéfinies (P2). De plus, la

manière dont les champs-écoles sont mis en œuvre influence leurs effets en termes de changement de pratiques par les participant·e·s. Le principe 3 donne des pistes pour mettre en œuvre une participation collaborative dans les CE et mobiliser un processus de co-conception avec les agriculteur·rice·s. Suite à cela, le principe 4 recommande d'intégrer l'évaluation de la mise en œuvre de l'intervention dans le processus de l'évaluation des CE, pour une meilleure compréhension des résultats observés. Enfin, considérant que les CE et les agriculteur·rice·s sont inclus dans un système d'innovation plus large, le principe 5 donne des propositions pour faciliter les actions des agriculteur·rice·s, les actions collectives et les actions de dépassement de verrouillages socio-techniques.

Les cinq principes présentés sont interdépendants et résultent d'une posture commune: on ne peut pas évaluer les effets du processus de co-conception visé dans les CE (P3) avec un taux d'adoption puisqu'il est impossible de prévoir l'issue de ce processus de co-conception. De ce fait, les approches compréhensives (qualitatives ou mixtes) se basant sur l'observation de changement de pratiques sont plus adaptées à mettre en évidence les effets des CE collaboratifs (P2). L'évaluation de la mise en œuvre du CE (P4) est également indispensable pour bien comprendre l'intervention et ses effets. Enfin, penser les impacts d'une intervention comprenant des CE amène à définir le chemin d'impact de l'intervention, qui servira de base pour le processus d'évaluation (P1) et à inclure l'influence du système d'innovation (P5) dans la conception de l'intervention et sa complémentarité avec d'autres activités.

#### 1.4.2. Perspectives de recherche

##### *Explorer d'autres échelles spatiales et temporelles*

Les évaluations des CE gagneraient à explorer de nouvelles échelles temporelles et spatiales. En effet, dans une chaîne causale centrée sur les agriculteur·rice·s, le travail réalisé dans cette thèse se focalise sur les effets à moyen terme de la participation aux champs-écoles (*outputs*) à l'échelle du système de culture et de l'EA. Plusieurs travaux (Waddington et al. 2014; van den Berg et al. 2020b) et notre chapitre 2 ont souligné le manque d'études sur les effets et impacts à long terme, ce qui constitue une première perspective académique et opérationnelle pour les évaluations des CE. Outre un positionnement sur la contribution à l'impact des CE, il serait également intéressant de se placer à une échelle spatiale plus grande (village, bassin versant, territoire). Ainsi, Andrieu et al. (2015b) mettent en évidence des compromis qui peuvent exister à l'échelle d'un village suite à la mise en œuvre de nouvelles pratiques de paillage et de production de compost. Ces compromis peuvent entraîner des effets

négatifs en termes de bilan d'azote ou d'autosuffisance fourragère. Berre et al. (2021) explorent cette question dans le cas du paillage à l'aide d'une simulation. Dans ces cas, l'évaluation peut porter sur l'ensemble du territoire cultivé du village et/ou considère une diversité d'EA et leurs relations de dépendance et de concurrence.

Concernant la mise en œuvre des interventions CE à un niveau régional, la problématique du changement d'échelle est régulièrement soulevée pour les interventions de développement, et le cas des champs-écoles étudiés au Togo n'échappe pas à ce commentaire. Autrement dit, comment une action ayant débouché sur des effets intéressants pour des EA dans quelques villages (6 communes au Togo), pourrait-elle favoriser le changement dans un grand nombre d'EA et de villages ? La promotion des CE comme méthode « prête à l'emploi » est séduisante pour les bailleurs qui ont souvent des objectifs quantitatifs de développement régional et national. Plusieurs travaux (Sherwood et al. 2012; Muilerman et al. 2018; van den Berg et al. 2020a) ont souligné qu'à moins que les institutions et cadres politiques évoluent et deviennent compatibles avec les principes des FFS, les CE ne peuvent changer substantiellement d'échelle. En effet, dans plusieurs cas (par exemple Muilerman et al. (2018) au Cameroun ou le cas étudié au Burkina dans le chapitre 3), l'institutionnalisation a dégradé l'approche FFS, qui retombe dans des principes de démonstration et transfert de technologies. La participation des agriculteur·rice·s est alors limitée à une méthode d'animation, et une légitimation de l'intervention (Bulenzibuto Tamubula et al. 2020). En effet, la standardisation de l'approche CE auprès des paysan·ne·s ne conserve que le principe méthodologique d'une intervention auprès de groupes de paysan·ne·s avec un apprentissage expérientiel, notamment pour la diminution des coûts à large échelle. Ce faisant, **on utilise la participation des paysan·ne·s comme une méthode d'animation des champs-école, pour faciliter l'acceptation ou la diffusion de nouvelles pratiques, mais on déconnecte la démarche de ses principes de renforcement de compétences individuelles et collectives.** C'est se focaliser sur les dimensions « science » et « pratique » de l'agroécologie, sans chercher à en soutenir la dimension « mouvement » (d'après Wezel et al. 2009; Bayle and Hocdé 2013). L'accent mis sur ces dimensions « sciences » et « pratiques », bien que nécessaire pour avancer l'état des connaissances et de la mise en œuvre des principes de la transition agroécologique (entre autres l'écologisation des pratiques agricoles et des systèmes agricoles et alimentaires), gagnerait à être davantage complété par une attention accrue aux dynamiques sociales locales et leurs enjeux (Dietsch et al. 2019). Sans cela, il en découle une standardisation des systèmes et démarches de conseil utilisées plutôt qu'une contextualisation et un choix visant le

renforcement des compétences des agriculteur·rice·s et l'autonomisation des communautés locales.

### ***Include le genre dans l'analyse***

Le chapitre 4 a partiellement soulevé la question des effets de la participation des femmes à une intervention de développement telle que les CE, mais sans y apporter une réponse suffisamment détaillée. En effet, si la participation des femmes à ces interventions est encouragée par plusieurs institutions internationales, en raison notamment de l'importance des femmes dans les actif·ve·s agricoles, des auteur·rice·s tels que Ragasa et al. (2013) font état des difficultés pour les femmes d'accéder au conseil agricole. Dans le cas spécifique des CE, Phillips et al. (2014) montre l'absence de stratégies de ciblage et la relative inefficacité de ces dernières lorsqu'elles existent (en raison de mécanismes d'exclusion qui touchent également les jeunes et les agriculteur·rice·s les plus pauvres). D'autres auteur·rice·s (Carr 2008; Mekonnen et al. 2018) avertissent que les femmes ne sont pas à considérer comme un groupe homogène (avec, par exemple, de grande différences entre les contraintes d'une femme mariée et d'une femme veuve cheffe d'exploitation).

Une proposition pour les agronomes est donc de se saisir de cette question et d'étudier les changements de pratiques ou les transitions des EA sous l'angle du genre de la personne qui gère les systèmes de production, ou de la personne ayant participé à une intervention de développement telle que les CE. Cela soulève des questions telles : Comment les femmes après leur participation à un CE partagent les connaissances acquises au sein du ménage, avec leur mari ou leurs fils en charge de la gestion des activités productives familiales ? Comment négocient-elles des changements de pratiques ? Ont-elles des contraintes pour changer dans leurs propres parcelles ? Quelles sont leurs marges de manœuvre concernant la répartition du travail entre mari et femme(s), par exemple ? Les réponses à ces questions enrichiraient les travaux en permettant une compréhension plus fine de la complexité du fonctionnement des EA familiales et en permettant de formuler des recommandations spécifiques pour la mise en œuvre et l'évaluation d'interventions de conseil telles que les champs-écoles. De la même manière, inclure l'âge et/ou le statut des agriculteur·rice·s dans l'étude des pratiques enrichirait également les travaux des agronomes (Gafsi et al. 2007a).

### ***Améliorer la prise en compte de la complexité des EA familiales***

En lien avec le point précédent sur l'inclusion du genre dans l'analyse des pratiques, le cadre d'analyse de l'EA familiale développé dans le chapitre 4 gagnerait à être complété. En

effet, ce cadre d'analyse a été simplifié, et notamment sans intégrer les parcelles individuelles de culture pluviales des différents membres d'un ménage : mari, femme(s), fils et filles adultes, parfois aussi d'autres membres du ménage tels que les parents âgés, toutes et tous cultivent bien souvent une petite parcelle. Il faudrait aussi étudier quels sont les modes de gestion élevages et l'accès à la fumure organique qui varient selon les membres du ménage. Les travaux sur les exploitations agricoles en Afrique de l'Ouest sont peu nombreux dans la dernière décennie alors que de nombreuses évolutions et changements sont à l'œuvre (Gafsi et al. 2007b). L'enrichissement de ce cadre d'analyse contribuerait à renouveler les connaissances sur le fonctionnement des EA familiales dans leur contexte spécifique et leurs évolutions.

Par ailleurs, au regard de la transition agroécologique, il faudrait étudier dans quelle mesure la diversité des EA influence les changements de pratiques réalisés à partir de typologies fonctionnelles ou structurelles (Tittonell et al. 2020). Autrement dit, il s'agirait de regarder quel type d'EA est le plus à même (le plus incité, le moins contraint) à faire des changements en faveur des pratiques agroécologiques. Une piste pour cela est de considérer les capitaux physiques humains et financiers, mais également naturels et sociaux, qui caractérisent les EA (Gafsi 2006; Gasselin et al. 2014).



Figure 26: Vidange de la fosse compostière dans une charrette asine en début de saison sèche (T. Bakker).

### ***Intégrer le travail et mécanisation dans les CE et leurs évaluations***

La TAE questionne le travail en agriculture (Coquil et al. 2018), y compris dans les EA familiales d'Afrique de l'Ouest où elle peut demander un plus fort investissement en travail pour des opérations basées le plus souvent sur l'énergie humaine (production et utilisation de fumures organiques, protection et gardiennage d'espaces reboisée et de biomasse de couverture du sol...) (figure 26). On constate par ailleurs une volonté des gouvernements de moderniser

leurs agricultures en recourant à la mécanisation des opérations culturales et de transformation des récoltes (Side and Havard 2016), et l'émergence d'un agenda de recherche sur la mécanisation en Afrique (Daum and Birner 2020) en réponse à des contraintes globales : la nécessité d'accroître la production agricole, tout en répondant aux enjeux de résilience, durabilité et adaptabilité des EA familiales. Les agronomes sont une communauté scientifique peu présente sur la question du travail (Malanski et al. 2019), et force est de constater que cette question est rarement abordée dans les CE. En effet, à l'échelle de la parcelle CE, les travaux y sont réalisés manuellement car les surfaces d'expérimentation sont petites, ou sont réalisables avec les outils déjà présents dans les EA. Il y a donc un enjeu à explorer dans quelle mesure les contraintes liées au travail (*distribution des tâches au sein des actif·ve·s d'un ménage, nature, pénibilité, répartition dans le calendrier culturel...*) sont prises en compte dans la mise en œuvre des CE, dans quelle mesure ces contraintes affectent les effets des CE. Il serait également intéressant d'explorer les améliorations possibles des CE pour mieux prendre ces contraintes en considération : est-ce qu'un processus de co-conception dans les CE suffit à limiter les effets négatifs des changements de pratiques sur le travail et le bien-être de chacun·e des actif·ve·s, y compris les jeunes et les femmes ? Enfin, concernant la mécanisation, les CE pourraient être mobilisés dans un processus de conception couplée (Meynard et al. 2017; Salembier et al. 2020) par exemple.

### ***Etudier les effets des nouvelles formes de CE***

De nouvelles formes de CE sont apparues en Afrique de l'Ouest, et notamment les CE agro-pastoraux (FAO 2013) et aussi les Farmer Business Schools (FBS) (FAO 2015). Il existe également les Junior Farmer Field Schools (Bonan and Pagani 2018) ciblant des écoliers, et par ricochet, les ménages. Ces nouvelles interventions de renforcement des capacités des agriculteur·rice·s sont basés sur des notions et concepts différents (la gestion, la coordination, la mise en synergie dans le cas des systèmes de polyculture élevage par exemple) et ont tous une cible principale commune : les gestionnaires (chef·fe d'exploitation, actif·ve·s d'un ménage...) et l'exploitation agricole est vue comme un système. Les FBS accordent une place centrale à la gestion économique et financière de l'EA alors que les CE agropastoraux sont focalisés sur la gestion technico-économique des différents ateliers de l'EA et la mise en synergie de ceux-ci. Cette démarche nouvellement promue par la FAO n'est pas sans rappeler la démarche de de Conseil à l'Exploitation Familiale (CEF) (Faure et al. 2007).

Les effets de ces nouvelles interventions ne sont pas encore beaucoup étudiés mais peuvent être intéressants : par exemple les CE agro-pastoraux, en se placant à l'interface entre

SDC, systèmes d'élevage, gestion des ressources naturelles (place de l'arbre dans l'EA) et production de FO, sont par leur nature plus à même d'amener des changements systémiques dans les EA. Cependant ces initiatives restent soumises aux mêmes défis que les CE étudiés dans cette thèse, et notamment le réflexe de repli vers des démarches de transfert de technologies forts présents dans les institutions (qu'elles soient de recherche-développement ou de conseil) et dans les pratiques des conseiller·e·s impliqué·e·s. C'est néanmoins une perspective de recherche intéressante dont les résultats seront utiles aux acteur·rice·s de développement. Nous pensons que l'évaluation à partir des changements de pratiques présentée dans cette thèse pourrait être adaptée, notamment pour étudier, à l'aide de trajectoires d'EA ou de trajectoires de changement de pratiques, dans quelle mesure ces nouvelles formes de CE amène des reconceptions des systèmes de culture, d'élevage ou des évolutions stratégiques à l'échelle de l'EA.

La question des nouvelles formes de CE se pose également avec l'utilisation très répandue de Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) par les agriculteur·rice·s, ce qui n'est pas sans questionner les formes de conseil. Les CE peuvent-ils s'enrichir de l'utilisation des TICs, et si oui, comment ? Des tentatives de numérisation des CE ont été réalisées, notamment dans des contextes de crise sanitaire comme Ebola (Witteveen et al. 2017). Cependant, des études menées en Afrique de l'Ouest nous poussent à questionner la richesse des échanges permis par ces outils, qui servent encore principalement à diffuser des connaissances standardisées plutôt que de permettre des échanges entre pairs ou entre conseiller·e·s et agriculteur·rice·s (Alexandre 2019). Au Burkina Faso<sup>7</sup>, les services de conseil numériques sont principalement fournis par des organisations bien implantées et expérimentées dans le conseil (ONG et OP principalement) et sont financés essentiellement par l'aide au développement. L'analyse du processus d'innovation permettant à des OP de développer un service de conseil numérique en collaboration avec des ONG, des bailleurs, des chercheur·se·s et des développeurs informatiques révèle que la faiblesse des capacités d'innovation des OP les empêche de développer des services de conseil numérique répondant à leurs attentes et leurs contraintes. La configuration de ces partenariats multi-acteurs ne permet pas de compenser l'asymétrie existant entre ces différents partenaires, ni de tirer suffisamment profit de la diversité des savoirs et expériences de tous les partenaires. Les OP ont également des difficultés à pérenniser ces services et n'en sont pas entièrement satisfaites.

---

<sup>7</sup> Thèse en cours de Chloé Alexandre

Si les outils numériques peuvent conduire à une transformation de l'approche de conseil, elle s'apparente actuellement davantage à un renforcement du suivi ou contrôle des agriculteur·rice·s qu'à une approche d'accompagnement visant un renforcement des capacités des agriculteur·rice·s. Les technologies numériques au Burkina Faso sont principalement utilisées pour transférer aux agriculteur·rice·s des informations standardisées ou pour produire des informations sur la base d'une collecte locale. Pour la majorité de ces services, les TIC utilisées seules ne permettent pas de créer des services de conseil plus interactifs et spécifiques. Or ces services interactifs et spécifiques sont essentiels pour l'accompagnement des agriculteur·rice·s dans la TAE, ce qui amène Kendall and Dearden (2017) à formuler que les praticien·ne·s doivent passer de l'Information à la Communication (*"shift from Information to Communication"*).

Ces perspectives de recherche interpellent les agronomes de l'exploitation agricole et du territoire qui s'intéressent aux façons dont les agriculteur·rice·s et leurs ménages familiaux gèrent leurs ressources et leur EA. Ces pistes de recherche nous semblent intéressantes pour mieux valoriser les effets obtenus par la mise en œuvre de CE collaboratifs et pour construire avec ces acteur·rice·s des transitions agroécologiques qui auront du sens, c'est-à-dire qui seront adaptées par et pour les agriculteur·rice·s, et soutenues par les gestionnaires des territoires et des filières et une majorité de consommateur·rice·s. Toutefois les agronomes ne sont pas en mesure de relever seuls les défis de la TAE et la pluridisciplinarité avec les acteurs des disciplines rattachées à ces questions est incontournable.

## 2. Conclusion

La transition agroécologique propose, entre autres, une écologisation des pratiques agricoles et des systèmes agricoles et alimentaires en réponse aux limites du modèle d'agriculture intensive. La façon dont les agronomes et les acteurs du développement appréhendent les agriculteur·rice·s et l'innovation a évolué pour prendre en compte les interactions entre acteurs de l'AIS et reconnaître les agriculteur·rice·s comme les concepteur·rice·s de leurs propres systèmes techniques. L'approche des champs-écoles est emblématique de ces changements de paradigmes et vise notamment une écologisation des pratiques des agriculteur·rice·s par l'apprentissage expérientiel et les échanges d'expérience en groupe. Cette approche de conseil et d'appui à l'innovation, promue par la FAO, a été reprise par de nombreux acteurs et adaptée à des contextes variés.

Dans ce travail, j'ai proposé une démarche d'évaluation *ex-post* compréhensive des effets des CE à partir de l'analyse des changements de pratiques des agriculteur·rice·s suite à leur participation au CE. Une revue de littérature nous a permis d'étudier la mise en œuvre des champs-écoles sur la base de la participation des agriculteur·rice·s et des thèmes abordés dans le CE, et les méthodes d'évaluation des effets des CE utilisées. L'étude de terrain au nord Togo et dans l'ouest du Burkina Faso a consisté en des entretiens successifs pour retracer les trajectoires de changement de pratiques dans les SDC ciblés par le CE, puis pour étudier si des changements de pratiques ont été mis en œuvre dans d'autres sous-systèmes composant l'EA.

Ce travail débouche sur la distinction de différents types de CE selon le degré de participation des agriculteur·rice·s et l'identification d'effets, en termes de trajectoires de changement de pratiques, variant selon la mise en œuvre des CE. En particulier, les CE collaboratifs au Nord Togo amènent des trajectoires de changement de pratiques allant jusqu'à la reconception des SDC, grâce à un processus de co-conception au sein des CE. L'étude de la mise en œuvre des changements de pratiques suite à ce processus de co-conception au Nord Togo montre que les changements de pratiques sont également réalisés dans d'autres sous-systèmes composant l'EA, notamment l'élevage et la production de fumure organique.

Cette thèse permet de mieux comprendre comment évoluent les pratiques et les systèmes de culture des agriculteur·rice·s, de façon systémique et du point de vue de l'agriculteur·rice. La démarche mise en œuvre permet d'évaluer des interventions participatives et localement adaptées et d'étudier la dynamique dans le temps de mise en œuvre de changements suite à la participation à un processus de co-conception, à l'échelle des SDC et

des EA. Ces travaux contribuent également aux connaissances sur les effets des CE dans les pratiques des agriculteur·rice·s, et démontrent le lien entre mise en œuvre des CE et effets observés. Il serait nécessaire de compléter ces travaux avec des études sur la contribution aux impacts en termes de résilience des EA et de sécurité alimentaire, mais aussi sur les impacts de l'écologisation des pratiques sur les différentes composantes de l'environnement naturel.

Ce travail a permis de réaffirmer l'intérêt de porter un regard systémique et pluriscalaire sur les objets habituellement étudiés par les agronomes : les pratiques agricoles, les systèmes de culture et l'exploitation agricole. Son originalité se situe dans la façon d'aborder les changements de pratiques sur le temps long et en considérant le fonctionnement des exploitations familiales de la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest.

Plus généralement, ce travail a permis de formuler cinq recommandations pour la mise en œuvre et l'évaluation des CE à destination des acteurs du développement. Cela contribuera à améliorer l'accompagnement de la transition agroécologique à l'échelle de l'exploitation agricole et du territoire, en zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest ou dans d'autres contextes.

## Références bibliographiques

- Alexandre C (2019) Comment le numérique transforme-t-il les services de conseil agricole au Burkina Faso? AFD, Paris, France, p 6
- Ali A, Sharif M (2012) Impact of farmer field schools on adoption of integrated pest management practices among cotton farmers in Pakistan. *Journal of the Asia Pacific Economy* 17:498–513. <https://doi.org/10.1080/13547860.2012.694706>
- Allebone-Webb S, Douthwaite B, Hoffecker E, et al (2016) What is capacity to innovate and how can it be assessed? A review of the literature. In: Social and technological transformation of farming systems: Diverging and converging pathways. IFSA, Harper Adams University, Newport, Shropshire, UK, p 18
- Altieri MA (2002) Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93:1–24. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00085-3)
- Altieri MA (ed) (1995) Agroecology: the science of sustainable agriculture, 2nd edition. Westview Press, Boulder, Colorado
- Alvarez S, Douthwaite B, Thiele G, et al (2010) Participatory Impact Pathways Analysis: a practical method for project planning and evaluation. *Development in Practice* 20:946–958. <https://doi.org/10.1080/09614524.2010.513723>
- Anderson JR, Feder G (2004) Agricultural Extension: Good Intentions and Hard Realities. *The World Bank Research Observer* 19:41–60. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkh013>
- Anderson JR, Feder G, Ganguly S (2006) The Rise And Fall Of Training And Visit Extension : An Asian Mini-Drama With An African Epilogue, Policy Research Working Papers. The World Bank
- Andersson JA, D’Souza S (2014) From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187:116–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.008>
- Andrieu N, Barbier J-M, Delmotte S, et al (2018) Co-conception de changements techniques et organisationnels au sein des systèmes agricoles. In: Faure G, Chiffolleau Y, Goulet F, et al. (eds) Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires. Éditions Quæ, Versailles
- Andrieu N, Descheemaeker K, Sanou T, Chia E (2015a) Effects of technical interventions on flexibility of farming systems in Burkina Faso: Lessons for the design of innovations in West Africa. *Agricultural Systems* 136:125–137. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.02.010>
- Andrieu N, Vayssières J, Corbeels M, et al (2015b) From farm scale synergies to village scale trade-offs: Cereal crop residues use in an agro-pastoral system of the Sudanian zone of Burkina Faso. *Agricultural Systems* 134:84–96. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.08.012>
- Argyris C, Schön DA (1996) Organizational learning II: Theory, method and practice. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Aubry C, Michel-Dounias I (2006) Systèmes de culture et décisions techniques dans l’exploitation agricole. In: Doré T, Le Bail M, Martin P, et al. (eds) L’agronomie aujourd’hui. Editions Quæ, Versailles
- Audouin S (2014) Systèmes d’innovation et territoires: un jeu d’interactions. Les exemples de l’anacarde et du jatropha dans le sud-ouest du Burkina Faso. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I; Institut International d’Ingénierie de l’Eau et de l’Environnement
- Audouin S, Gazull L, Gautier D (2018) Territory matters: Exploring the functioning of an innovation system through the filter of local territorial practices - the example of the adoption of cashew trees in Burkina Faso. *Journal of Rural Studies* 63:130–140. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.08.007>
- AVSF (2020) Guide de formation : L’agroécologie pour sortir des pesticides. Réduire l’utilisation et les risques des pesticides et produits vétérinaires par des pratiques alternatives viables.

- Bachelier B, Balarabe O, Boulakia S, et al (2018) Which ways forward for sustainable cotton production in Africa in the context of climate change? International Cotton Advisory Committee (ICAC), Abidjan, Côte d'Ivoire
- Bainville S, Dufumier M (2009) Diversité des exploitations agricoles en zone cotonnière du Burkina Faso. AFD
- Bakker T (2017) Démarches d'accompagnement pour la co-construction d'innovations paysannes: guide méthodologique des champs-écoles dans la région des Savanes au Togo.
- Bakker T, Blundo Canto G, Dugué P, de Tourdonnet S (2020) To what extent is the diversity of farmer field Schools reflected in their assessment? A literature review. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 1–21. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1858890>
- Bakker T, Dugué P, de Tourdonnet S (2021) Assessing the effects of Farmer Field Schools on farmers' trajectories of change in practices. *Agron Sustain Dev* 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00667-2>
- Barbier J-M, Goulet F (2013) Moins de technique, plus de nature : pour une heuristique des pratiques d'écolégisation de l'agriculture. *Natures Sciences Sociétés* 21:200–210. <https://doi.org/10.1051/nss/2013094>
- Barnaud C, Van Paassen A (2013) Equity, Power Games, and Legitimacy Dilemmas of Participatory Natural ResourceManagement. *Ecology and Society* 18:. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05459-180221>
- Barret D, Blundo Canto G, Dabat M-H, et al (2017) Guide méthodologique ImpresS. Évaluation ex post des impacts de la recherche agronomique dans les pays du Sud. Cirad
- Barrios E, Gemmill-Herren B, Bicksler A, et al (2020) The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People* 16:230–247. <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>
- Bartlett A (2008) No more adoption rates! Looking for empowerment in agricultural development programmes. *Development in Practice* 18:524–538. <https://doi.org/10.1080/09614520802181269>
- Bayle E, Hocdé H (2013) Changer d'échelle: expériences du Brésil et d'Amérique centrale. Agroécologie en Afrique de l'Ouest et du Centre: réalités et perspectives *Grain de Sel* n°63:37–39
- Bell MM, Bellon S (2018) Generalization without universalization: Towards an agroecology theory. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42:605–611. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432003>
- Belmin R, Casabianca F, Meynard J-M (2018) Contribution of transition theory to the study of geographical indications. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 27:32–47. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.10.002>
- Bentley JW, Barea O, Priou S, et al (2007) Comparing farmer field schools, community workshops, and radio: Teaching Bolivian farmers about bacterial wilt of potato. *Journal of International Agricultural and Extension Education* 14:45–61
- Bergen N, Labonté R (2020) “everything is perfect, and we have no problems”: detecting and limiting social desirability bias in qualitative research. *Qualitative Health Research* 30:. <https://doi.org/10.1177/1049732319889354>
- Berre D, Diarisso T, Andrieu N, et al (2021) Biomass flows in an agro-pastoral village in West-Africa: Who benefits from crop residue mulching? *Agricultural Systems* 187:102981. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102981>
- Berriet-Sollicie M, Labarthe P, Laurent C (2014) Goals of evaluation and types of evidence. *Evaluation* 20:195–213. <https://doi.org/10.1177/1356389014529836>
- Berthet E (2013) Contribution à une théorie de la conception des agro-écosystèmes : Fonds écologique et inconnu commun. Doctorat en sciences de gestion, Ecole Nationale Supérieure des mines de Paris
- Berthet ETA, Barnaud C, Girard N, et al (2016) How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods. *Journal of Environmental Planning and Management* 59:280–301. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1009627>

- Bezner Kerr R, Hickey C, Lupafya E, Dakishoni L (2019) Repairing rifts or reproducing inequalities? Agroecology, food sovereignty, and gender justice in Malawi. *The Journal of Peasant Studies* 46:1499–1518. <https://doi.org/10.1080/03066150.2018.1547897>
- Biggs SD (2007) Building on the positive: an actor innovation approach to finding and promoting pro-poor institutional and technical innovations. *International Journal Agricultural Resources, Governance and Ecology* 6:144–164
- Biggs SD (1989) Resource-Poor Farmer Participation in Research: A Synthesis of Experiences from Nine National Agricultural Research Systems
- Birner R, Davis K, Pender J, et al (2009) From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 15:341–355. <https://doi.org/10.1080/13892240903309595>
- Blanchard M, Coulibaly K, Bognini S, et al (2014) Diversité de la qualité des engrains organiques produits par les paysans d’Afrique de l’Ouest : quelles conséquences sur les recommandations de fumure ? *Biotechnol Agron Soc Environ* 18:512–523
- Blanchard M, Vall É, Tingueri Loumbana B, Meynard J-M (2017) Identification, caractérisation et évaluation des pratiques atypiques de gestion des fumures organiques au Burkina Faso : sources d’innovation ? *Autrepart* 81:115. <https://doi.org/10.3917/autr.081.0115>
- Blundo Canto G, De Romemont A, Hainzelin E, et al (2020) ImpresS ex ante. Démarche pour co-construire ex ante les chemins d’impact de la recherche pour le développement. Guide méthodologique ImpresS ex ante (Deuxième version). CIRAD, Montpellier, France
- Bockstaller C, Guichard L, Keichinger O, et al (2009) Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29:223–235. <https://doi.org/10.1051/agro:2008058>
- Boiffin J, Benoît M, Bail ML, et al (2014) Agronomie, espace, territoire : travailler « pour et sur » le développement territorial, un enjeu pour l’agronomie. *Cah Agric* 23:72–83. <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0688>
- Bonan J, Pagani L (2018) Junior Farmer Field Schools, Agricultural Knowledge and Spillover Effects: Quasi-Experimental Evidence from Northern Uganda. *The Journal of Development Studies* 54:2007–2022. <https://doi.org/10.1080/00220388.2017.1355457>
- Braun A, Duveskog D (2011) The farmer field school approach—history, global assessment and success stories. Background paper for the IFAD Rural poverty report
- Braun A, Jiggins J, Röling N, et al (2006) A global survey and review of farmer field school experiences. Report prepared for ILRI Endelea, Wageningen, The Netherlands
- Brédart D, Stassart PM (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. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.009>
- Bricas N, Seck PA (2004) L’alimentation des villes du Sud: les raisons de craindre et d’espérer. *Cahiers Agricultures* 13:10–14
- Bricas N, Tchamda C, Mouton F (2016) L’Afrique à la conquête de son marché alimentaire intérieur. Enseignements de dix ans d’enquêtes auprès des ménages d’Afrique de l’Ouest, au Cameroun et du Tchad. AFD
- Brives H, Riousset P, de Tourdonnet S (2015) Quelles modalités de conseil pour l’accompagnement vers des pratiques agricoles plus écologiques? Le cas de l’agriculture de conservation. In: Compagnone C, Goulet F, Labarthe P (eds) *Opérateurs du conseil privé en agriculture*. Educagri Editions
- Brossier J, Chia E, Marshall E (eds) (2003) Gestion de l’exploitation agricole familiale: éléments théoriques et méthodologiques. Educagri Editions
- Brossier J, Devèze J-C, Kleene P (2007) Qu’est-ce que l’exploitation agricole familiale en Afrique? In: Gafsi M, Dugué P, Jamin J-Y, Brossier J (eds) *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l’Ouest et du Centre*. Editions Quae, pp 73–112
- Bulenziibuto Tamubula I, Sseguya H, Miyo R, Okry F (2020) Participation or legitimisation? Assessment of quality of participation in farmer learning video production in central Uganda. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 26:253–268. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1690011>

- Capillon A (1993) Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Institut national agronomique
- Carlberg E, Kostandini G, Dankyi A (2014) The Effects of Integrated Pest Management Techniques Farmer Field Schools on Groundnut Productivity: Evidence from Ghana. *Quarterly Journal of International Agriculture* 53:73–88
- Carr ER (2008) Men's Crops and Women's Crops: The Importance of Gender to the Understanding of Agricultural and Development Outcomes in Ghana's Central Region. *World Development* 36:900–915. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.05.009>
- Catalogna M (2018) Expérimentations de pratiques agroécologiques réalisées par des agriculteurs: proposition d'un cadre d'analyse à partir du cas des grandes cultures et du maraîchage diversifié dans le département de la Drôme. Doctorat en sciences agricoles, Université d'Avignon
- Catalogna M, Dubois M, Navarrete M (2018) Diversity of experimentation by farmers engaged in agroecology. *Agron Sustain Dev* 38:50. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0526-2>
- Cerf M, Sébillotte M (1997) Approche cognitive des décisions de production dans l'exploitation agricole [Confrontation aux théories de la décision]: Confrontation aux théories de la décision. *Économie rurale* 239:11–18. <https://doi.org/10.3406/ecor.1997.4862>
- Chantre E (2011) Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures: Cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre dans les années 1985-2010. Doctorat en sciences agricoles, AgroParisTech
- Chantre E, 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* 38:573–602. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.876483>
- Chantre E, Cerf M, Le Bail M (2015) Transitional pathways towards input reduction on French field crop farms. *International Journal of Agricultural Sustainability* 13:69–86. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.945316>
- Charatsari C, Lioutas ED (2019) Is current agronomy ready to promote sustainable agriculture? Identifying key skills and competencies needed. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 26:232–241. <https://doi.org/10.1080/13504509.2018.1536683>
- Charatsari C, Lioutas ED, Koutsouris A (2020) Farmer field schools and the co-creation of knowledge and innovation: the mediating role of social capital. *Agric Hum Values*. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10115-8>
- Cialdella N, Dobremez L, Madelrieux S (2009) Livestock Farming Systems in Urban Mountain Regions: Differentiated Paths to Remain in Time. *Outlook on Agriculture* 38:127–135. <https://doi.org/10.5367/000000009788632412>
- CILSS (2016) Les paysages d'Afrique de l'Ouest: une fenêtre sur un monde en pleine évolution. US Geological Survey EROS, Garretson, US
- Cirad (2017) Editeurs douteux. In: Questions en IST. <https://intranet-questions-ist.cirad.fr/toutes-les-questions/editeurs-douteux>. Accessed 21 May 2019
- Clausen AS, Jørs E, Atuhaire A, Thomsen JF (2017) Effect of Integrated Pest Management Training on Ugandan Small-Scale Farmers. *Environmental Health Insights* 11:117863021770339. <https://doi.org/10.1177/1178630217703391>
- Compagnone C, Lamine C, Dupré L (2018) La production et la circulation des connaissances en agriculture interrogées par l'agro-écologie: De l'ancien et du nouveau. *Revue d'anthropologie des connaissances* 12,2:111. <https://doi.org/10.3917/rac.039.0111>
- Coquil X, Cerf M, Auricoste C, et al (2018) Questioning the work of farmers, advisors, teachers and researchers in agro-ecological transition. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38:. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0524-4>
- Cristofari H, Girard N, Magda D (2018) How agroecological farmers develop their own practices: a framework to describe their learning processes. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42:777–795. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1448032>
- Cuéllar-Padilla M, Calle-Collado Á (2011) Can we find solutions with people? Participatory action research with small organic producers in Andalusia. *Journal of Rural Studies* 27:372–383. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.08.004>
- Dabat M-H, Lahmar R, Guissou R (2012) La culture du niébé au Burkina Faso : une voie d'adaptation de la petite agriculture à son environnement? Growing cowpea in Burkina Faso: a pathway for

- small-scale farming contextual adaptation? Autrepart 95–114. <https://doi.org/10.3917/autr.062.0095>
- Dabire D, Andrieu N, Djamen P, et al (2017) Operationalizing an innovation platform approach for community based participatory research on conservation agriculture in Burkina Faso. *Experimental Agriculture* 53:460–479. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000636>
- Darnhofer I (2021) Resilience or how do we enable agricultural systems to ride the waves of unexpected change? *Agricultural Systems* 187:102997. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102997>
- Darnhofer I, Bellon S, Dedieu B, Milestad R (2010) Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30:545–555. <https://doi.org/10.1051/agro/2009053>
- Darré J-P (2006) La recherche co-active de solutions entre agents de développement et agriculteurs. Editions GRETS
- Daum T, Birner R (2020) Agricultural mechanization in Africa: Myths, realities and an emerging research agenda. *Global Food Security* 26:100393. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100393>
- David S, Asamoah C (2011) The Impact of Farmer Field Schools on Human and Social Capital: A Case Study from Ghana. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 17:239–252. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2011.559076>
- Davis K (2006) Farmer Field Schools: A Boon or Bust for Extension in Africa? *Journal of International Agricultural and Extension Education* 13:.. <https://doi.org/10.5191/jiae.2006.13109>
- Davis K, Nkonya E, Kato E, et al (2012) Impact of Farmer Field Schools on Agricultural Productivity and Poverty in East Africa. *World Development* 40:402–413. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.019>
- Dawson N, Martin A, Sikor T (2016) Green Revolution in Sub-Saharan Africa: Implications of Imposed Innovation for the Wellbeing of Rural Smallholders. *World Development* 78:204–218. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.008>
- de Bon H, Brun-Diallo L, Sène J-M, et al (2019) Rendements et pratiques des cultures maraîchères en agriculture biologique au Sénégal. *Cahiers Agricultures* 28:2. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019001>
- De Schutter O (2012) Agroecology, a Tool for the Realization of the Right to Food. In: Lichtfouse E (ed) *Agroecology and strategies for climate change*. Springer, pp 1–16
- de Tourdonnet S, Brives H (2018) Innovation agroécologique: comment mobiliser les processus écologiques dans les agrosystèmes? In: Faure G, Chiffolleau Y, Goulet F, et al. (eds) *Innovation and development in agricultural and food systems*. éditions Quae
- Dedieu B, Faverdin P, Dourmad JY, Gibon A (2008) Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Prod Anim* 21:45–58. <https://doi.org/10.20870/productions-animaux.2008.21.1.3374>
- Deffontaines L, Mottes C, Della Rossa P, et al (2020) How farmers learn to change their weed management practices: Simple changes lead to system redesign in the French West Indies. *Agricultural Systems* 179:102769. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102769>
- Delarue J (2007) Mise au point d'une méthode d'évaluation systémique d'impact des projets de développement agricole sur le revenu des producteurs. Etude de cas en région Kpele (République de Guinée). Doctorat en agriculture comparée, AgroParisTech
- Descheemaeker K, Oosting SJ, Homann-Kee Tui S, et al (2016) Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in sub-Saharan Africa: a call for integrated impact assessments. *Regional Environmental Change* 16:2331–2343. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0957-8>
- Descheemaeker K, Ronner E, Ollensburger M, et al (2019) Which options fit best? Operationalizing the socio-ecological niche concept. *Experimental Agriculture* 55:169–190. <https://doi.org/10.1017/S001447971600048X>
- Desplat A, Rouillon A (2011) Diagnostic agraire dans la région des Savanes au Togo: cantons de Nioukpourma, Naki Ouest et Tami. France
- Dietsch L, Bakker T, Ruault C (2019) Les dispositifs d'appui aux transitions agroécologiques : du transfert de technologies à la dynamisation des processus locaux d'innovation. Capitalisation d'expériences d'AVSF à Madagascar, au Togo et au Honduras

- Djagni KK, Fok M (2019) Dangers potentiels de l'utilisation des insecticides dans la culture cotonnière au Togo de 1990 à 2010. *Cahiers Agricultures* 28:23. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019023>
- Djamen P, Havard M, Wey J (2010) Renouvellement de l'offre de conseil au Nord Cameroun : Le rôle déterminant du conseiller. Société Française d'Economie Rurale, Dijon, p 12
- Dogliotti S, García MC, Peluffo S, et al (2014) Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems* 126:76–86. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.02.009>
- Doocy S, Cohen S, Emerson J, et al (2017) Food Security and Nutrition Outcomes of Farmer Field Schools in Eastern Democratic Republic of the Congo. *Global Health: Science and Practice* 5:630–643. <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-17-00203>
- Doré T, Bellon S (eds) (2019) Les mondes de l'agroécologie. Editions Quae
- Doré T, Clermont-Dauphin C, Crozat Y, et al (2008) Methodological progress in on-farm regional agronomic diagnosis. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:151–161. <https://doi.org/10.1051/agro:2007031>
- Doré T, Le Bail M, Martin P, et al (2006) L'agronomie aujourd'hui. Editions Quae, Versailles
- Doré T, Makowski D, Malézieux E, et al (2011) Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34:197–210. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.02.006>
- Douthwaite B, Hoffecker E (2017) Towards a complexity-aware theory of change for participatory research programs working within agricultural innovation systems. *Agricultural Systems* 155:88–102. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.04.002>
- Douthwaite B, Kuby T, van de Fliert E, Schulz S (2003) Impact pathway evaluation: an approach for achieving and attributing impact in complex systems. *Agricultural Systems* 78:243–265. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00128-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00128-8)
- Douthwaite B, Schulz S, Olanrewaju AS, Ellis-Jones J (2007) Impact pathway evaluation of an integrated *Striga hermonthica* control project in Northern Nigeria. *Agricultural Systems* 92:201–222. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.03.007>
- Douxchamps S, Van Wijk MT, Silvestri S, et al (2016) Linking agricultural adaptation strategies, food security and vulnerability: evidence from West Africa. *Regional Environmental Change* 16:1305–1317. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0838-6>
- Dugué P (1989) Possibilités et limites pour l'intensification des systèmes de culture vivriers en zone soudano-sahélienne du Yatenga (Burkina Faso). Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA)
- Dugué P, Olina Bassala J-P (2015) Technological innovation and land management: the effects of Direct seeding Mulch-based Cropping systems. *Cahiers Agricultures* 24:93–101. <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0738>
- Dugué P, Vall E, Lecomte P, et al (2004) Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre: Un nouveau cadre d'analyse pour améliorer les modes d'intervention et favoriser les processus d'innovation. *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 11:268–276. <https://doi.org/10.1051/ocl.2004.0268>
- Dupré M, Michels T, Le Gal P-Y (2018) Agroecological transitions within diversified horticultural farms: a manifold process. La transition agroécologique à l'épreuve des acteurs: de l'analyse des trajectoires de pratiques des agriculteurs à l'aide à la réflexion pour les décideurs politiques Cas de la production fruitière à la Réunion
- Duru M, Therond O, Fares M (2015a) Designing agroecological transitions; A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35:1237–1257. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0318-x>
- Duru M, Therond O, Martin G, et al (2015b) How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 35:1259–1281. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0306-1>
- Dury S, Alpha A, Bichard A (2015) The Negative Side of the Agricultural–Nutrition Impact Pathways: A Literature Review. *World Food Policy* 2:1. <https://doi.org/10.18278/wfp.2.1.5>
- Dury S, Alpha A, Zakhia-Rozis N, Giordano T (2021) Les systèmes alimentaires aux défis de la crise de la Covid-19 en Afrique: enseignements et incertitudes. *Cah Agric* 30:12. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020052>

- Dury S, Bendjebbar P, Hainzelin E, et al (eds) (2019) Food systems at risk. New trends and challenges. FAO; CIRAD, Rome, Italie
- Duveskog D (2013) Farmer Field Schools as a transformative learning space in the rural African setting. Doctorat, Department of Urban and Rural Development, Swedish University of Agricultural Sciences
- Duveskog D, Friis-Hansen E, Taylor EW (2011) Farmer Field Schools in Rural Kenya: A Transformative Learning Experience. *Journal of Development Studies* 47:1529–1544. <https://doi.org/10.1080/00220388.2011.561328>
- Ekboir J (2003) Why impact analysis should not be used for research evaluation and what the alternatives are. *Agricultural Systems* 78:166–184. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00125-2](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00125-2)
- Erbaugh JM, Donnermeyer J, Amujal M, Kidoido M (2010) Assessing the Impact of Farmer Field School Participation on IPM Adoption in Uganda. *Journal of International Agricultural and Extension Education* 17:5–17. <https://doi.org/10.5191/jiae.2010.17301>
- Falconnier GN (2016) Trajectories of agricultural change in southern Mali. Doctorat, Wageningen University
- Falconnier GN, Descheemaeker K, Van Mourik TA, et al (2015) Understanding farm trajectories and development pathways: Two decades of change in southern Mali. *Agricultural Systems* 139:210–222. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2015.07.005>
- Falconnier GN, Descheemaeker K, Van Mourik TA, et al (2017) Co-learning cycles to support the design of innovative farm systems in southern Mali. *European Journal of Agronomy* 89:61–74. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.06.008>
- FAO (2014a) Gestion intégrée de la production et des prédateurs du coton. Guide du facilitateur pour les champs-écoles des producteurs. FAO, Rome, Italie
- FAO (2014b) Conduire des champs-écoles des producteurs. Guide du facilitateur. FAO, Rome, Italie
- FAO (2016) FARMER FIELD SCHOOL GUIDANCE DOCUMENT Planning for quality programmes. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2013) Pastoralist Field Schools Training of Facilitators Manual. ECHO, EC and SDC funded interventions in the Horn of Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Farmer Field Schools Promotion Services, Nairobi.
- FAO (2015) Introducing the farm business school. A training package. FAO
- Faure G, Blundo-Canto G, Devaux-Spatarakis A, et al (2020) A participatory method to assess the contribution of agricultural research to societal changes in developing countries. *Research Evaluation* 29:158–170. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvz036>
- Faure G, Chiffolleau Y, Goulet F, et al (eds) (2018) Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires. Éditions Quæ, Versailles
- Faure G, Davis KE, Ragasa C, et al (2016) Framework to assess performance and impact of pluralistic agricultural extension systems: The best-fit framework revisited. *Intl Food Policy Res Inst (IFPRI)*
- Faure G, Desjeux Y, Gasselin P (2010) Synthèse bibliographique des recherches sur le conseil en agriculture à travers le monde. Société Française d'Economie Rurale, Dijon
- Faure G, Desjeux Y, Gasselin P (2012) New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 18:461–492. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>
- Faure G, Djagni K, Cousinié P (1993) Nouvelles pratiques paysannes, baisse des rendements et productivité du travail en zone cotonnière au Togo. *Cahiers de la Recherche-Développement* 70–82
- Faure G, Dugué P, Beauval V (2007) Conseil aux exploitations familiales. In: Gafsi M, Dugué P, Jamin J-Y, Brossier J (eds) *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions Quæ, pp 369–402
- Feder G, Murgai R, Quizon JB (2004) Sending Farmers Back to School: The Impact of Farmer Field Schools in Indonesia. *Review of Agricultural Economics* 26:45–62. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2003.00161.x>

- Fernández González C, Ollivier G, Bellon S (2020) Transdisciplinarity in agroecology: practices and perspectives in Europe. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 1–28. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1842285>
- Fok M (2010) Facteurs d'efficacité des arrangements institutionnels en politique cotonnière africaine. *Cah Agric* 19:68–74
- Fok M (2006) Ajustements nationaux de mécanismes prix face aux fluctuations du prix mondial: les leçons du coton en Afrique zone Franc. CERI
- Fok M (2016) Impacts du coton-Bt sur les bilans financiers des sociétés cotonnières et des paysans au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* 25:35001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016020>
- Francis C, Lieblein G, Gliessman S, et al (2003) Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 22:99–118. [https://doi.org/10.1300/J064v22n03\\_10](https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10)
- Franke AC, van den Brand GJ, Vanlauwe B, Giller KE (2018) Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 261:172–185. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.029>
- Friis-Hansen E (2008) Impact assessment of farmer institutional development and agricultural change: Soroti district, Uganda. *Development in Practice* 18:506–523. <https://doi.org/10.1080/09614520802181236>
- Friis-Hansen E, Duveskog D (2012) The Empowerment Route to Well-being: An Analysis of Farmer Field Schools in East Africa. *World Development* 40:414–427. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.005>
- Friis-Hansen E, Duveskog D, Taylor EW (2012) Less noise in the household: the impact of Farmer Field Schools on Gender Relations. *Journal of Research in Peace, Gender and Development* 2:44–55
- Gaba S, Lescourret F, Boudsocg S, et al (2015) Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. *Agronomy for Sustainable Development* 35:607–623. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0272-z>
- Gafsi M (2006) Exploitation agricole et agriculture durable. *Cahiers Agricultures* 15:491–497. <https://doi.org/10.1684/agr.2006.0035>
- Gafsi M, Brossier J (1997) Farm management and protection of natural resources: Analysis of adaptation process and dependence relationships. *Agricultural Systems* 55:71–97. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(96\)00079-0](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(96)00079-0)
- Gafsi M, Dugué P, Jamin J-Y, Brossier J (2007a) Introduction. In: Gafsi M, Dugué P, Jamin J-Y, Brossier J (eds) *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions Quae
- Gafsi M, Dugué P, Jamin J-Y, Brossier J (2007b) *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions Quae
- Gallagher K, Braun AR, Duveskog D (2006) Demystifying farmer field school concepts
- Gasselin P, Choisir J-P, Petit S, Purseigle F (eds) (2014) *L'agriculture en famille: travailler, réinventer, transmettre*. EDP sciences, Les Ulis
- Gastellu JM (1980) Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique? AMIRA
- Geels FW (2002) Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31:1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels FW, Schot J (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36:399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Giller KE, Tittonell P, Rufino MC, et al (2011) Communicating complexity: Integrated assessment of trade-offs concerning soil fertility management within African farming systems to support innovation and development. *Agricultural Systems* 104:191–203. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.07.002>
- Giller KE, Witter E, Corbeels M, Tittonell P (2009) Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research* 114:23–34. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.017>
- Girard N (2015) Knowledge at the boundary between science and society: a review of the use of farmers' knowledge in agricultural development. *Journal of Knowledge Management* 19:949–967. <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2015-0049>

- Girard N, Magda D (2020) The interplays between singularity and genericity of agroecological knowledge in a network of livestock farmers. *Journal of Rural Studies* 73:214–224. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.003>
- Girard P, Troy B, Dugué P (eds) (2010) Etude d'évaluation environnementale et du développement des systèmes de production durables dans le cadre des projets de soutien à la production vivrière (Bénin, Togo, Ghana). FARM, Paris
- Gliessman S (2018) Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42:599–600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- Glover D, Sumberg J, Andersson JA (2016) The Adoption Problem; or Why We Still Understand so Little about Technological Change in African Agriculture. *Outlook on Agriculture* 45:3–6. <https://doi.org/10.5367/oa.2016.0235>
- Glover D, Sumberg J, Ton G, et al (2019) Rethinking technological change in smallholder agriculture. *Outlook on Agriculture* 48:169–180. <https://doi.org/10.1177/0030727019864978>
- Gockowski J, Asamoah C, David S, et al (2010) An Evaluation of Farmer Field School Induced Changes in Ghanaian Cocoa Production. *Journal of International Agricultural and Extension Education* 17:43–56. <https://doi.org/10.5191/jiae.2010.17304>
- Goulet F, Pervanchon F, Conteau C, Cerf M (2008) Les agriculteurs innovent par eux-mêmes pour leurs systèmes de culture: In: Reau R, Doré T (eds) *Systèmes de culture innovants et durables*. Educagri éditions, pp 53–69
- Gouttenoire L (2010) Modéliser, partager, réinterroger. Une expérience participative pour accompagner les reconceptions de systèmes d'élevage. Doctorat en géographie des systèmes d'élevage, AgroParisTech
- Guo M, Jia X, Huang J, et al (2015) Farmer field school and farmer knowledge acquisition in rice production: Experimental evaluation in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 209:100–107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.02.011>
- Hall A (2005) Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: an innovation systems view of what it is and how to develop it. *Journal of International Development* 17:611–630. <https://doi.org/10.1002/jid.1227>
- Hall A, Rasheed Sulaiman V, Clark N, Yoganand B (2003) From measuring impact to learning institutional lessons: an innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research. *Agricultural Systems* 78:213–241. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00127-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00127-6)
- Hauchart V (2005) Culture du coton et dégradation des sols dans le Mouhoun (Burkina Faso). Doctorat en géographie, Université de Reims-Champagne-Ardenne
- Hema T, Yara A (2015) Evaluation interne des effets de la formation en gestion intégrée de la production et des prédateurs du cotonnier à travers les champs-écoles des producteurs au Burkina Faso. Rapport final. FAO
- Hill SB, MacRae RJ (1996) Conceptual Framework for the Transition from Conventional to Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 7:81–87. [https://doi.org/10.1300/J064v07n01\\_07](https://doi.org/10.1300/J064v07n01_07)
- Holt-Giménez E, Altieri MA (2012) Agroecology, Food Sovereignty and the New Green Revolution. *Journal of Sustainable Agriculture* 120904081412003. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.716388>
- Horton D, Mackay R (2003) Using evaluation to enhance institutional learning and change: recent experiences with agricultural research and development. *Agricultural Systems* 78:127–142. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00123-9](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00123-9)
- Hounkonnou D, Kossou D, Kuyper TW, et al (2012) An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agricultural Systems* 108:74–83. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.007>
- IAASTD (2009) Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report of the International Assessment of Agricultural Knowledge, Science, and Technology for Development (IAASTD). Island Press, Washington, DC
- Ingram J (2010) Technical and Social Dimensions of Farmer Learning: An Analysis of the Emergence of Reduced Tillage Systems in England. *Journal of Sustainable Agriculture* 34:183–201. <https://doi.org/10.1080/10440040903482589>

- Ingram J (2015) Framing niche-regime linkage as adaptation: An analysis of learning and innovation networks for sustainable agriculture across Europe. *Journal of Rural Studies* 40:59–75. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.06.003>
- Ingram J (2018) Agricultural transition: Niche and regime knowledge systems' boundary dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 26:117–135. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.05.001>
- IPCC (2015) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland
- Jagoret P, Michel-Dounias I, Malézieux E (2011) Long-term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroon. *Agroforestry Systems* 81:267–278. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9368-x>
- Jagoret P, Ngnogue HT, Malézieux E, Michel I (2018) Trajectories of cocoa agroforests and their drivers over time: Lessons from the Cameroonian experience. *European Journal of Agronomy* 101:183–192. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.09.007>
- Jahel C (2016) Analyse des dynamiques des agroécosystèmes par modélisation spatialisée et utilisation d'images satellitaires, Cas d'étude de l'ouest du Burkina Faso. Doctorat, AgroParisTech
- Jepson PC, Guzy M, Blaustein K, et al (2014) Measuring pesticide ecological and health risks in West African agriculture to establish an enabling environment for sustainable intensification. *Phil Trans R Soc B* 369:20130491. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0491>
- Jones AD, Cruz Agudo Y, Galway L, et al (2012) Heavy agricultural workloads and low crop diversity are strong barriers to improving child feeding practices in the Bolivian Andes. *Social Science & Medicine* 75:1673–1684. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.06.025>
- Jones AD, Shrinivas A, Bezner-Kerr R (2014) Farm production diversity is associated with greater household dietary diversity in Malawi: Findings from nationally representative data. *Food Policy* 46:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.02.001>
- Jørs E, Konradsen F, Huici O, et al (2016) Impact of Training Bolivian Farmers on Integrated Pest Management and Diffusion of Knowledge to Neighboring Farmers. *Journal of Agromedicine* 21:200–208. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2016.1143428>
- Jørs E, Lander F, Huici O, et al (2014) Do Bolivian small holder farmers improve and retain knowledge to reduce occupational pesticide poisonings after training on Integrated Pest Management? *Environmental Health* 13:. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-75>
- Jouve P (2007) Périodes et ruptures dans l'évolution des savoirs agronomiques et de leur enseignement. In: Robin P, Aeschlimann J-P, Feller C (eds) *Histoire et agronomie*. IRD Éditions, pp 109–120
- Kabir H, Uphoff N (2007) Results of disseminating the system of rice intensification with Farmer Field School methods in northern Myanmar. *Experimental Agriculture* 43:. <https://doi.org/10.1017/S0014479707005340>
- Kendall L, Dearden A (2017) ICTs for agroecology: shifting agricultural ICT4D from “I” to “C”. In: Choudrie J, Islam MS, Wahid F, et al. (eds) *Information and communication technologies for development : 14th IFIP WG 9.4*. Springer, Yogyakarta, Indonesia, pp 451–462
- Khandker S, B. Koolwal G, Samad H (2009) *Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices*. The World Bank
- Khumairoh U, Lantinga EA, Suprayogo D, et al (2019) Modifying the farmer field school method to support on-farm adaptation of complex rice systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 25:227–243. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1604391>
- Kilelu CW, Klerkx L, Leeuwis C (2014) How Dynamics of Learning are Linked to Innovation Support Services: Insights from a Smallholder Commercialization Project in Kenya. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 20:213–232. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2013.823876>
- Kintché K, Guibert H, Sogbedji JM, et al (2015) Long-term mineral fertiliser use and maize residue incorporation do not compensate for carbon and nutrient losses from a Ferralsol under continuous maize–cotton cropping. *Field Crops Research* 184:192–200. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.019>

- Kiptot E, Hebinck P, Franzel S, Richards P (2007) Adopters, testers or pseudo-adopters? Dynamics of the use of improved tree fallows by farmers in western Kenya. *Agricultural Systems* 94:509–519. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.01.002>
- Klerkx L, Aarts N, Leeuwis C (2010) Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems* 103:390–400. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Klerkx L, van Mierlo B, Leeuwis C (2012) Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: Darnhofer I, Gibbon D, Dedieu B (eds) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 457–483
- Kolb DA, Boyatzis RE, Mainemelis C (2000) Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions. In: Sternberg RJ, Zhang L (eds) *Perspectives on cognitive, learning, and thinking styles*. NJ: Lawrence Erlbaum
- Komatsu H, Malapit HJL, Theis S (2018) Does women's time in domestic work and agriculture affect women's and children's dietary diversity? Evidence from Bangladesh, Nepal, Cambodia, Ghana, and Mozambique. *Food Policy* 79:256–270. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.07.002>
- Koutsouris A (2017) The Role of Extension in Agricultural Technology Transfer: A Critical Review. In: From Agriscience to Agribusiness: Theories, Policies and Practices in Technology Transfer and Commercialization. Springer, pp 337–359
- Lacombe C, Couix N, Hazard L (2018) Designing agroecological farming systems with farmers: A review. *Agricultural Systems* 165:208–220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.014>
- Lamine C (2011) Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies* 27:209–219. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.02.001>
- Lamine C, Bellon S (2009) Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29:97–112. <https://doi.org/10.1051/agro:2008007>
- Lamine C, Dawson J (2018) The agroecology of food systems: Reconnecting agriculture, food, and the environment. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42:629–636. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432517>
- Lamsaïf S (2014) Etude des articulations entre mode de tenure foncière et pratiques agricoles dans le Nord-Ouest de la région des Savanes au Togo. France
- Landais E (1996) Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Économie rurale* 236:3–15. <https://doi.org/10.3406/ecoru.1996.4819>
- Landais, Lhoste (1990) L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. *Cah Sci Hum* 26:217–235
- Larsen AF, Lilleør HB (2014) Beyond the Field: The Impact of Farmer Field Schools on Food Security and Poverty Alleviation. *World Development* 64:843–859. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.07.003>
- Latino LR, Pica-Ciamarra U, Wisser D (2020) Africa: The livestock revolution urbanizes. *Global Food Security* 26:100399. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100399>
- Le Bellec F, Cattan P, Bonin M, Rajaud A (2011) Building a typology of cropping practices from comparison with a technical reference: first step for a relevant cropping system redesigning process – results for tropical citrus production. *Fruits* 66:143–159. <https://doi.org/10.1051/fruits/2011026>
- Le Gal P-Y, Bernard J, Moulin C-H (2013) Supporting strategic thinking of smallholder dairy farmers using a whole farm simulation tool. *Trop Anim Health Prod* 45:1119–1129. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0335-6>
- Le Gal P-Y, Dugué P, Faure G, Novak S (2011) How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems* 104:714–728. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.07.007>
- Leeuwis C, Aarts N (2011) Rethinking Communication in Innovation Processes: Creating Space for Change in Complex Systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 17:21–36. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2011.536344>

- Leeuwis C, Aarts N (2021) Rethinking Adoption and Diffusion as a Collective Social Process: Towards an Interactional Perspective. In: Campos H (ed) *The Innovation Revolution in Agriculture: A Roadmap to Value Creation*. Springer International Publishing, Cham
- Leeuwis C, Ban AW van den (2003) Communication for rural innovation: rethinking agricultural extension, 3rd ed. Blackwell Science ; Iowa State Press, for CTA, Oxford : Ames, Iowa
- Lourme-Ruiz A, Dury S, Martin-Prével Y (2021) Linkages between dietary diversity and indicators of agricultural biodiversity in Burkina Faso. *Food Sec*. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01137-5>
- Lourme-Ruiz A, Dury S, Martin-Prével Y (2016) Consomme-t-on ce que l'on sème ? Relations entre diversité de la production, revenu agricole et diversité alimentaire au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* 25:65001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016038>
- Lund T, Sæthre M-G, Nyborg I, et al (2010) Farmer field school-IPM impacts on urban and peri-urban vegetable producers in Cotonou, Benin. *International Journal of Tropical Insect Science* 30:19. <https://doi.org/10.1017/S1742758410000020>
- Luther GC, Mariyono J, Purnagunawan RM, et al (2018) Impacts of farmer field schools on productivity of vegetable farming in Indonesia. *Natural Resources Forum* 42:71–82. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12144>
- MAAH (2020) Tableau de bord statistique de l'agriculture 2018. Ministère de l'agriculture et des aménagements hydro-agricoles, Ouagadougou, Burkina Faso
- Mackay R, Horton D (2003) Expanding the use of impact assessment and evaluation in agricultural research and development. *Agricultural Systems* 78:143–165. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00124-0](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00124-0)
- Mahood Q, Van Eerd D, Irvin E (2014) Searching for grey literature for systematic reviews: challenges and benefits. *Research Synthesis Methods* 5:221–234. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1106>
- Malanski PD, Schiavi S, Dedieu B (2019) Characteristics of “work in agriculture” scientific communities. A bibliometric review. *Agronomy for Sustainable Development* 39:. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0582-2>
- Malézieux E (2012) Designing cropping systems from nature. *Agronomy for Sustainable Development* 32:15–29. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0027-z>
- Mancini F (2006) Impact of integrated pest management farmer field schools on health, farming systems, the environment, and livelihoods of cotton growers in Southern India. Doctoral thesis, Biological Farming Systems Group, Wageningen University
- Mancini F, Jiggins J (2008) Appraisal of methods to evaluate farmer field schools. *Development in Practice* 18:539–550. <https://doi.org/10.1080/09614520802181277>
- Mancini F, Jiggins JLS, O’Malley M (2009) Reducing the Incidence of Acute Pesticide Poisoning by Educating Farmers on Integrated Pest Management in South India. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 15:143–151. <https://doi.org/10.1179/oeh.2009.15.2.143>
- Mancini F, Termorshuizen AJ, Jiggins JLS, van Bruggen AHC (2008) Increasing the environmental and social sustainability of cotton farming through farmer education in Andhra Pradesh, India. *Agricultural Systems* 96:16–25. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.05.001>
- Mancini F, Van Bruggen AHC, Jiggins JLS (2007) Evaluating cotton Integrated Pest Management (IPM) Farmer Field School outcomes using the sustainable livelihoods approach in India. *Experimental Agriculture* 43:97. <https://doi.org/10.1017/S001447970600425X>
- Marinus W, Ronner E, Kanampiu F, et al (2018) The devil is in the detail! Sustainability assessment of African smallholder farming. In: Bell S, Morse S (eds) *Routledge handbook of sustainability indicators*. Routledge, p 25
- Mariyono J, Luther GC, Bhattacharai M, et al (2013) Farmer Field Schools on Chili Peppers in Aceh, Indonesia: Activities and Impacts. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 37:1063–1077. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.819827>
- Mason RE, White A, Bucini G, et al (2020) The evolving landscape of agroecological research. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 1–41. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1845275>

- Mawois M, Vidal A, Revoyron E, et al (2019) Transition to legume-based farming systems requires stable outlets, learning, and peer-networking. *Agronomy for Sustainable Development* 39:. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0559-1>
- Mekonnen DA, Gerber N, Matz JA (2018) Gendered Social Networks, Agricultural Innovations, and Farm Productivity in Ethiopia. *World Development* 105:321–335. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.04.020>
- Meynard J-M (2017) L’agroécologie, un nouveau rapport aux savoirs et à l’innovation. *OCL* 24:D303. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017021>
- Meynard J-M, Dedieu B, Bos AP (Bram) (2012) Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In: *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer, Dordrecht, pp 405–429
- Meynard J-M, Jeuffroy M-H, Le Bail M, et al (2017) Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems* 157:330–339. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.002>
- Mezirow J (1997) Transformative learning: Theory to practice. New directions for adult and continuing education 1997:5–12
- Milleville M (1987) Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Cah Rech-Dév* 16:3–7
- Moulin C-H, Ingrand S, Madelrieux S, et al (2008) Comprendre et analyser les changements d’organisation et de conduite de l’élevage dans un ensemble d’exploitations : propositions méthodologiques. In: Dedieu B, Chia E, Moulin CH, Tichit M (eds) *L’élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d’herbivores*. Editions Quae, Paris, France, pp 181–196
- Moumouni I, De Romémont A, Amosou-Biaou F, Faure G (2015) Standardisation du conseil agricole et diversité des modalités d’action des conseillers au Bénin. *Economie rurale*
- Muilerman S, Wigboldus S, Leeuwis C (2018) Scaling and institutionalization within agricultural innovation systems: the case of cocoa farmer field schools in Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability* 16:167–186. <https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1440469>
- Nacro S, Ouedraogo S, Traore K, et al (2010) Effets comparés des pratiques paysannes et des bonnes pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4:1044–1055
- Navarrete M, Brives H, Catalogna M, et al (2018) Farmers’ involvement in collective experimental designs in a French region, Rhône-Alpes. How do they contribute to farmers’ learning and facilitate the agroecological transition? In: theme 1: Learning and knowledge systems, education, extension and advisory services. Chania, Greece, p 12
- Nederlof ES, Dangbégnon C (2007) Lessons for farmer-oriented research: Experiences from a West African soil fertility management project. *Agric Hum Values* 24:369. <https://doi.org/10.1007/s10460-007-9066-0>
- Nederlof S, Odonkor E (2006) Lessons from an Experiential Learning Process: The Case of Cowpea Farmer Field Schools in Ghana. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 12:249–271. <https://doi.org/10.1080/13892240601062447>
- Olanya M, Nelson R, Hakiza J, et al (2010) Comparative assessment of pest management practices in potato production at Farmer Field Schools. *Food Security* 2:327–341. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0080-5>
- Olina Bassala JP, Dugué P, Granié AM, Vunyingah M (2015) Pratiques agricoles et perceptions paysannes de l’usage des herbicides dans les champs familiaux au Nord Cameroun. *International Journal of Advanced Studies and Research in Africa* 6:94–107
- Ollivier G (2015) Les communautés scientifiques de la transition agroécologique. INRA département SAD
- Ollivier G, Magda D, Mazé A, et al (2018) Agroecological transitions: What can sustainability transition frameworks teach us? An ontological and empirical analysis. *E&S* 23:art5. <https://doi.org/10.5751/ES-09952-230205>
- Ouédraogo RA, Kambiré FC, Kestemont M-P, Bielders CL (2019) Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cahiers Agricultures* 28:20. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>

- Palis FG (2006) The role of culture in farmer learning and technology adoption: A case study of farmer field schools among rice farmers in central Luzon, Philippines. *Agriculture and Human Values* 23:491–500. <https://doi.org/10.1007/s10460-006-9012-6>
- Palis FG, Morin S, Hossain M (2005) Social capital and geography of learning: Roles in accelerating the spread of integrated pest management. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 11:27–37. <https://doi.org/10.1080/13892240585300051>
- Patel R (2013) The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies* 40:1–63. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.719224>
- Périnelle A (2021) Co-conception de Systèmes de Culture Innovants avec deux communautés villageoises du Burkina Faso : Articulation entre traque aux innovations, Prototypage participatif et Expérimentations paysannes. Doctorat en sciences agronomiques, AgroParisTech
- Périnelle A, Meynard J-M, Scopel E (2021) Combining on-farm innovation tracking and participatory prototyping trials to develop legume-based cropping systems in West Africa. *Agricultural Systems* 187:102978. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102978>
- Phillips D, Waddington H, White H (2014) Better targeting of farmers as a channel for poverty reduction: a systematic review of Farmer Field Schools targeting. *Development Studies Research* 1:113–136. <https://doi.org/10.1080/21665095.2014.924841>
- Pichot JP, Sedogo M, Deguine J-P (2006) De nouveaux défis pour la recherche cotonnière dans un contexte difficile. *Cahiers Agricultures* 15:8
- Pissonnier S, Dufils A, Le Gal P-Y (2019) A methodology for redesigning agroecological radical production systems at the farm level. *Agricultural Systems* 173:161–171. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.018>
- Pissonnier S, Lavigne C, Le Gal P-Y (2017) A simulation tool to support the design of crop management strategies in fruit tree farms. Application to the reduction of pesticide use. *Computers and Electronics in Agriculture* 142:260–272. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.002>
- Pontius J, Dilts R, Bartlett A (2002) From farmer field school to community IPM: Ten years of IPM training in Asia. FAO Community IPM Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific
- Pretty J, Toulmin C, Williams S (2011) Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9:5–24. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0583>
- Pretty JN (1995) Regenerating agriculture: policies and practice for sustainability and self-reliance. Joseph Henry Press, Washington, D.C
- Prost L, Reau R, Paravano L, et al (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>
- Ragasa C, Berhane G, Tadesse F, Taffesse AS (2013) Gender Differences in Access to Extension Services and Agricultural Productivity. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 19:437–468. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2013.817343>
- Rao V, Ananthpur K, Malik K (2017) The Anatomy of Failure: An Ethnography of a Randomized Trial to Deepen Democracy in Rural India. *World Development* 99:481–497. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.037>
- Reed MS (2008) Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation* 141:2417–2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>
- Rejesus RM, Jones MS (2020) Perspective: enhancing economic evaluations and impacts of integrated pest management farmer field schools (IPM-FFS) in low-income countries. *Pest Management Science*. <https://doi.org/10.1002/ps.5912>
- Rejesus RM, Mutuc MEM, Yasar M, et al (2012) Sending Vietnamese Rice Farmers Back to School: Further Evidence on the Impacts of Farmer Field Schools. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie* 60:407–426. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2011.01242.x>
- Renaudin C (2010) Les riches heures et l'avenir incertain de la culture cotonnière en Afrique de l'Ouest et du Centre. *EchoGéo* 14:18. <https://doi.org/DOI : 10.4000/echogeo.11955>
- Ricker-Gilbert J, Norton GW, Alwang J, et al (2008) Cost-Effectiveness of Alternative Integrated Pest Management Extension Methods: An Example from Bangladesh. *Review of Agricultural Economics* 30:252–269. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2008.00403.x>

- Ripoche A, Crétenet M, Corbeels M, et al (2015) Cotton as an entry point for soil fertility maintenance and food crop productivity in savannah agroecosystems—Evidence from a long-term experiment in southern Mali. *Field Crops Research* 177:37–48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.013>
- Robineau O (2013) Vivre de l'agriculture dans la ville africaine: une géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Géographie et aménagement de l'espace*, Université Paul Valéry
- Rogers E (1962) Diffusion of innovations. New-York : Free Press
- Rogers PJ (2009) Matching impact evaluation design to the nature of the intervention and the purpose of the evaluation. *Journal of Development Effectiveness* 1:217–226. <https://doi.org/10.1080/19439340903114636>
- Röling N (2009) Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7:83–94. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0043>
- Röling N (1990) The agricultural research-technology transfer interface: a knowledge systems perspective. In: Kaimowitz D (ed) *Making the link: agricultural research and technology transfer in developing countries*. Westview Press, Boulder, Colorado, pp 1–42
- Röling NG, Hounkonnou D, Offei SK, et al (2004) Linking science and farmers' innovative capacity: diagnostic studies from Ghana and Benin. *NIAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 52:211–235
- Ronner E (2018) From targeting to tailoring : baskets of options for legume cultivation among African smallholders. Doctorat, Wageningen University
- Ronner E, Descheemaeker K, Almekinders C, et al (2019) Co-design of improved climbing bean production practices for smallholder farmers in the highlands of Uganda. *Agricultural Systems* 175:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.003>
- Ronner E, Descheemaeker K, Almekinders CJM, et al (2018) Farmers' use and adaptation of improved climbing bean production practices in the highlands of Uganda. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 261:186–200. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.004>
- Ryschawy J, Choisir N, Choisir JP, Gibon A (2013) Paths to last in mixed crop–livestock farming: lessons from an assessment of farm trajectories of change. *animal* 7:673–681. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002091>
- Ryschawy J, Joannon A, Choisir JP, et al (2014) Participative assessment of innovative technical scenarios for enhancing sustainability of French mixed crop-livestock farms. *Agricultural Systems* 129:1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.004>
- Salembier C (2019) Stimuler la conception distribuée de systèmes agroécologiques par l'étude de pratiques innovantes d'agriculteurs
- Salembier C, Elverdin JH, Meynard J-M (2016) Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agronomy for Sustainable Development* 36:. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0343-9>
- Salembier C, Segrestin B, Berthet E, et al (2018) Genealogy of design reasoning in agronomy: Lessons for supporting the design of agricultural systems. *Agricultural Systems* 164:277–290. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.005>
- Salembier C, Ségristin B, Sinoir N, et al (2020) Design of equipment for agroecology: Coupled innovation processes led by farmer-designers. *Agricultural Systems* 182:. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102856>
- Sanglestsawai S, Rejesus RM, Yorobe JM (2015) Economic impacts of integrated pest management (IPM) farmer field schools (FFS): evidence from onion farmers in the Philippines: S. Sanglestsawai et al. *Agricultural Economics* 46:149–162. <https://doi.org/10.1111/agec.12147>
- Schindler J, Graef F, König HJ (2015) Methods to assess farming sustainability in developing countries. A review. *Agron Sustain Dev* 35:1043–1057. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0305-2>
- Schut M, Rodenburg J, Klerkx L, et al (2014) Systems approaches to innovation in crop protection. A systematic literature review. *Crop Protection* 56:98–108. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.11.017>
- Sébillot M (1977) Agronomie et agriculture. Document pour l'enseignement 1ière année, Institut National Agronomique

- Sébillotte M, Soler L-G (1990) Les processus de décision des agriculteurs. In: Modélisation systémique et système agraire: décision et organisation. INRA Editions, Paris, pp 93–118
- Sellamna NE (2010) Le recherche-action des origines à nos jours. In: Faure G, Gasselin P, Triomphe B, et al. (eds) Innover avec les acteurs du monde rural: la recherche-action en partenariat. Editions Quae
- Sempore AW, Andrieu N, Le Gal PY, et al (2016) Supporting better crop-livestock integration on small-scale West African farms: a simulation-based approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 40:3–23. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1089966>
- Serpantié G (2003) Persistance de la culture temporaire dans les savanes cotonnières d'Afrique de l'Ouest: étude de cas au Burkina Faso. Institut national agronomique
- Settle W, Soumare M, Sarr M, et al (2014) Reducing pesticide risks to farming communities: cotton farmer field schools in Mali. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369:20120277–20120277. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0277>
- Sharma R, Peshin R, Shankar U, et al (2015) Impact evaluation indicators of an Integrated Pest Management program in vegetable crops in the subtropical region of Jammu and Kashmir, India. *Crop Protection* 67:191–199. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.014>
- Sherwood SG, Schut M, Leeuwis C (2012) Learning in the Social Wild: Encounters between Farmer Field Schools and Agricultural Science and Development in Ecuador. In: Adaptive Collaborative Approaches in Natural Resources Governance: Rethinking Participation, Learning and Innovation. Routledge, London, pp 102–137
- Side CS, Havard M (2016) Développer durablement la mécanisation pour améliorer la productivité de l'agriculture familiale en Afrique subsaharienne.
- Son D, Somda I, Legreve A, Schifflers B (2017) Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures* 26:25005. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017010>
- Soumaré M, Havard M, Bachelier B (2020) Le coton en Afrique de l'Ouest et du Centre : de la révolution agricole à la transition agro-écologique. *Cah Agric* 29:8
- Sourisseau J-M, Bosc P-M, Fréguin-Gresh S, et al (2012) Les modèles familiaux de production agricole en question. Comprendre leur diversité et leur fonctionnement. *Autrepart* 62:159. <https://doi.org/10.3917/autr.062.0159>
- Sourisseau J-M, Soullier G, Corniaux C, et al (2020) Vers une transhumance apaisée à la frontière entre le Togo et le Burkina Faso? Perspectives d'une approche territoriale et anticipatrice. CIRAD-FAO, Montpellier, France
- Stassart PM, Baret P, Grégoire J-C, et al (2012) L'agroécologie : trajectoire et potentiel Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. In: Van Dam D, Nizet J, Streith M, Stassart (eds) Agroécologie entre pratiques et sciences sociales. Educagri Editions, p 21
- Sterk B, Christian AK, Gogan AC, et al (2013) Five Years After; the Impact of a Participatory Technology Development Programme as Perceived by Sma. 20
- Stern E, Stame N, Mayne J, et al (2012) Broadening the range of designs and methods for impact evaluations. Working Paper 38. Institute for Development Studies
- Sulaiman R, Davis K (2012) The “New Extensionist”: Roles, strategies, and capacities to strengthen extension and advisory services. In: Global Forum for Rural Advisory Services. Lindau, Switzerland
- Sumberg J (2005) Constraints to the Adoption of Agricultural Innovations: Is it Time for a Re-Think? *Outlook on Agriculture* 34:7–10. <https://doi.org/10.5367/0000000053295141>
- Sumberg J, Okali C, Reece D (2003) Agricultural research in the face of diversity, local knowledge and the participation imperative: theoretical considerations. *Agricultural Systems* 76:739–753. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00153-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00153-1)
- Sutherland L-A, Burton RJF, Ingram J, et al (2012) Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management* 104:142–151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>
- Temple L, Barret D, Blundo Canto G, et al (2018a) Assessing impacts of agricultural research for development: A systemic model focusing on outcomes. *Research Evaluation* 27:157–170. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvy005>

- Temple L, Chiffolleau Y, Touzard J-M (2018b) A history of innovation and its uses in agriculture. In: Faure G, Chiffolleau Y, Goulet F, et al. (eds) Innovation and development in agricultural and food systems. Editions Quae
- Thompson J, Scoones I (2009) Addressing the dynamics of agri-food systems: an emerging agenda for social science research. *Environmental Science & Policy* 12:386–397. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.03.001>
- Tichit M, Bellon S, Deconchat M, et al (2010) L'agroécologie en action. INRA département SAD, Cap Esterel
- Tittonell P (2014) Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 8:53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- Tittonell P (2020) Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems* 184:102862. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862>
- Tittonell P, Bruzzone O, Solano-Hernández A, et al (2020) Functional farm household typologies through archetypal responses to disturbances. *Agricultural Systems* 178:102714. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102714>
- Todo Y, Takahashi R (2013) Impact of Farmer Field Schools on Agricultural Income and Skills: Evidence from an Aid-Funded Project in Rural Ethiopia. *J Int Dev* 25:362–381. <https://doi.org/10.1002/jid.1819>
- Toffolini Q (2016) Produire des connaissances actionnables pour la re-conception pas-à-pas de systèmes de culture vers l'agroécologie. AgroParisTech
- Toffolini Q, Cardona A, Casagrande M, et al (2019) Agroecology as farmers' situated ways of acting: a conceptual framework. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 43:514–545. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1514677>
- Toffolini Q, Jeuffroy M-H, Meynard J-M, et al (2020) Design as a source of renewal in the production of scientific knowledge in crop science. *Agricultural Systems* 185:102939. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102939>
- Toffolini Q, Jeuffroy M-H, Mischler P, et al (2017) Farmers' use of fundamental knowledge to re-design their cropping systems: situated contextualisation processes. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 80:37–47. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.11.004>
- Toillier A, Faure G, Chia E (2018) Designing and organizing support for collective innovation in agriculture. In: Faure G, Chiffolleau Y, Goulet F, et al. (eds) Innovation and development in agricultural and food systems. éditions Quae
- Ton P, Doucoure HS, Hinnou CL, et al (2010) Programme sous-régional de Formation Participative en Gestion intégrée de la Production et des Déprédateurs des cultures à travers les Champs-Ecoles des Producteurs (GIPD/CEP)—pour Bénin, Burkina Faso, Mali et Sénégal (GCP/RAF/009/NET)
- Triomphe B, Floquet A, Letty B, et al (2016) Mieux évaluer et accompagner l'innovation agricole en Afrique. Leçons d'une analyse transversale de 13 cas d'études. *Cah Agric* 25:64003. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016050>
- Tripp R, Wijeratne M, Piyadasa VH (2005) What should we expect from farmer field schools? A Sri Lanka case study. *World Development* 33:1705–1720. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.04.012>
- Tropical Agriculture Platform (2016) Common Framework on Capacity Development for Agricultural Innovation Systems: Synthesis document. CAB International, Wallingford, UK.
- Vall E, Blanchard M, Diallo MA, et al (2009) Savoirs techniques locaux, sources d'innovations? Production de savoirs actionnables dans une démarche de recherche action en partenariat. 15
- Vall É, Diallo MA (2009) Savoirs techniques locaux et pratiques : la conduite des troupeaux aux pâturages (Ouest du Burkina Faso). *Natures Sciences Sociétés* 17:122–135. <https://doi.org/10.1051/nss/2009024>
- Vall É, Dugué P, Blanchard M (2006) Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton. *Cahiers Agricultures* 15:8
- Vall E, Koutou M, Blanchard M, et al (2011) Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy. Burkina Faso 14

- Vall E, Marre-Cast L, Kamgang HJ (2017) Chemins d'intensification et durabilité des exploitations de polyculture-élevage en Afrique subsaharienne : contribution de l'association agriculture-élevage. *Cahiers Agricultures* 26:25006. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017011>
- Van den Berg H, Jiggins J (2007) Investing in Farmers—The Impacts of Farmer Field Schools in Relation to Integrated Pest Management. *World Development* 35:663–686. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.05.004>
- van den Berg H, Ketelaar JW, Dicke M, Fredrix M (2020a) Is the farmer field school still relevant? Case studies from Malawi and Indonesia. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 92:100329. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2020.100329>
- van den Berg H, Phillips S, Dicke M, Fredrix M (2020b) Impacts of farmer field schools in the human, social, natural and financial domain: a qualitative review. *Food Security*. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01046-7>
- van den Berg H, Phillips S, Poisot A-S, et al (2020c) Leading issues in implementation of farmer field schools: a global survey. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 1–13. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1858891>
- Van den Berg H, Phillips S, Poisot A-S, et al (2018) Global Review of the Farmer Field Schools. Working paper.
- van Ewijk E, Ros-Tonen MAF (2021) The fruits of knowledge co-creation in agriculture and food-related multi-stakeholder platforms in sub-Saharan Africa – A systematic literature review. *Agricultural Systems* 186:102949. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102949>
- van Ittersum MK, Cassman KG, Grassini P, et al (2013) Yield gap analysis with local to global relevance—A review. *Field Crops Research* 143:4–17. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.09.009>
- Vanlauwe B, AbdelGadir AH, Adewopo J, et al (2017) Looking back and moving forward: 50 years of soil and soil fertility management research in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability* 15:613–631. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1393038>
- Vanloqueren G, Baret PV (2009) How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy* 38:971–983. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.02.008>
- Vereijken P (1997) A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *European Journal of Agronomy* 7:235–250
- Vognan G, Fok M (2019) Performance différenciée du coton Bt en début de diffusion : cas du Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* 28:26. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019026>
- Waddington H, Snistveit B, Hombrados J, et al (2014) Farmer Field Schools for Improving Farming Practices and Farmer Outcomes: A Systematic Review. *Campbell Systematic Reviews* 10:. <https://doi.org/10.4073/CSR.2014.6>
- Waddington H, White H (2014) Farmer Field Schools: from agricultural extension to adult extension, 3ie systematic review Summary 1. International Initiative for Impact Evaluation, London
- Walther OJ, Tenikue M, Trémolières M (2019) Economic performance, gender and social networks in West African food systems. *World Development* 124:104650. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104650>
- Warner K (2007) Agroecology in action: extending alternative agriculture through social networks. MIT, Cambridge, Mass
- Warner KD (2008) Agroecology as Participatory Science: Emerging Alternatives to Technology Transfer Extension Practice. *Science, Technology, & Human Values* 33:754–777. <https://doi.org/10.1177/0162243907309851>
- Warner KD (2006) Extending agroecology: Grower participation in partnerships is key to social learning. *Renewable Agriculture and Food Systems* 21:84–94. <https://doi.org/10.1079/RAF2005131>
- Weiss C (1995) Nothing as practical as good theory: exploring theory-based evaluation for comprehensive community initiatives for children and families. In: Connell J (ed) *New approaches to evaluating community initiatives: concepts, methods, and contexts*. Aspen Institute, Washington, DC, pp 65–92
- Wezel A, Bellon S, Doré T, et al (2009) Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29:. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>

- Wezel A, Casagrande M, Celette F, et al (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34:1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>
- White H (2009) Theory-based impact evaluation: principles and practice. *Journal of Development Effectiveness* 1:271–284. <https://doi.org/10.1080/19439340903114628>
- Witteveen L, Lie R, Goris M, Ingram V (2017) Design and development of a digital farmer field school. Experiences with a digital learning environment for cocoa production and certification in Sierra Leone. *Telemat Inform* 34:1673–1684. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.07.013>
- Yang P, Liu W, Shan X, et al (2008) Effects of training on acquisition of pest management knowledge and skills by small vegetable farmers. *Crop Protection* 27:1504–1510. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.07.013>
- Yorobe JM, Rejesus RM, Hammig MD (2011) Insecticide use impacts of Integrated Pest Management (IPM) Farmer Field Schools: Evidence from onion farmers in the Philippines. *Agricultural Systems* 104:580–587. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.05.001>
- Zahm F, Alonso Ugaglia A, Barbier J-M, et al (2019) Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. *Cahiers Agricultures* 28:5. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019004>
- Zahm F, Ugaglia AA, Barbier J-M, Boureau H (2018) Evaluating sustainability of farms: introducing a new conceptual framework based on three dimensions and five key properties relating to the sustainability of agriculture. The IDEA method version 4. In: Farming systems: facing uncertainties and enhancing opportunities". Chania, Greece, p 21
- Zahm F, Viaux P, Vilan L, et al (2008) Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method – from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. *Sustainable Development* 16:271–281. <https://doi.org/10.1002/sd.380>

## Annexes

- 1. Evolution des systèmes agraires et enjeux dans les deux zones d'étude**
  - a. Evolution des systèmes agraires
  - b. Synthèse des enjeux et positionnement des agronomes
- 2. Présentation des pays d'étude**
  - a. Togo
  - b. Burkina Faso
- 3. Contexte pédo-climatique**
  - a. Climat
  - b. Paysage et toposéquence
- 4. Toposéquence et organisation de l'espace**
- 5. Calendrier cultural en saison pluvieuse**
- 6. Curriculum des parcelles maïs et coton dans les CE au Burkina Faso**

## **Annexe 1: Evolution des systèmes agraires et enjeux des deux zones d'étude**

### **1. Evolution des systèmes agraires dans les deux zones d'étude**

Au Nord Togo, le peuple Moba, en provenance de l'Est du Burkina Faso, a peuplé l'ensemble de la région actuelle des Savanes à partir du XV<sup>e</sup> siècle et jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (Agounke (1993) cité par Desplat and Rouillon (2011)). Ces agriculteur·rice·s-chasseur·se·s se sont alors installés dans une savane arborée dense sur les hauteurs du paysage. Similairement, à l'Ouest du Burkina Faso, les peuples autochtones (notamment les Bobo et les Bwaba) se sont installés sur les zones en hauteur, pour ainsi voir leurs ennemis de loin et vivre à l'abri des dangers des glacis forestiers tels que les animaux sauvages (Serpantié 2003; Jahel 2016).

L'histoire agraire des deux zones enquêtées suit une trajectoire relativement similaire, les deux pays ayant été principalement colonisés par la France (à partir de 1919 au Burkina, et le Togo, après un traité de protectorat avec les Allemands à partir de 1884, est également occupé par les français à partir de 1919 pour la majeure partie du territoire). Lorsque les colons arrivent, le paysage est principalement composé de forêts, avec quelques villages sur les hauteurs et plateaux (Jahel 2016). De grandes familles (50 à 100) personnes cultivent collectivement et manuellement des parcelles réparties entre champs de case, champs de brousse et parcelles de bas-fonds pour le riz pluvial. Les champs de brousse sont cultivés en abattis-brûlis avec des associations de céréales (maïs-sorgho-mil) et des légumineuses (niébé et arachide) avec de longues jachères (20 à 30 ans). Le cotonnier est déjà présent mais de manière marginale, chaque concession familiale ayant quelques rangs de cette culture, la fibre de coton étant ensuite filée et tissée en vêtements pour des usages domestiques et le marché local (Schwartz (1997) cité par Jahel (2016)).

Après plusieurs tentatives infructueuses pour développer la culture du cotonnier, cette dernière est prise en main par la Compagnie française pour le développement des fibres textiles (CFDT) dans les années 50 devenue ensuite DAGRIS puis GEOCOTON. L'entreprise met en place un programme de vulgarisation agricole, organisé par secteurs géographiques, et propose un prix attractif annoncé avant la saison et maintenu suffisamment stable d'une année sur l'autre (Fok 2006). A cette période, la nucléarisation progressive des grandes familles donne également la possibilité aux jeunes des villages de cultiver une parcelle individuelle (Desplat and Rouillon 2011; Jahel (2016) citant Savonnet (1986)). Après les indépendances en 1960, la CFDT cède la place à la Société des Fibres Textiles (Sofitex) au Burkina, et à la Sotoco (Société Togolaise de coton) au Togo. Des organismes régionaux de développement sont chargés par les gouvernements d'organiser l'encadrement agricole. On assiste ensuite à un boom démographique et cotonnier dans les années 70-80. Les sociétés cotonnières se donnent pour objectif d'augmenter les rendements du cotonnier sans impacter les cultures vivrières, et introduisent pour cela des paquets technologiques auprès des paysan·ne·s (variétés améliorées, semis en ligne, sarclo-bineurs tractés) concernant d'abord la culture du coton mais aussi celle du maïs. Elles font également la promotion des engrains de synthèse qui, couplés aux déjections bovines, permettent de prolonger les années de culture d'une parcelle et diminuer, voire supprimer les jachères. Ces apports en engrains sont également attractifs pour les paysan·ne·s dans une rotation coton-céréales permettant de valoriser les résidus de l'engrais apporté sur le coton au profit des céréales (maïs, sorgho) et d'augmenter les rendements céréaliers de 30 à 40% (Falconnier 2016; Jahel 2016). Enfin, des variétés à cycle court de maïs et de sorgho et la mécanisation du battage, du décorticage et de la mouture du maïs (travaux majoritairement féminins) permettent de répartir les charges de travail sur la saison, ce qui bénéficie à l'expansion de la culture du cotonnier.

Des systèmes de prêt pour l'achat d'équipements en traction animale se mettent en place : au Burkina, la Caisse Nationale de Crédit Agricole, créée en 1980 et au Togo, le Fonds Européen pour le Développement (FED Savanes) en partenariat avec la SOTOCO à partir de 1974 fournissent une paire

de bœufs et un butteur à crédit, à rembourser par la vente du coton et de l'arachide. Ces prêts bénéficient en premier lieu aux grandes familles qui ont assez de main d'œuvre pour cultiver du coton et dégager des surplus suffisants pour rentabiliser le matériel. La culture attelée, utilisée principalement pour le labour (en billon et parfois à plat) (figure 27), permet d'augmenter les surfaces cultivées par actifs et permet ainsi aux familles y ayant accès préocemment de demander du terrain à leurs voisins et de s'approprier une surface plus grande.



Figure 27: Labour en billons (à gauche) et buttage (à droite) avec la traction bovine.

A l'Ouest du Burkina, l'expansion démographique est également accrue par l'arrivée massive de populations Mossi du plateau central et du Nord, principalement suite aux sécheresses des années 70 et 80. Ces migrant·e·s sont bien accueilli·e·s au départ, mais par la suite l'extension des surfaces cultivées se fait au-delà des limites octroyées par les autochtones. Ainsi, à la fin des années 90 la population de la province du Tuy a triplé en 20 ans (Jahel 2016) et les systèmes sont majoritairement tournés vers la culture du cotonnier, en rotation avec le maïs et le sorgho. Les associations culturelles, rendues difficiles par le semis en ligne et la mécanisation, sont délaissées.

A partir des années 80-90 la culture du coton se généralise : par l'intermédiaire des sociétés cotonnières, le prix de vente est connu à l'avance et les intrants sont fournis dans les villages à crédit et remboursés directement par prélèvement sur le coton livré. Les années où le prix du coton est élevé, les surfaces cultivées augmentent (Desplat and Rouillon 2011). Parallèlement, l'Etat accorde en quantité limitée des engrains de synthèse subventionnée permettant aux agriculteur·rice·s d'avoir accès aux fertilisants chimiques sans cultiver de cotonnier. Payé comptant et distribué dans des magasins d'Etat, la diffusion de cet engrain se fait lentement, mais la baisse des rendements consécutive au non-renouvellement de la fertilité des sols amène les paysans à y avoir recours pour les céréales.

Des années 2000 jusqu'à la période actuelle, la croissance démographique et les migrations ont poursuivi une extension du domaine cultivé aux dépens des forêts (CILSS 2016). Par ailleurs, les espaces de parcours ont diminué, les conflits entre éleveur·se·s et agriculteur·rice·s pour le partage des ressources s'accroissent (Vall et al. 2006). La diminution de la jachère, n'a été compensée que partiellement par les engrains chimiques et organiques, ce qui a conduit à une baisse de la fertilité des sols et provoqué une diminution des rendements. Un nombre croissant d'agriculteur·rice·s ayant pu capitaliser et se constituer un troupeau, deviennent des agro-éleveur·se·s (Vall et al. 2011), ce qui augmente également les pressions sur les ressources et le milieu. Le développement de l'élevage dans les exploitations orientées vers les productions végétales se fait sur la base d'un noyau de vaches allaitantes. Quand son effectif est limité (moins de 10 ou 15), le troupeau bovin reste géré par l'agroéleveur·se permettant ainsi une production de déjections fertilisantes ou de fumier durant toute l'année. Quand il devient difficile de gérer ce troupeau ou lorsque qu'il croît, l'agro éleveur·se peut le confier à un·e éleveur·se Peuhl tout ou partie de l'année et dans ce cas sa production de fumure organique est moindre.

Au Togo, suite au triplement de la population entre 1920 et 1980 (CILSS 2016), les problèmes de disponibilité des terres deviennent importants dans la zone d'étude. Le recours à la jachère tend à disparaître et les espaces moins favorables à l'agriculture (terres inondables, sols peu profonds) sont mis en culture. L'accès à la terre devient un facteur limitant et cela amène une modification des rapports à la terre : les prêts de terre gratuits sont remplacés par des locations annuelles payantes. Les réformes foncières, amenant en théorie une reconnaissance des droits coutumiers de propriété foncière, sont peu mises en pratiques et les conflits fonciers sont nombreux dans la zone. Parallèlement, la taille des foyers diminue avec la remise en cause par les jeunes des processus d'accumulation de capital des ainé·e·s. Ces créations de nouvelles unités de production par les plus jeunes diminue également les surfaces disponibles par actif·ve (Lamsaïf 2014).

La baisse des prix du coton sur les marchés internationaux a entraîné la privatisation et la restructuration de la filière coton à partir des années 2000. Ainsi, la Sofitex a été scindée en trois sociétés cotonnières en 2004 (SOFITEX, société semi publique, SOCOMA propriété de GEOCOTON et FASOCOTON société privée africaine) qui se répartissent les bassins de production du coton du Burkina. Au Togo, la faillite de la Sotoco (en défaut de paiement auprès des producteurs) a entraîné la création de la NSCT (Nouvelle Société Cotonnière du Togo) en 2009, et rachetée en novembre 2020 par un groupe singapourien (Olam). Les fortes fluctuations du prix du coton fibre sur le marché international ont néanmoins engendré des situations d'endettement chez les groupements villageois et des défauts de paiement. Par la suite des Groupement de Producteurs de Coton (GPC) ont été créés par les sociétés cotonnières. Les GPC sont des groupes à responsabilité partagée et rassemblent seulement les paysan·ne·s cultivant une surface minimum de coton, pour éviter qu'un trop fort endettement entre paysan·ne·s ne mène à l'abandon de la culture du coton (Jahel 2016). Les GPC bénéficient souvent d'un appui technique de la part de la société cotonnière pour améliorer la production, mais les agriculteur·rice·s les plus pauvres, étant considérés comme moins solvables par les autres producteur·rice·s, ne sont pas facilement accepté·e·s dans les GPC (Périnelle 2021). Dans tous les cas les crédits des sociétés cotonnières ne sont consentis qu'aux producteur·rice·s de coton, et les agriculteur·rice·s qui ne cultivent pas le coton n'utilisent généralement pas d'engrais minéraux ou très peu (Bainville and Dufumier 2009). Cependant, l'utilisation d'engrais minéraux compense partiellement la perte de fertilité minérale des sols et ne contribue aucunement à l'entretien de leur statut organique pourtant essentielle au maintien de la productivité des sols (vie microbienne, structuration du sol...)

Enfin, outre la baisse de fertilité des sols cultivés, un problème majeur de la filière coton est lié au besoin grandissant en pesticides. En effet, les attaques des ravageurs se sont multipliées et l'apparition de résistances à certaines matières actives a nécessité d'accroître le nombre de traitements par cycle (de 5 à 7) et de recourir à des produits plus nocifs pour les écosystèmes (Djagni and Fok 2019). L'introduction du coton transgénique au Burkina Faso en 2008 a eu assez peu d'effets à long terme et il n'est plus cultivé aujourd'hui. Les variétés OGM ont abouti à une baisse de revenu des sociétés cotonnières du fait entre autres d'une baisse notable de la qualité de la fibre. Les producteur·rice·s n'ont pas obtenu un gain de revenu conséquent mais ont réduit le nombre de traitements insecticides passant de 6-7 traitements en moyenne à 2 par an et dans certains cas 3 par an (Fok 2016). Certains insectes comme les pucerons sont apparus plus présents sur le coton OGM comparé au coton conventionnel, surtout en fin de cycle.

Si l'usage des engrains de synthèse (urée et NPK.S.B) et des insecticides est ancienne dans les deux zones d'étude et fortement lié au développement de la culture du cotonnier, celui des herbicides totaux (à base de paraquat puis de glyphosate) et sélectifs est plus récente et toujours en expansion (Girard et al. 2010). La baisse du prix des herbicides, en premier lieu ceux à base de glyphosate, explique cet engouement surtout en zone cotonnière au Burkina Faso. En effet, les épandage d'herbicides totaux permettent de contrôler l'enherbement avant semis après des labours mal réalisés et contrôlant

imparfaitement les adventices. L'usage d'herbicides sélectifs en pré-levée (cotonnier, maïs) et aussi en post-levée (maïs) est devenu la norme dans notre zone d'étude au Burkina Faso. Ces herbicides sont aussi vendus via la filière coton (comptant ou à crédit). La fréquence d'utilisation des herbicides est moindre au Nord du Togo car la filière coton est moins présente. Les agriculteurs utilisant aujourd'hui des herbicides considèrent que cela améliore facilement et à moindre coût les opérations de désherbage des champs, réduisant notamment l'usage des outils de sarclage mécanique en début de cycle. Le butteage mécanique en traction bovin reste la norme habituelle. Par contre peu d'agriculteurs s'inquiètent ou ont connaissance des impacts négatifs que l'usage répété des herbicides (souvent appliqués avec peu d'équipements de protection) pourrait avoir sur la santé des écosystèmes et leur propre santé (Olina Bassala et al. 2015; AVSF 2020).



Figure 28: Maraîchage de contre-saison: arrosage des cuvettes après repiquage (à gauche) et entretien des cultures du champ-école (à droite).

Face à ces difficultés (baisse de la fertilité, pression parasitaire, rendements et prix d'achat fluctuants et marge brute globalement en baisse), une minorité d'agriculteur·rice·s a choisi d'abandonner totalement cette culture. Au Burkina, l'introduction du sésame dont la filière est de mieux en mieux structurée fait concurrence au coton depuis les années 2012 (Jahel 2016). D'autres cultures pluviales d'exportation telles que l'anacarde (Audouin 2014), le sésame au Burkina Faso ou le soja (notamment la filière soja bio au Togo) connaissent également un engouement des agriculteur·rice·s cherchant à diversifier leurs sources de revenus mais cela concerne beaucoup moins de producteur·rice·s que le cotonnier. La même logique de diversification des revenus a conduit à l'expansion des cultures maraîchères de contre-saison, à proximité des villes au Burkina ou dans les bas-fonds disponibles au nord Togo (Sourisseau et al. 2020) (figure 28). Les pratiques de maraîchage posent également problème, notamment en raison des doses importantes d'engrais minéraux sur de petites surfaces dans un bas-fond, et l'utilisation de pesticides (dose massive, sans protection, pas adaptés) (Son et al. 2017; Ouédraogo et al. 2019; AVSF 2020)

## 2. Synthèse des enjeux et positionnement des agronomes

Le schéma suivant est adapté de Dugué (1989) et résume les processus à l'œuvre et enjeux des zones cultivées dans la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest, que nous avons décrit précédemment pour le nord Togo et l'Ouest Burkina (figure 29):

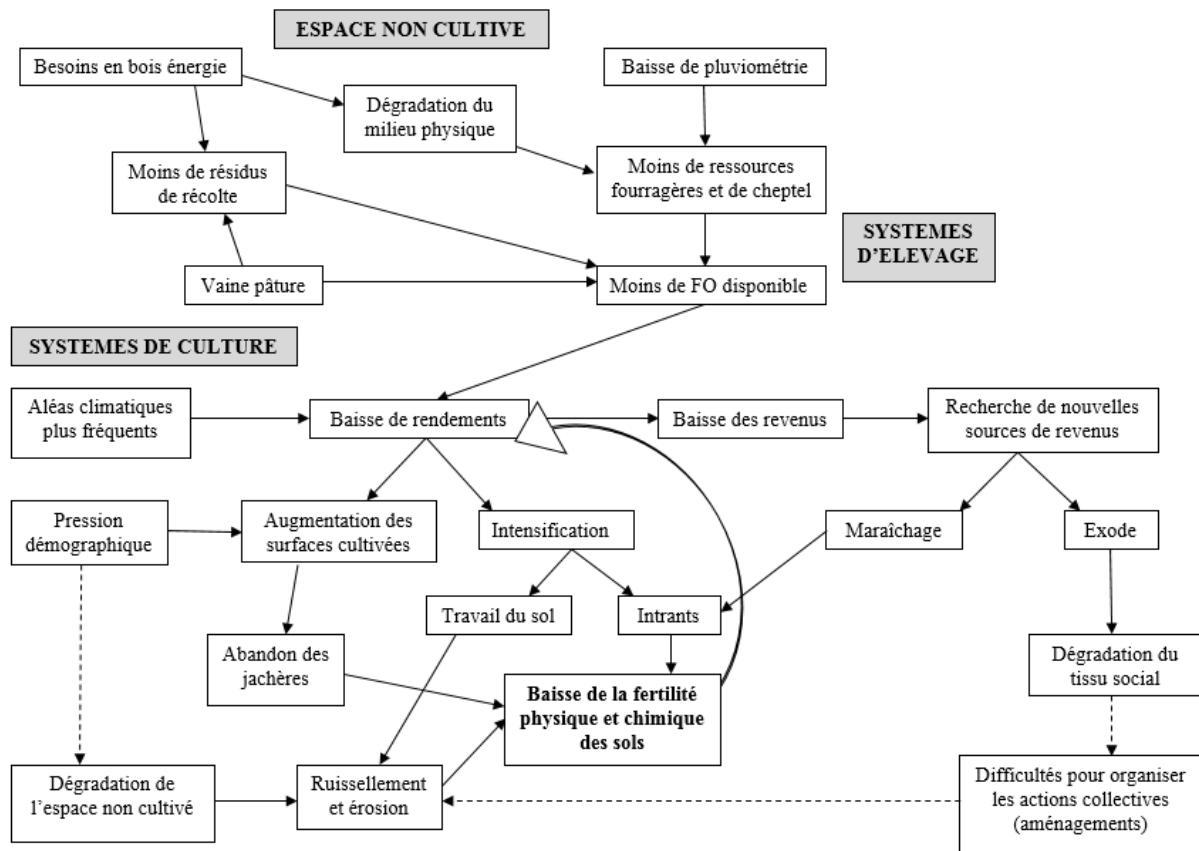


Figure 29: Schéma des processus et enjeux de l'agriculture familiale dans la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest.

L'augmentation de la densité de population et de l'expansion de la culture du cotonnier ont entraîné une évolution des pratiques agricoles et de la gestion du territoire, avec notamment la disparition des jachères, le déboisement progressif, la réduction des restitutions au sol des résidus de cultures (pâturage et surpâturage par les animaux d'élevage, utilisation comme combustible et matériaux de construction...), et la mise en culture de terrains pauvres ou dégradés. La combinaison de ces pratiques a entraîné la diminution de la couverture du sol et la réduction du taux de matière organique des sols, accentuant le phénomène d'érosion auquel ces terres sont sensibles. La dégradation de la fertilité des sols entraîne une diminution des rendements et donc une augmentation des surfaces mises en culture pour faire face aux besoins des ménages. La diminution des surfaces disponibles par actif·ve et la baisse des rendements ont été en partie compensées par une intensification en travail et en intrants, afin d'augmenter le revenu par unité de surface, ainsi que la recherche des sources de revenu externes (emplois non agricoles, migrations saisonnières ou définitives).

Historiquement, l'identification de l'exploitation agricole en Afrique de l'Ouest et du centre (ses contours, sa structure et son/sa gestionnaire) par les agronomes et économistes ruraux répondait à un objectif économique d'augmentation des cultures de vente et d'exportation. Cette vision utilitaire et la méconnaissance du fonctionnement de l'exploitation a souvent abouti à une représentation simplifiée, voire dangereuse pour l'action publique et l'appui au secteur agricole souvent jugés inefficaces (Brossier et al. 2007). Les structures d'appui au développement des pays du Sud et du Sud s'appuyaient sur le modèle européen du « ménage exploitant » où la cellule familiale coïncide avec l'unité de production agricole, avec un centre de décision unique gérant l'ensemble des facteurs et moyens de production (foncier, main d'œuvre familiale et salariale, machines et bâtiments, intrants, crédits, consommations internes). Dans ce modèle européen, il a souvent été considéré qu'un chef d'exploitation, en même temps

père de famille, est le responsable de cette entité, « secondé » par sa femme<sup>8</sup>. De la même manière, en Afrique de l'Ouest, les agronomes et économistes après les indépendances cherchaient à identifier un interlocuteur « responsable de l'exploitation agricole familiale » pour valider et adopter leurs propositions technicoéconomiques (innovations techniques, nouvelles cultures à destination de marchés plus ou moins lointains).

Dans les années 1970-1980, des chercheurs (citons notamment Gastellu et Ancey, entre autres membres de l'association Amira) mettent en évidence l'inadéquation du modèle famille-exploitation tel que pensé en Europe, en reconnaissant un emboîtement des organisations sociales : le ménage et la famille mononucléaire, la grande famille, le lignage, la société villageoise (Brossier et al. 2007). Gastellu (1980) identifie des communautés de résidence (« la cour ») où plusieurs unités de consommation (ménages) peuvent cohabiter. Les centres de décision économique sont pluriels et définis par le statut social des différents membres de la famille (un·e chef·fe de famille, un·e responsable des cultures familiales, les individus en capacité de développer des activités productives individuelles...). Ainsi, l'organisation de la production grâce au repérage des activités correspondantes (qui fait quoi et pourquoi) permet d'identifier les unités de production, individuelles ou collectives.

Cependant, Gafsi et al. (2007) font remarquer que depuis les années 1990 les travaux sur les exploitations agricoles en Afrique de l'Ouest se raréfient, car les principales questions scientifiques concernant l'étude, l'analyse et la classification des exploitations semblent être toutes résolues. Pourtant, les évolutions des exploitations agricoles familiales et de leur contexte ont été nombreuses ces dernières décennies, comme le décrivent ces auteurs :

*Au cœur même des exploitations, dans les familles africaines, d'importants changements sociaux sont perceptibles. Les structures sociales traditionnelles, souvent lignagères, s'affaiblissent, les liens sociaux se distendent au sein des grandes familles, une partie des actifs obtiennent ou affirment une indépendance croissante. Les « dépendants », comme on les appelait autrefois – femmes et jeunes –, prennent de plus en plus d'autonomie et investissent une part de leur temps de travail dans leurs propres activités agricoles mais aussi, de plus en plus, non-agricoles. Les structures sociales traditionnelles (chefferies villageoises, conseils des anciens) sont concurrencées à la fois par les institutions mises en œuvre par les États dans le cadre de la décentralisation (communes rurales, comités de gestion...) et par des formes diverses d'organisations animées par de nouveaux acteurs (organisations de producteurs, foyers de jeunes, associations de femmes...). [...]*

*Dans ce contexte évolutif, une caractéristique demeure cependant : au-delà des aléas politiques et historiques, les exploitations africaines, agricoles ou pastorales, restent essentiellement familiales. Ni les modèles d'inspiration socialiste des années 60-70, ni « l'agrobusiness » ou l'agriculture d'entreprise capitaliste des années 90, ne se sont vraiment imposés, excepté dans le domaine des plantations pérennes où existent de réelles économies d'échelle et une forte intégration à l'industrie (canne à sucre, hévéa par exemple). Les exploitations familiales restent donc incontournables en Afrique. Mais en s'adaptant, elles évoluent : elles sont aujourd'hui centrées sur des familles plus restreintes. De petits exploitants agricoles émergent, particulièrement en zone périurbaine, les femmes et les jeunes ont leurs propres activités souvent très diversifiées, tant en milieu périurbain qu'en milieu rural. Toutefois, des questions restent posées quant à l'avenir de ces exploitations familiales. Les crises de certaines filières vont-elles se traduire par une crise des agricultures familiales ? Les exploitations familiales sont-elles*

---

<sup>8</sup> Ce n'est qu'à partir de 1985 que les femmes peuvent avoir un statut d'associé dans les EARL, et le statut de conjoint collaborateur a été créé en 1999.

*encore une chance pour l'Afrique ? Quelles sont les nouvelles adaptations nécessaires ? Faut-il imaginer et promouvoir un autre modèle d'agriculture ?*

Il y a donc un double enjeu, tout d'abord poursuivre l'étude les pratiques des agriculteurs mais en prenant bien en compte le fonctionnement des exploitations agricoles familiales dans leur contexte spécifique d'intervention, mais aussi renouveler les travaux sur l'exploitation familial en considérant les évolutions sociotechniques relatives aux nouvelles générations (outils numériques, formation des jeunes ruraux, retour au village pour certains...).

## Annexe 2: Présentation des pays d'étude

### 1. Togo

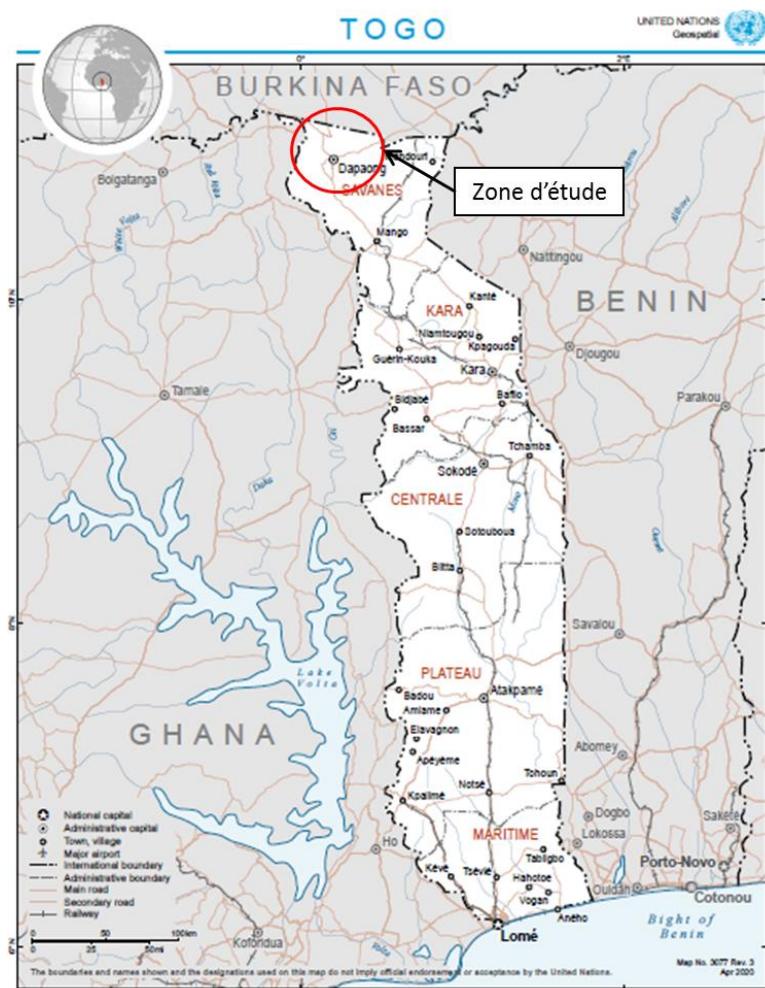


Figure 30 Carte du Togo avec indication de la zone d'étude au nord Togo (source : [digitallibrary.un.org](http://digitallibrary.un.org)).



Le Togo est l'un des plus petits pays d'Afrique de l'Ouest, avec une superficie de 56 785km<sup>2</sup> (figure 30). Cependant on y trouve des paysages diversifiés en raison d'une diversité de régions bioclimatiques du nord au sud. Ainsi, la moitié sud du pays est soumise à un climat tropical guinéen (2 saisons pluvieuses par année), tandis que la moitié nord est vulnérable à la sécheresse et caractérisée par des paysages de savanes et de forêts claires.

En 2019, la population était estimée à 8082366 habitants (FAOSTAT). Le pays compte 37 ethnies différentes dont deux majoritaires (Ewés et Minas). Les deux langues nationales sont le kabye et l'ewé, et la langue officielle est le français. La région maritime ne couvre que 10% du territoire mais regroupe 45% de la population totale. Dans tout le reste du pays, la population non rurale se regroupe autour d'un corridor central créé par la route nationale 1, principale route du pays (transit de marchandises pour le marché national et sous-régional). L'habitat dans les zones rurales est très dispersé, ce qui complique la mise en place d'infrastructures (routes, électricité, infrastructures sanitaires et socio-éducatives). Le pays se classe en 167<sup>ème</sup> position pour l'indice de développement humain en 2020 (hdr.undp.org).

Le président actuel du Togo est Faure Essozimna Gnassingbé, président depuis 2005 et réélu en 2020 pour son 4<sup>ème</sup> mandat. Son père et prédécesseur, Eyadéma Gnassingbé, a été président de 1967 à 2005. A la suite d'une crise politique initiée en 1991, accentuée par la crise économique mondiale et par l'arrêt de l'aide internationale pendant une dizaine d'années, l'économie togolaise est entrée en récession entre

1991 et 2006. Après une phase de relance, l'économie est toujours tirée par le secteur primaire : l'agriculture (notamment les cultures d'exportation, - cacao, café et coton, ainsi que les cultures vivrières) constitue la principale source de revenus pour plus de 80% de la population togolaise et près de 40% du PIB. Les tubercules (igname et manioc) sont cultivés dans les 3/4 sud du pays, et la région du café-cacao se concentre dans une petite zone au sud du pays. Le sorgho et le mil sont principalement cultivés au nord, mais le maïs et les légumes frais sont cultivés partout. L'exploitation minière tient également une place importante dans l'économie du pays, le Togo étant l'un des cinq premiers producteurs mondiaux de phosphates, et également producteur de clinker (constituant de ciments artificiels constitué à 75% de calcaire). Enfin, en troisième position se trouve le secteur tertiaire, dont l'activité de commerce représente près de 60% du PIB dus à ce secteur tertiaire du pays. En effet, le port autonome de Lomé et les recettes douanières représentent les 2/3 du PIB du secteur tertiaire car il est la principale ouverture du Togo au commerce extérieur, De plus des pays comme le Mali, le Burkina-Faso et le Niger font transiter une partie de leurs importations et exportations par ce port et l'axe principal du Togo, la route nationale 1. Ce port en eau profonde a supplanté ceux de Cotonou et d'Accra grâce à son fort développement au cours de la dernière décennie.

D'après l'atlas du CILSS (2016), les principaux enjeux environnementaux sont : le fort taux d'expansion des surfaces agricoles (entre 1975 et 2013 l'agriculture a gagné 14 000 km<sup>2</sup> et le taux annuel moyen d'expansion de cette surface était de 7%, l'un des plus élevés d'Afrique de l'Ouest), la fragmentation et la disparition des paysages naturels (les forêts du Togo, qui représentaient 5,9% du territoire en 1975, ont été réduites de moitié en 2013, y compris dans les zones protégées), la dégradation des terres et l'érosion côtière. Ces changements d'occupation des terres sont liés à une pression sur les ressources naturelles induites par une forte croissance démographique (188% d'augmentation entre 1975 et 2013) et une croissance des villes et villages.

## 2. Burkina Faso



Figure 31: Carte du Burkina Faso avec indication de la zone d'étude à l'ouest du Burkina Faso (source : [digitallibrary.un.org](http://digitallibrary.un.org)).



Le Burkina Faso (Haute-Volta avant 1984) est un pays enclavé d'une superficie de 274 400 km<sup>2</sup> et couvrant des régions climatiques semi-arides sahéliennes et semi-humides soudanaises (figure 31). Ainsi, dans le nord du pays, l'élevage est la principale activité productive en raison de la courte saison des pluies (300-400mm par an), tandis que l'agriculture domine le plateau central, notamment avec la production de coton. De nombreux barrages et digues sont présents le long des fleuves et des affluents, afin de réduire la vulnérabilité à la sécheresse et aux pénuries d'eau.

En 2019, la population était estimée à 20321 378 habitants (FAOSTAT). Le pays est composé d'une grande diversité d'ethnies, les Mossis constituent le groupe majoritaire. Le mooré, le dioula et le peul sont des langues nationales, la langue officielle est le français. Les principales villes sont Ouagadougou, la capitale, Bobo-Dioulasso, Koudougou et Fada N'Gourma. De même qu'au Togo, l'habitat dispersé dans les zones rurales complique la mise en place d'infrastructures (routes, électricité, infrastructures sanitaires). Le pays est classé 182<sup>ème</sup> position pour l'IDH (hdr.undp.org).

Le président actuel du Burkina est Roch Marc Christian Kaboré, élu en 2015. Son prédécesseur, Blaise Compaoré a été président de 1987 jusqu'en 2014, où les protestations contre son projet de modification de la loi limitant le nombre de mandats présidentiels l'ont poussées à quitter le pouvoir.

L'économie repose principalement sur l'agriculture, qui représente 32% du PIB et occupe 80% de la population active. Pour ce secteur la principale source de revenu monétaire est la culture du coton. Sur les 6 millions de terres arables que compte le pays, les céréales traditionnelles (mil, sorgho, fonio et maïs) occupent 3,7 millions d'hectares, et le riz qui peine à se développer, 98 000 ha. De 2009 à 2018, les superficies agricoles cultivées ont augmenté de 32% (MAAH 2020) ; ce qui pose des problèmes de déforestation, de destruction des habitats naturels et de dégradation des sols. La diversification de la production agricole est limitée par les verrouillages sociotechniques privilégiant les cultures céréalières et du cotonnier, ainsi les légumineuses et les oléagineux occupent moins de 15% de l'assoulement pluvial alors que le pays importe des huiles végétales et que l'alimentation d'un majorité de burkinabè est pauvre en protéines (CILSS 2016). Malgré une relative absence de ressources naturelles du pays, il faut signaler son attrait pour les investisseurs étrangers et la hausse dans l'exploration et la production d'or, devenu en valeur la première production d'exportation devant le coton. Par ailleurs, le parc national W du Burkina Faso a été classé réserve de biosphère par l'UNESCO en 2002 pour former la réserve de biosphère transfrontalière W, qui fait partie du complexe W-Arly-Pendjari, mondialement reconnu en tant qu'important centre de biodiversité. Depuis 2015 l'économie du Burkina Faso et la vie des citoyens sont fortement perturbés par des attaques de terroristes affiliés au mouvement djihadiste dans le Nord et l'Est du pays.

D'après l'atlas du (CILSS 2016), les principaux enjeux environnementaux sont la déforestation liée à l'expansion agricole, la fragmentation des habitats naturels, la dégradation de nombreux réservoirs d'eau, la faible diversification de la production agricole avec la mise en œuvre encore limitée de pratiques de conservation des sols, de l'eau et de la végétation. Entre 1975 et 2013, les deux tiers du pays (à l'exception du nord du pays) ont vu les superficies agricoles croître, au détriment des savanes boisées et arborées et des forêts galeries. Le paysage de savanes s'est fragmenté, et les aires protégées se détachent désormais du paysage agricole dominant.

## Annexe 3: Contexte pédo-climatique

### 1. Climat

La zone étudiée se caractérise par un climat sahéro-soudanien et une pluviométrie entre 1000 et 900mm par an. Les précipitations se concentrent de juin à octobre (saison pluvieuse), avec une longue saison sèche le reste de l'année, et la présence de l'harmattan, un vent froid et sec, de décembre à janvier (figure 32). Le régime des pluies présente 3 grandes caractéristiques (Desplat and Rouillon 2011; Jahel 2016):

- Une grande concentration des pluies sur une courte durée (5 mois).
- Une distribution journalière irrégulière des pluies : des averses courtes et intenses, génèrent un régime des pluies très agressif à l'origine d'une érosion hydrique potentielle importante, en raison des effets splash et du ruissellement qui en découlent (Hauchart 2005). Le lessivage des cations provoque également une acidification des sols.
- Une variabilité annuelle et interannuelle forte. La variabilité de la date de début des pluies et de l'intervalle de temps entre la première pluie et les suivantes sont des contraintes supplémentaires (un semis trop précoce peut faire sécher la plantule si la deuxième pluie tarde trop).

Les températures sont élevées avec de faibles amplitudes annuelles. Les maxima sont atteints en mars-avril (38°C) et les minima (19°C) correspondent aux nuits d'harmattan de novembre à janvier.

Ce climat est attractif pour les activités agricoles, et notamment particulièrement adapté pour les cultures de maïs et de coton. Cependant, l'aléa climatique est un facteur important pour la compréhension des dynamiques de l'agroécosystème et des choix des agriculteurs (Jahel 2016). De plus, les précipitations de plus en plus erratiques compliquent pour les agriculteurs le choix de la date de semis (Vall et al. 2009).

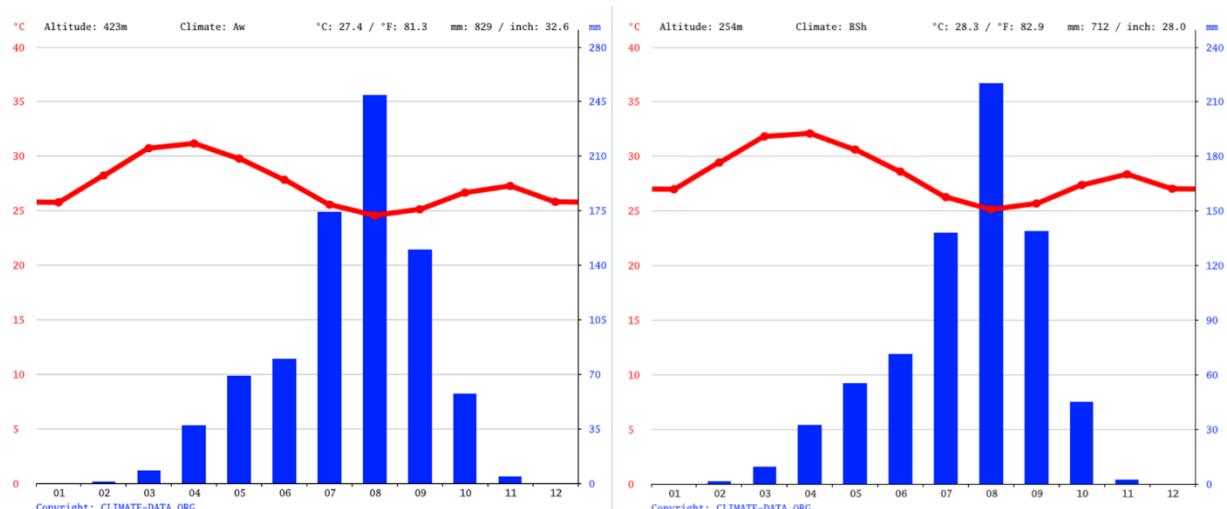


Figure 32: Diagramme climatique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) à gauche, et Korbongou (Togo) à droite  
(source : climate data.org)

### 2. Paysage et toposéquence

Le paysage est composé d'un enchainement de plaines séparées par de petits massifs collinaires cuirassés. Ce sont en majorité des sols ferrugineux tropicaux (dérivés de sols ferrallitiques ayant subi une forte pédogénèse). Lors des remontées par capillarité des nappes phréatiques, les oxydes de fer et d'alumine ont cristallisé au contact de l'air, créant des cuirasses ferrugineuses qui affleurent en haut des buttes ou au sommet des interfluves (ce qui rend les massifs collinaires incultivables) (Dugué 1989;

Bainville and Dufumier 2009; Jahel 2016). L'érosion de ces cuirasses entraîne une accumulation de sédiments en contrebas et la formation d'un glacis d'érosion dont les sols, lourds et compacts, sont plus profonds et fertiles mais difficiles à cultiver manuellement (Jahel 2016). Ces sols ont des textures allant de gravillonnaire à limoneux argileux en fonction de l'emplacement sur la toposéquence.

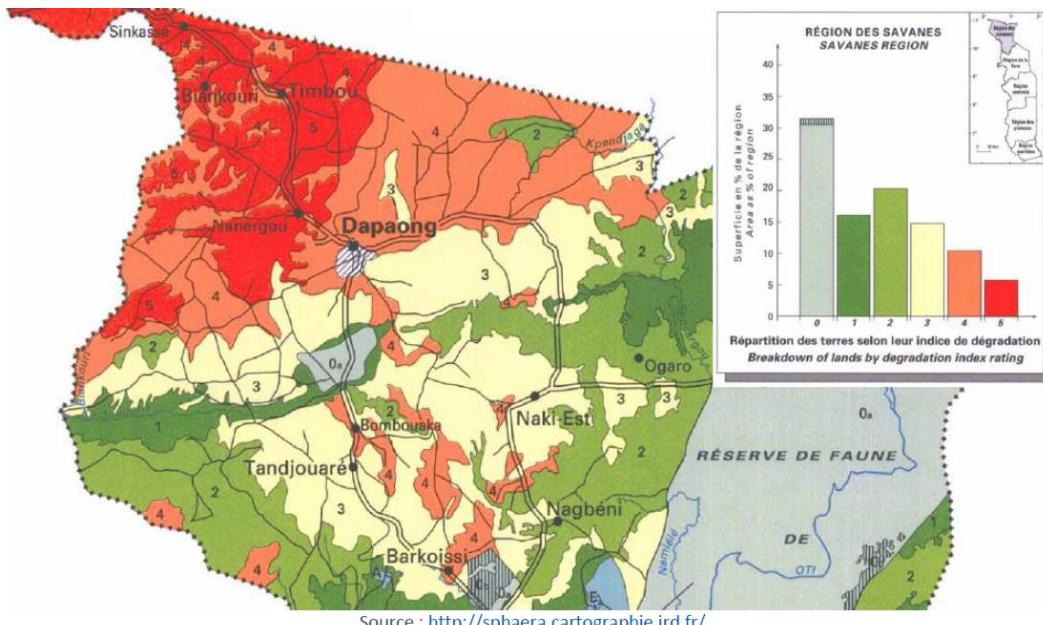


Figure 33: Carte de dégradation des terres résultant de l'activité humaine (1/500 000) (source: [sphaera.cartographie.ird.fr](http://sphaera.cartographie.ird.fr/))

Les sols sont généralement peu profonds et hétérogènes. La réserve en eau utile est faible et les sols sont pauvres en azote, phosphore et potassium, et répondent bien à l'apport d'engrais minéral, notamment pour le coton et le maïs. La faible fertilité des sols au Nord Togo, particulièrement au Nord-Ouest de Dapaong où se situe notre zone d'étude, est soulignée par de nombreux·ses auteur·rice·s (Faure et al. 1993) et mise en évidence sur la figure 33.

Le réseau hydrique y est peu développé, et la majorité des cours d'eau sont à sec en saison sèche, mais l'important volume des rivières en saison pluvieuse peut rendre certains villages difficiles d'accès à cette période. Les bas-fonds présentent des sols hydromorphes, régulièrement inondés en saison des pluies, compacts mais avec une bonne fertilité chimique (Jahel 2016). La végétation alterne entre forêts claires et savanes constituées de graminées sous couverts arborés (épineux, karités, nérés et caïcédrats principalement). Pour la province du Tuy, Jahel (2016) estime que le domaine cultivé représente 48% de la surface, le reste se divisant entre végétation naturelle (48%, zones de cuirasses (2%) et zones urbanisées (1%).

## Annexe 4: Toposéquence et organisation de l'espace

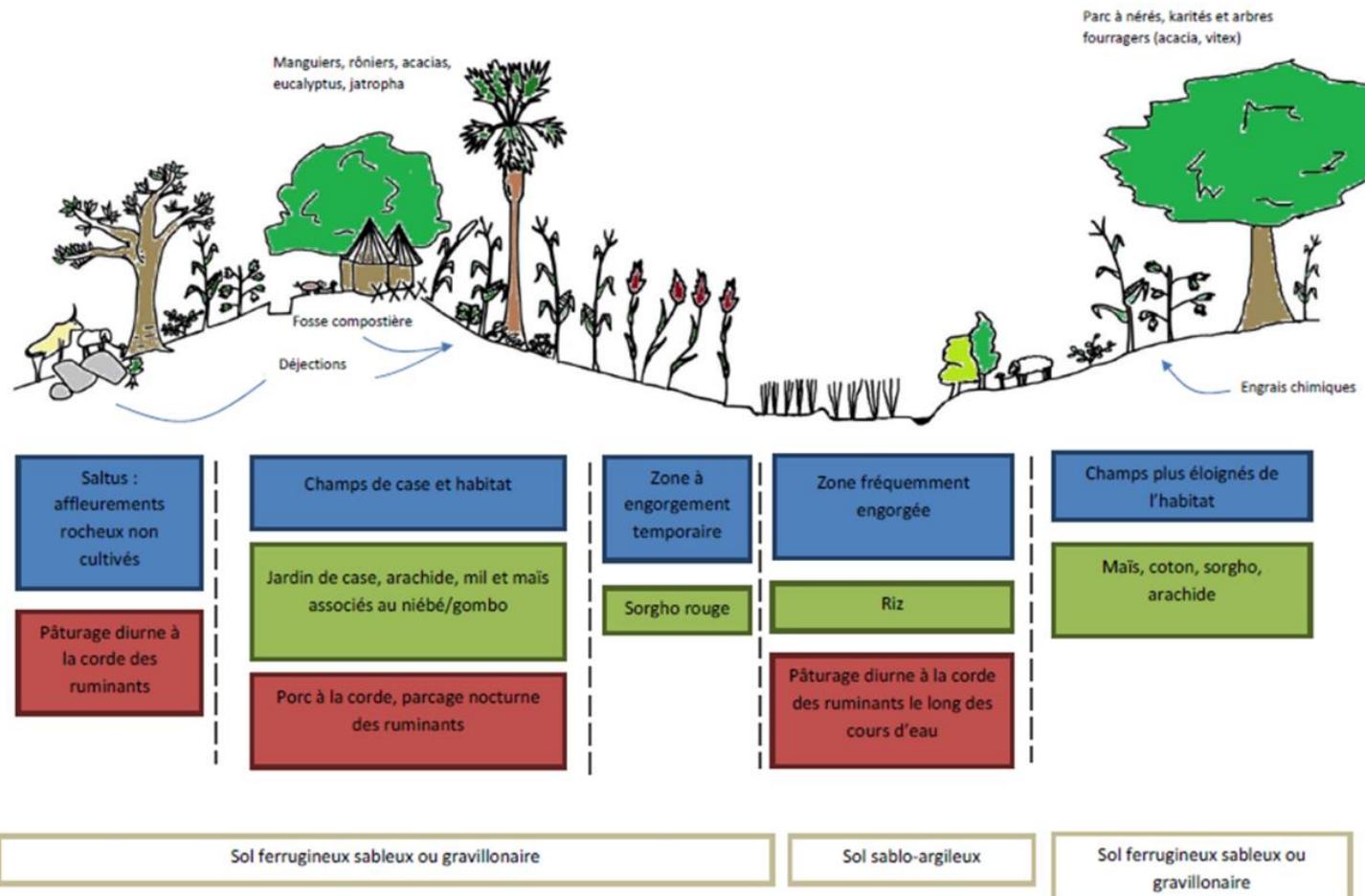


Figure 34: schéma de la toposéquence et de l'utilisation de l'espace en zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest (Desplat and Rouillon, 2011).

## Annexe 5 : Calendrier cultural en saison pluvieuse

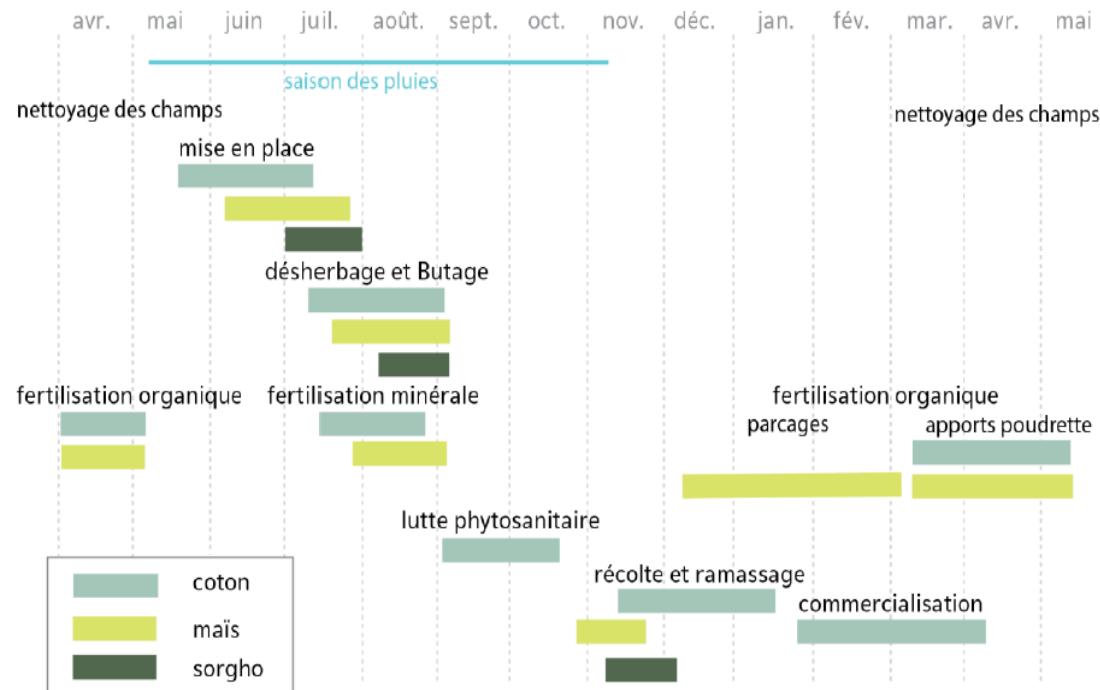


Figure 35: Calendrier cultural pour le coton, le maïs et le sorgho (Jahel, 2016).

## **Annexe 6: Curriculum des parcelles de maïs et coton des CE au Burkina Faso**

Tableau 15. Curriculum des parcelles maïs et coton pour les CE de l'initiative "bonnes pratiques agricoles" (d'après Nacro et al 2010).

<b>Culture</b>	<b>Pratique paysanne (PP)</b>	<b>Bonnes pratiques agricoles (BPA)</b>
<b>Coton</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densité de semis : indéterminée</li> <li>-2 plants /poquet</li> <li>-fumure minérale</li> <li>-utilisation d'herbicides (totaux et sélectifs)</li> <li>-Traitement aux insecticides chimiques avec calendrier pré-établi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Densité de semis : 80 cm x 40 cm</li> <li>-2 plants /poquet</li> <li>-fumure organique à la dose de 5T/ha + Fumure minérale</li> <li>-Aucun herbicide n'a été utilisé</li> <li>-Traitement aux graines de <i>neem</i> après analyse de l'agro écosystème</li> </ul>
<b>Maïs</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Densité de semis : indéterminée</li> <li>-2 plants /poquet</li> <li>-fumure minérale</li> <li>-utilisation d'herbicides (totaux et sélectifs)</li> <li>-fongicides et insecticides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densité de semis : 80 cm x 40 cm</li> <li>- 2 plants /poquet</li> <li>- fumure organique à la dose de 5T/ha + Fumure minérale</li> <li>-enfouissement du fumier par hersage - scarifiage</li> <li>- Aucun traitement fongicide n'a été réalisé</li> </ul>