

Traquer, tester, adapter : une nouvelle démarche pour co-concevoir les innovations agroécologiques aux Suds

A Périnelle, D. Berre, E. Scopel, J.M. Meynard, P. Kouakou, D.A. Boly, et T. Bakker

Auteur de correspondance : anne.perinelle@cirad.fr

Résumé. Dans le contexte de la zone cotonnière du Burkina Faso, nous avons proposé, testé et évalué une démarche originale de co-conception mobilisant d'une diversité de démarche existantes. L'ensemble de l'approche présentée dans cette étude s'est déroulé en deux phases successive. La phase I a consisté en la mise en place d'un dispositif de co-conception impliquant agronomes et paysans et s'est étalée sur 3 ans, via 4 étapes interdépendantes mêlant apprentissages collectifs et individuels: (i) traque aux innovations menée dans la zone afin d'identifier des innovations pouvant intéresser d'autres paysans et les logiques agronomiques sous-jacentes, (ii) proposition de prototypes à partir des résultats de la traque aux innovations d'ateliers participatifs dans chacun des 2 villages sélectionnés, (iii) ajustement des prototypes mis en place par les agronomes (essais de prototypage) en suivant les propositions d'amélioration des paysans, (iv) adaptation des prototypes par les paysans lors de leur mise en place dans l'exploitation agricole sur des essais d'adaptation suivis par les agronomes. La phase II, s'est étalée sur 3 ans durant lesquelles les agronomes ont cessé d'intervenir (aucune intervention durant 2 saisons de culture), mais à l'issue de laquelle (3^e saison de culture) des enquêtes ont été réalisées afin d'étudier les dynamiques de changement initiées durant la phase I. Ainsi, cette étude vise à (i) décrire la démarche de co-conception et la situer par rapport aux démarches similaires existantes, et (ii) analyser les résultats et effets de la démarche à la fin de l'intervention et 3 ans après. Nous montrons que notre démarche permet de (i) mobiliser les paysans et susciter leur intérêt pour tester et adapter un des prototypes, (ii) initier un processus de conception pas-à pas chez une partie des paysans ayant mis en place un essai d'adaptation, et qui s'est prolongé après la mise en place de la démarche.

Mots clés : Co-conception, traque aux innovations, essais paysans, adaptation, Burkina Faso, transition agroécologique, légumineuse

Title: Track, test, adapt: a new approach to co-design agroecological innovations in the South

Abstract. In the context of the cotton-growing zone of Burkina Faso, we proposed, tested and evaluated an original co-design approach mobilizing a variety of existing approaches. The approach presented in this study was carried out in two successive phases. Phase I consisted in setting up a co-design mechanism involving agronomists and farmers, and was spread over 3 years, via 4 interdependent stages combining collective and individual learning: (i) innovation tracking carried out in the area to identify innovations of interest to other farmers and the underlying agronomic rationale, (ii) proposal of prototypes based on the results of the innovation tracking participatory workshops in each of the 2 selected villages, (iii) adjustment of the prototypes set up by the agronomists (prototyping trials) in line with the farmers' proposals for improvement, (iv) adaptation of the

prototypes by the farmers when they were set up on the farm in adaptation trials monitored by the agronomists. Phase II lasted 3 years, during which the agronomists stopped intervening (no intervention for 2 growing seasons), but at the end of which (3rd growing season) surveys were carried out in order to study the dynamics of change initiated during Phase I. Thus, this study aims to (i) describe the co-design approach and situate it in relation to similar existing approaches, and (ii) analyze the results and effects of the approach at the end of the intervention and 3 years later. We show that our approach makes it possible to (i) mobilize farmers and arouse their interest in testing and adapting one of the prototypes, (ii) initiate a step-by-step design process among some of the farmers who set up an adaptation trial, which continued after the approach was implemented.

Keywords: Co-design, farmer innovation tracking, on-farm trial, adaptation, Burkina Faso, legume

Classification JEL: N57, O13, Q16

1. Introduction

Que ce soit pour mieux nourrir une population croissante, pour atténuer le changement climatique ou pour s'y adapter, l'agriculture doit faire face, et même anticiper les enjeux majeurs de notre époque. Le développement d'une agriculture respectueuse de l'environnement, et assurant un revenu décent aux paysans doit être mise en œuvre en partenariat avec les acteurs, dans notre cas les paysans. En effet la collaboration entre agronome et paysans permet aux agronomes de prendre en compte la diversité des situations existantes, et aux paysans puissent voir les changements nécessaires comme une opportunité, et non comme une contrainte imposée (Meynard et al. 2012). Ainsi, il ne s'agit plus de diffuser des techniques, mais d'accompagner les acteurs dans la mise en place de systèmes agroécologiques qu'ils jugent adaptés à leur situation.

En effet, si en agronomie l'approche descendante de l'innovation (l'agronome innove, l'agriculteur applique) constitue une tradition fortement ancrée, comme le soulignent Salembier et al. (2018), il est généralement admis aujourd'hui que faire participer les acteurs à la résolution de leurs problèmes augmente les chances de réussite (Glover et al. 2019). L'idée d'une science « objective », capable de définir et de résoudre des enjeux et situations complexes car liés à l'humain (comme c'est le cas sur les problématiques agricoles et rurales), sans même intégrer les principaux acteurs intéressés, est de plus en plus remise en question. Les parties prenantes sont aussi reconnues comme légitimes pour questionner le travail des scientifiques (Faure et al., 2010). Avec ce changement de paradigme, des acteurs de la recherche mais également du conseil se sont employés à étudier les meilleures manières de faire participer les acteurs à des démarches d'innovation participative et de recherche-action, visant à valoriser les savoirs des acteurs via des approches de co-conception. Dans notre étude, nous considérons comme co-conception, la conception collaborative dans laquelle les chercheurs et les agriculteurs sont partenaires dans le processus de recherche et collaborent dans la mise en place des activités tout au long du processus (Lilja and Bellon 2008). Prost et al. (2017) définissent la conception comme un processus actif, structuré autour de boucles de rétroaction, et orienté vers un but d'invention et de mise en œuvre d'objets n'existant pas encore dans le contexte de travail.

Diverses approches de co-conception se reposant sur la mise en place des innovations par les paysans ont été développées par la recherche ou le conseil. Parmi ces approches, la **traque aux innovations** repose sur l'étude de pratiques alternatives, originales, hors normes, mises en place par des paysans de la zone étudiée (Salembier et al., 2016, Blanchard et al., 2017). Elle peut être utilisée afin de produire des ressources pour la conception de nouvelles alternatives. D'autres approches articulant divers outils de co-conception ont été développées par la recherche agronomique. Par exemple, l'approche DATE pour Diagnosis, Design, Assessment, Training and Extension (Husson et al. 2016) repose sur un prototypage participatif en milieu plus ou moins contrôlé des options techniques suivi par la mise en place de ces options dans des essais paysans. L'approche DEED pour Describe, Explain, Explore and Design (Descheemaeker et al. 2019) articule entre autres modélisation et essais paysans, avec dans le cas de Ronner et al. (2019), des essais d'adaptations participatifs. Du côté du conseil, les champs école ou Farmer Field School (FFS) permettent également, quand ils sont collaboratifs, de co-concevoir des systèmes adaptés aux contraintes des agriculteurs (Bakker et al. 2022).

Selon les outils et démarches utilisées, les agronomes en situation de conception peuvent adopter différentes postures. Ainsi, le Gal et al., 2011 distinguent les « design oriented methods » qui regroupent des travaux dans lesquels des chercheurs conçoivent eux-mêmes des systèmes techniques (systèmes de culture ou de production), pour proposer des alternatives à des agriculteurs ou conseillers, avec ou sans leur participation, alors que les « design support oriented methods » ont pour objectif d'accompagner des agriculteurs dans la re-conception de leurs systèmes techniques. Par exemple, les expérimentations système, ou les visites commentées correspondent plutôt à des « design oriented methods ». En effet, ces méthodes servent à faciliter la conception par les agronomes grâce à des outils participatifs, leur permettant de prendre en compte les caractéristiques des systèmes de production dans leurs propositions. En revanche, la traque aux innovations, les ateliers de conception et les Farmer Adaptation Trials (Ronner et al., 2019), ayant pour objectif de faire reposer la conception sur les paysans, appartiennent plutôt aux « design support oriented methods ». En cherchant à

accompagner les paysans dans la re-conception pas-à-pas de leur système de culture, nous nous situons parmi les « design support oriented methods ».

Par ailleurs, Salembier et al. (2018) distinguent différents archétypes de régime de conception selon la posture de l'agronome et la façon dont il considère l'agriculteur. Ces régimes, qui sont apparus successivement depuis le XVIII^e siècle, se caractérisent par trois dimensions liées entre elles, que Salembier (2019) décrit comme étant : (i) « les intentions du concepteur », ses objectifs de conception, (ii) « le processus de génération de prescriptions », c'est à dire la manière par laquelle les contenus agronomiques et les nouvelles connaissances émergent et (iii) « les contenus agronomiques générés », que ce soit les contenus à visée prescriptive ou des connaissances scientifiques. L'approche proposée ici relève du régime de conception 5 « générer des prescriptions pour stimuler la conception de systèmes techniques par les agriculteurs » décrit par Salembier et al. (2018) et dans lequel l'agriculteur est considéré comme un concepteur.

Cette étude a été réalisée dans la zone cotonnière du Burkina Faso, où il y a un besoin croissant d'innovation pour faire face à l'appauvrissement des sols et la réduction de la productivité (Giller et al., 2011; Ripoche et al., 2015), liés à une pression foncière croissante (Jahel et al. 2015), à des rotations de culture courtes (principalement des rotation maïs -coton) et à un accès limité aux fertilisants de synthèse exacerbé par une efficacité faible en raison du manque de matière organique dans les sols (Coulibaly et al., 2012). Pour répondre à la nécessité de restaurer les sols dans une logique de transition agro-écologique, nous avons proposé de diversifier les cultures en intégrant davantage de légumineuses dans les systèmes.

Dans la démarche de co-conception, nous nous sommes principalement inspiré de la traque aux innovations, de l'approche DEED, de l'approche DATE et des FFS, afin de proposer une démarche innovante permettant **de faciliter la conception de systèmes innovants par les paysans**, par un processus de conception reposant sur un dialogue permanent avec les paysans, que ce soit en collectif ou en individuel. En combinant différents outils déjà existant, nous cherchons à proposer une nouvelle approche permettant d'accompagner sur un pas de temps court (ici 3 ans) l'appropriation d'innovation par les paysans.

En outre, il est important d'évaluer les effets des démarches d'appui à l'innovation telles que les démarches de co-conception sur les choix, les pratiques et les performances des exploitations agricoles. Or, le lien entre les démarches d'appui-conseil et l'innovation par les agriculteurs eux-mêmes est rarement étudié en Afrique sub-saharienne (Glover et al. 2016, Bakker et al. 2021). Une meilleure compréhension de ce lien suppose d'identifier les changements de pratiques réalisés par les agriculteurs dans leurs systèmes de culture quelques années après la fin du dispositif. Dans notre étude, une telle évaluation a été réalisée trois ans après la fin des activités du dispositif présenté.

Il s'agit donc ici de (i) présenter la démarche utilisée et ses spécificités par rapport aux démarches dont elle a été inspirée. (ii) analyser les effets de la démarche pour accompagner l'appropriation d'innovation par les paysans.

2. Matériel et méthode

2.1. La zone d'étude, la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso

La zone d'étude est la province du Tuy qui fait partie de la zone de production cotonnière ouest du Burkina Faso. Cette zone est caractérisée par un climat soudano-sahélien, avec une saison des pluies uni-modale qui dure de juin à octobre. La pluviométrie moyenne varie entre 850 et 950 mm par an, avec une forte variabilité interannuelle.

En 2014, près de 50% de la superficie de la province était cultivée (Jahel et al. 2018). Les exploitations agricoles de la province de Tuy sont généralement de petite taille (moins de 10 ha), tirant la majorité des revenus de la production de coton (*Gossypium hirsutum*) et des surplus de céréales, principalement maïs (*Zea mays*) et sorgho (*Sorghum bicolor*) (Andrieu et al. 2015). Les systèmes agricoles restent relativement peu diversifiés et produisent principalement du coton (Coulibaly et al., 2012). La production repose sur de courtes rotations (coton-maïs), la traction animale, les engrais et les herbicides. En 2018, une étude menée sur 300 exploitations agricoles de la province du Tuy montre que le coton représente 40% des terres cultivées, le maïs en représente 30 %, le sorgho 14 % et les légumineuses 8 % (étude du Projet Glofood RELAX). Dans la zone cotonnière, la Société Burkinabè des Fibres Textiles (SOFITEX) structure le marché et a un poids économique important dans l'élaboration du revenu des paysans. Le principal accès aux engrais se fait par l'intermédiaire de la SOFITEX, qui passe des contrats avec les paysans de coton, fournit des semences et des engrais pour la production de coton et de maïs (pour l'équivalent maximal d'un tiers des superficies de coton) (Andrieu et al. 2015), sous forme de crédits de campagne remboursés avec la récolte. Les engrais chimiques sont difficiles à obtenir en dehors de la SOFITEX (Porgo et al., 2018), et les agriculteurs qui ne cultivent pas le coton n'utilisent généralement pas d'engrais minéraux. Cependant, même lorsque les engrais sont accessibles, leur utilisation compense mal la perte de fertilité organique des sols (Tittonel et al., 2007, Kintché et al., 2015b). La SOFITEX apporte également un appui technique pour améliorer la production (Guenot et Huchet-Bourdon 2014), mais pour bénéficier de ces soutiens (crédits, conseils), les agriculteurs doivent faire partie d'un groupe à responsabilité partagée, où ils sont garants les uns des autres (Gray et al., 2018) : les agriculteurs les plus pauvres, étant considérés comme moins solvables par les autres paysans, ne sont pas facilement acceptés dans ces groupes. Encouragés par la SOFITEX, les paysans de la zone cotonnière se sont spécialisés dans la rotation maïs-coton, mécanisée en traction animale à partir des années 1970 (Jahel et al. 2018). Grâce à sa bonne réponse à la fertilisation et à un marché en expansion, la culture du maïs s'est rapidement développée dans la région, et le maïs est devenu la principale céréale consommée par les ménages, ce qui a participé à marginaliser les cultures de légumineuses. Ainsi, la zone s'étant économiquement spécialisée dans la production de coton, les innovations sont contraintes par cette filière (Audouin et al. 2018), pilier du système sociotechnique dominant.

L'arachide (*Arachis hypogaea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*) sont les principales **légumineuses** cultivées, mais dans des quantités très limitées par rapport aux autres régions du Burkina Faso (Dabat et al., 2012). En effet, l'arachide, le niébé, et en moindre quantité le pois de terre ou pois Bambara (*Vigna subterranea*) et le soja (*Glycine max*), sont principalement cultivés par les femmes, lorsqu'elles ont accès à une terre, ce qui est loin d'être systématique, sur de petites surfaces (généralement entre 0.1 et 0.5 ha par espèce) pour la consommation du ménage. Dans ce cas, il arrive souvent que les légumineuses soient

semées sur la même parcelle chaque année, sans réelle prise en compte de potentielles rotations avec d'autres cultures.

Dans les communautés où nous avons menées notre étude, et même si la polyculture-élevage se développe, l'**élevage** de bovins reste principalement pratiqué par des éleveurs peulhs sédentarisés. La vaine pâture y est pratiquée durant la saison sèche : après les récoltes, les agriculteurs ramassent une partie des résidus pour nourrir leurs animaux ; puis les bovins et les petits ruminants de l'ensemble du village sont relâchés, et peuvent brouter les résidus de culture ou les récoltes laissées. Les animaux paissent librement jusqu'au début de la saison des pluies, lorsque les agriculteurs commencent à labourer. Malgré l'accroissement du cheptel et le développement de la polyculture-élevage (Vall et al., 2017), les animaux ne produisent pas suffisamment de fumier pour que les agriculteurs puissent maintenir la fertilité de sols en s'appuyant seulement sur la fumure organique.

Ainsi, dans cette zone où la pression sur les terres arables se fait de plus en plus importante (Jahel et al. 2015), les jachères deviennent de plus en plus rares. Entre des rotations courtes et peu diversifiées, des exportations importantes de biomasse (ramassée, brûlée en tas ou pâturée) et une érosion récurrente, on assiste actuellement à une forte dégradation des sols agricoles (Giller et al., 2011; Ripoche et al., 2015). Cette perte de fertilité ne peut être compensée par l'apport d'engrais chimiques, surtout dans un contexte où ils sont peu disponibles. C'est pourquoi, une autre option semble intéressante à explorer : celle de la diversification des systèmes de production avec l'intégration de légumineuses, qui permettent de fixer l'azote présent dans l'air grâce à leur symbiose avec des bactéries des genres *Rhizobium* et *Bradyrhizobium*.

2.2. La démarche utilisée – phase I

2.2.1. La traque aux innovations

La traque aux innovations dans les exploitations agricoles a été réalisée à l'aide d'une méthodologie adaptée de Salembier et al., (2016), qui comprend (i) la caractérisation des pratiques courantes dans la zone d'étude, (ii) l'identification des paysans qui mettent en œuvre des systèmes de culture innovants différents des pratiques courantes, et (iii) la caractérisation de ces systèmes innovants et l'identification de la logique agronomique sous-jacente. Dans notre étude, le suivi de la traque a été réalisé dans les sept communes constituant la province de Tuy. Dans chaque commune, il a été demandé aux conseillers agricoles locaux d'identifier les paysans qui cultivaient davantage de légumineuses que la plupart des paysans de la région. Ils ont identifié 70 paysans et l'équipe de recherche (un chercheur et un technicien-traducteur) les a interrogés sur leurs systèmes de culture de légumineuses. Les systèmes de culture retenus pour être davantage étudiés répondaient aux critères suivants : (i) être atypiques, c'est-à-dire différents de la production de légumineuses dans la région (niébé, soja ou arachide cultivés seuls sur de petites surfaces pour la consommation des ménages (Andrieu et al., 2015; Dugué et al., 2014); (ii) être mis en œuvre ou améliorés régulièrement depuis plusieurs années, et (iii) être conformes aux principes agroécologiques (par exemple, les systèmes de culture avec une utilisation accrue de pesticides ou d'engrais chimiques par rapport aux pratiques habituelles). Sur les 70 paysans interrogés, 22 ont été choisis comme "agriculteurs innovants" et ont fait l'objet d'un entretien approfondi avec l'équipe de recherche au sujet de leurs pratiques innovantes. Les entretiens approfondis ont porté sur (i) la gestion du système atypique : l'agriculteur a été invité à décrire ses pratiques, de la sélection des terres à la vente

ou à la consommation ; (ii) la raison d'être du système atypique: l'agriculteur a été interrogé sur les raisons pour lesquelles il a choisi ses pratiques ; et (iii) l'évolution du SCI dans le temps : l'agriculteur a été interrogé sur l'origine de son système atypique et sur son évolution au cours des dernières années. Différents systèmes innovants, identifiés à partir de ces entretiens, ont été regroupés en cinq types de systèmes innovant qui ont ensuite été déclinés dans les essais de prototypage participatif (PPT).

2.2.2. Les essais de prototypages participatifs (PPT) et les visites commentées sur les PPT

En tout, 9 Systèmes de Cultures Innovants ont été mis en démonstration dans les essais de prototypage participatifs en 2017 (PPT Y1), avec pour optique de présenter des systèmes variés, intégrant différentes espèces de légumineuses (plus ou moins connues par les paysans, certaines pour la production de graines, d'autres pour la production fourragère) et différents modes d'intégration (rotation, relais, association, succession intra-annuelle) avec du sorgho, du maïs ou du coton.

-Sept ICS étaient inspirés de la traque aux innovations : association sorgho (*Sorghum bicolor*) arachide (*Arachis hypogaea*), association sorgho-soja (*Glycine max*) , *Mucuna* (*Mucuna pruriens*) pur , Pois d'Angole (*Cajanus Cajan*) pur , succession intra-annuelle niébé (*Vigna unguiculata*) rouge/ niébé blanc (Error: Reference source not found, ligne 3), succession intra-annuelle niébé rouge/ maïs et rotation soja/ coton (*Gossypium hirsutum*).

-Deux ICS étaient proposés par la recherche : *Mucuna* en relais du maïs et association maïs-pois d'Angole.

Pour proposer ces ICS, l'équipe de recherche a pris en compte les critères que les paysans ont formulés lors des ateliers qui ont été organisés dans chaque village avant la mise en place de PPT1, dits « ateliers participatifs », avec la participation des mêmes paysans que ceux qui ont ensuite été invités aux visites commentées. Durant ces ateliers, les animateurs (l'équipe de recherche) ont soumis oralement différentes propositions aux commentaires des participants. Par exemple, le maïs étant une des cultures principales de la zone, l'idée de systèmes de cultures associant maïs et légumineuses a été proposée, mais les paysans se sont montrés réticents à l'idée de cultiver du maïs avec une autre culture, craignant une baisse de la productivité à l'hectare du maïs, même si celle-ci est compensée par une autre production. Afin de prendre ce critère en compte, il a été décidé de proposer, dans les PPT, des associations de type additives, c'est-à-dire conservant la densité de maïs utilisée en culture seule. L'association maïs-pois d'Angole en interligne, avec une ligne de pois d'Angole tous les deux billons de maïs ; et le *Mucuna* en relais du maïs, c'est-à-dire semé après les dernières opérations effectuées sur le maïs, ont ainsi été mis en place dans les PPT.

La deuxième année, les PPT Y2, reprennent les mêmes systèmes que les PPT Y1 avec :

o Une nouvelle organisation des parcelles élémentaires permettant : (i) de respecter les rotations prévues tout en répétant les Systèmes présentés sur les PPT1, mais en perdant la possibilité de comparer les cultures associées aux cultures pures, les cultures précédentes n'étant plus les mêmes, (ii) de comparer différents effets précédents : comparaison de maïs après *Mucuna*, pois d'Angole, niébé et maïs fertilisé ; comparaison de coton après soja, arachide, sorgho et maïs fertilisé.

o Des ajustements des itinéraires techniques suggérés par les paysans, dont principalement un buttage effectué sur le sorgho (associé ou non), sur le maïs (associé ou non), et sur le coton, et facilité par l'élargissement des couloirs entre parcelles (2,5m plutôt que 1m) permettant de manœuvrer avec les bœufs.

o Des variantes des systèmes introduits à la demande des paysans : Une nouvelle variété de pois d'Angole, dont les semences ont été fournies par l'ICRISAT, de cycle plus court, a été semée en pur en comparaison avec la même variété que sur les PPT Y1; Des associations

sorgho-soja et sorgho-arachide en interligne ont été mises en place à côté des mêmes associations en inter poquet ; Une association sorgho + niébé a été testée.

Des visites collectives ont été organisées sur les PPT Y1 et les PPT Y2. Les paysans participant aux activités collectives (ateliers participatifs et visites collectives), ont été invités, dans chaque village, par un villageois en charge de nous aider à organiser les activités. Cette personne a été chargée d'inviter entre 20 et 30 paysans du village de manière à avoir un groupe diversifié, avec différents types d'exploitations (agriculteurs produisant du coton ou n'en produisant pas, éleveurs, agro-éleveurs...) et caractéristiques sociales (jeunes et anciens, hommes et femmes, différentes ethnies...). Les paysans participant à une activité étaient réinvités à participer à l'activité suivante. Des participants se sont rajoutés lors de visites collectives, sans être formellement invités, mais parce qu'ils avaient entendu parlé de l'activité.

Trois journées de terrain ont été organisées dans chaque communauté : deux pour le PPT1 (une après la germination et une juste avant la récolte principale), et une pour le PPT2 (juste avant la récolte principale). Les premières visites collectives ont eu lieu sur chaque PPT Y1 en août, lorsque les plantes étaient jeunes, et ont servi à présenter l'essai. Chaque parcelle a été décrite et les paysans ont posé des questions, mais n'ont pas évalué les différents systèmes de culture. Par contre, les visites collectives qui ont eu lieu sur les PPT Y1 et les PPT Y2 juste avant les récoltes, ont servi de support à l'évaluation des systèmes de cultures par les paysans. Durant ces visites, chaque SCI a été examinée parcelle par parcelle, l'animateur demandait aux paysans participant ce qu'ils aimaient ou n'aimaient pas dans le système qu'ils examinaient et ce qu'ils feraient pour l'améliorer. Les questions étaient volontairement ouvertes pour éviter d'influencer les réponses, et les paysans ont été incités à réagir aux commentaires des autres. Les paysans étaient divisés en groupes de cinq à dix personnes afin de faciliter la discussion et de donner à chaque paysan le temps de s'exprimer. Il y avait trois groupes par communauté, soit un total de six groupes par PPT. Les femmes avaient leur propre groupe pour leur permettre de s'exprimer librement, tandis que les hommes étaient répartis au hasard dans les deux autres groupes. Les discussions des paysans étaient enregistrées à l'aide d'un dictaphone, et un assistant maîtrisant la langue locale était chargé de prendre des notes des échanges entre paysans, en particulier des petits débats spontanés qui se déroulaient entre paysans à l'écart.

2.2.3. Modalités d'organisation des essais d'adaptation (FAT)

A l'issue des PPT 1, les paysans ayant participé à au moins une activité collective ont eu la possibilité de choisir un ICS à tester dans leur exploitation sur des essais d'adaptation ou FAT pour Farmers' Adaptation Trials. Ces FAT sont des parcelles d'essai individuelles de 0,25 ha, mises en place et gérées par chaque paysan à côté de ses systèmes habituels.

Parmi les systèmes de culture mis en démonstration sur les PPT Y1,

les 8 options proposées étaient : Association sorgho-arachide, association sorgho-soja, Mucuna pur, Mucuna en relai du maïs, pois d'Angole pur, association maïs-pois d'Angole, succession intra-annuelle niébé rouge/ niébé blanc, succession intra-annuelle niébé rouge/ maïs. Ces parcelles mises en place par les paysans en année 2 de l'étude (2018) sont appelées les FAT Y1. En parallèle des FAT Y2, les PPT ont de nouveau été mis en place (PPT Y2), et les paysans ont été invités à participer à des visites collectives, pour les commenter, comme l'année précédente, mais aussi pour partager leurs expériences de leurs FAT.

Les semences nécessaires étaient fournies gratuitement comme cela se fait classiquement pour les essais paysans dans la région, afin de mieux mobiliser les paysans, et de ne pas subordonner la réalisation de l'essai à l'accès de semences sur le marché. Les quantités distribuées ont été calculées à partir des densités de semis utilisés dans les PPT, sans

obligation pour les paysans de reproduire exactement les densités des PPT puisqu'ils étaient libres d'adapter l'itinéraire technique du système choisi. Pour les mêmes raisons, de l'engrais complet (NPK) était distribué pour le maïs de l'association maïs pois d'Angole et le Mucuna en relai du maïs, aux même doses que celles utilisées dans les PPT (c'est-à-dire 150kg/ha de NPK 14-23-14). Il n'y a pas eu d'engrais distribué pour les autres cultures car il n'y en a pas eu d'utilisé dans les PPT ; cependant les paysans étaient libres d'en ajouter, ils devaient juste le signaler au technicien. Aucun produit phytosanitaire n'a été distribué.

La saison suivante (2018), pour les FAT Y3, les paysans avaient la possibilité de continuer à tester le même système (avec la possibilité de faire évoluer ce système par rapport au FAT Y2), d'en choisir un autre parmi les 7 proposés (l'association maïs-pois d'Angole n'ayant plus été proposée car personne ne l'a choisie pour son FAT Y2), ou de renoncer à faire un FAT. De nouveau, les semences nécessaires ont été fournies gratuitement.

Un technicien était chargé de suivre tous les itinéraires techniques (quelles opérations ? à quelle date ? avec combien de main d'œuvre ?) ; d'effectuer à intervalles réguliers des observations sur les parcelles (date de levée des cultures, apparition de maladies, attaques de ravageurs, inondations...) ; et de relever les rendements.

Les FAT ont été pensés pour que les systèmes puissent être adaptés par les producteurs. Il n'y a pas eu de protocole de gestion des traitements distribués aux producteurs, mais des entretiens ont été conduits par l'équipe de recherche tout au long de la saison. L'objectif de ces entretiens était double : (i) discuter ce que le producteur avait l'intention de faire (pourquoi et comment ?) ; (ii) recueillir des données complémentaires sur les pratiques passées, et sur leur justification.

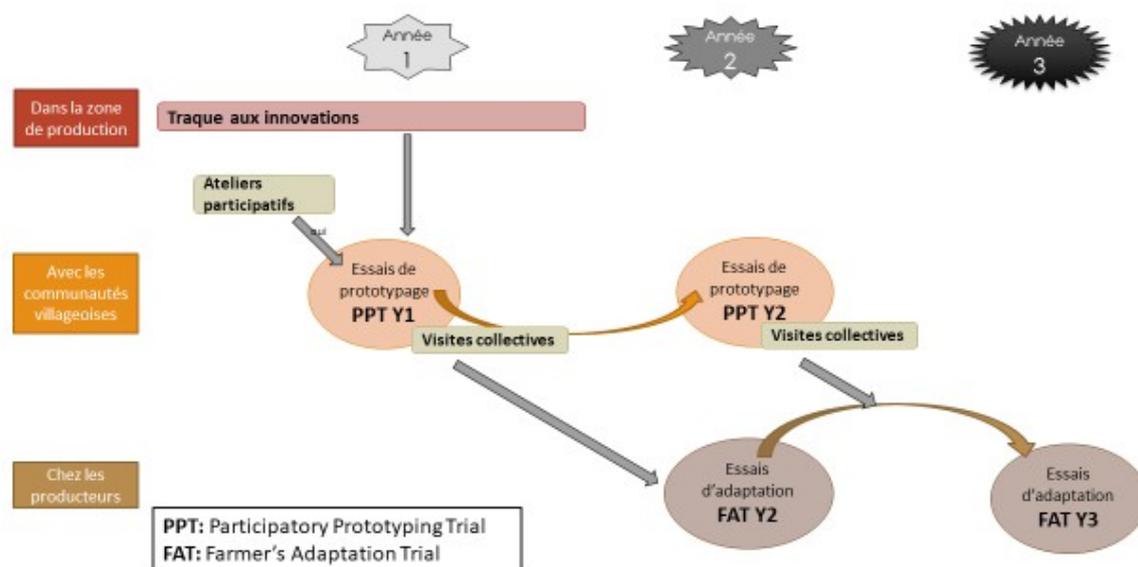


Figure 1: Schéma de la phase I mise en place en 2017 (Y1), 2018 (Y2) et 2019 (Y3). PPT ou essai de prototypage, FAT ou essai d'adaptation

2.3. Evaluation des effets de la démarche sur les pratiques des paysans – phase II

L'évaluation des effets de la démarche s'est faite en juillet et août 2022, c'est-à-dire durant la 3^e saison de culture après la fin de l'intervention. L'évaluation a été réalisée à travers 2 vagues d'entretiens.

Un premier entretien a concerné tous les paysans ayant participé à au moins une activité collective (atelier participatif ou visite collective sur les EPP1) : sur un total de 73 paysans répondant à ce critère, 61 ont pu être entretenus, les autres n'étaient pas sur place ni disponibles par téléphone. Tous les paysans ayant mis en place un FAT ont pu être interrogés. Ce premier entretien réalisé avec un questionnaire développé à l'aide de l'outil Kobo Toolbox, visait à repérer les paysans ayant continué à mettre en place des pratiques innovantes (PI) après la fin de l'intervention. Était considérée comme « pratique innovante » tout système de culture répondant aux 2 critères suivant : (i) systèmes différents de ceux déjà connus dans le village avant l'intervention (i.e. les systèmes dit courants identifiés lors de la traque aux innovations), et (ii) systèmes ressemblant aux systèmes proposés dans les PPT, i.e. des légumineuses fourragères, des associations sorgho-légumineuses, des successions intra-annuelles comprenant du niébé et une culture valorisable pour la biomasse.

À l'issue de cette première vague, les réponses ont permis de classer les paysans dans 4 types selon la trajectoire prise durant et à la suite de l'intervention comme décrit Tableau 1.

Tableau 1 : Description des types identifiés grâce à l'analyse de données de la première vague d'entretiens, et des questions spécifiques aux différents types posées lors de la vague 2.

	Type	Mise en place d'un FAT1	Mise en place d'une pratique innovante au moins une fois entre 2020 et 2021	Mise en place d'une pratique innovante au cours de la saison de culture 2022	Questions spécifiques vague 2
1.1	sans FAT sans PI				Pas d'enquête 2
1.2	sans FAT, PI 2020/2021		x		-Sources d'inspiration des PI, -Raison de la non mise en place de PI en 2022
1.3	sans FAT, PI 2022		x	x	-Sources d'inspiration des PI, -Description PI 2022
2.1	FAT sans PI	x			-Raison de la non mise en place de PI
2.2	FAT et PI 2020/2021	x	x		-Quelles évolutions entre FAT et PI -Raison de la non mise en place de PI en 2022
2.3	FAT et PI 2022	x	x	x	-Quelles évolutions entre FAT et PI -Description PI 2022

Une 2^e vague d'entretiens plus ouverte a ensuite été réalisée auprès de paysans ayant mis en place un FAT ou une pratique innovante au moins une fois à la suite de l'intervention, c'est-à-dire les types 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 et 2.3. L'objectif de cette 2^e vague d'enquêtes était de comprendre les motivations et les sources d'inspiration des pratiques innovantes, ou les raisons de leur abandon le cas échéant, ainsi que leurs évolutions jusqu'au moment de l'entretien. Les guides d'entretiens ont été adaptés à chaque type identifiés grâce à la première vague d'entretien comme indiqué dans le Tableau 1.

3. Résultats

3.1. Phase I : co-conception d'une diversité des systèmes innovants

La figure 2 est une représentation schématique de notre démarche avec au centre de la figure la traque aux innovations qui a permis de repérer et décrire des systèmes de culture atypiques inventés par des paysans innovants de la région d'étude, et d'analyser les logiques agronomiques et les critères d'évaluation ayant conduit à ces innovations. Les résultats de la traque ont inspiré 5 prototypes de systèmes innovants ont été mis en place dans les deux villages, dans le cadre d'essais de prototypage participatif (PPT ; rectangle dans le second cercle concentrique, fig.2). Deux prototypes ont été également proposés par les agronomes à partir des critères d'évaluation des paysans ayant été récoltés lors des ateliers participatifs. La mise en démonstration et en débat dans les PPT d'options techniques variées, techniquement accessibles, que les agronomes ont fait évoluer d'une année sur l'autre en prenant en compte l'évaluation des paysans a permis d'impliquer et de mobiliser une grande diversité de paysans. En tout 73 paysans ont participé à au moins une activité collective.

À l'issue de la première année des essais de prototypage, nous avons proposé aux paysans des deux villages de choisir, parmi les systèmes des PPT, celui qu'ils avaient envie de tester chez eux. Ainsi, en 2^{ème} année, dans le troisième cercle de la figure 2, nous observons un second cycle de PPT, mais aussi des essais paysans où chacun d'eux adaptait le système choisi à ses propres contraintes biophysiques et socio-économiques. Parmi les 73 paysans ayant participé, 39 ont choisi de mettre en place un FAT en 2018. L'étude des **choix de systèmes de culture** que les paysans décidaient de tester sur leur ferme révèle les choix ont été davantage influencés par les discussions avec les pairs et avec les agronomes lors des visites collectives, que par les caractéristiques de leurs exploitations (i.e. culture fourragère pour les paysans avec le plus de ruminants, ou encore innovation intensive en travail pour les foyers avec le plus de potentiel de main d'œuvre) (Périnelle et al. 2022).

Dans le 4^{ème} cercle, les paysans adaptent progressivement les systèmes à leur situation particulière, et entrent dans un processus de conception pas-à-pas nourri par les échanges entre eux et avec les agronomes. Par exemple on peut voir sur la droite du graphique que des paysans qui avaient décidé de tester du mucuna (triangle marron) teste l'année suivante une association sorgho légumineuse (triangle violet). Globalement, concernant les paysans qui ont fait 2 FAT successifs (34 paysans sur 39 ayant fait un FAT en 2018) on relève 3 dynamiques d'adaptation différentes entre les FAT 2018 et les FAT2 2019 : (i) ceux qui gardent le même système (e.g. 5 mucuna in relay over 6), ils sont au nombre de 16, la moitié ayant changé de pratiques entre 2 années, comme c'était particulièrement le cas pour les associations sorgho soja, (ii) ceux qui change de systèmes en gardant la même logique, ils sont au nombre de 13, par exemple en gardant 2 productions en passant d'une succession intra-annuelle à une association sorgho légumineuse, (iii) ceux qui change complètement de système et de logiques, par exemple en passant d'une culture fourragère seule comme le pois d'Angole à une association sorgho légumineuse. Ils sont 5 dans cette catégorie. L'étude des adaptations mises en place par les paysans montre que les différentes options techniques ont été adaptées de manière plus ou moins importante selon leur perception de la flexibilité du système testé et de leur connaissance de ce système, par exemple, les associations sorgho légumineuses ont été

les plus adaptés car les paysans connaissent bien les espèces en jeu et il existe une infinité de manière d'arranger spécialement les 2 espèces. En outre, les adaptations mises en place par les paysans ont été influencées par les discussions ayant eu lieu lors des visites collectives (Périnelle et al. 2023, Under review).

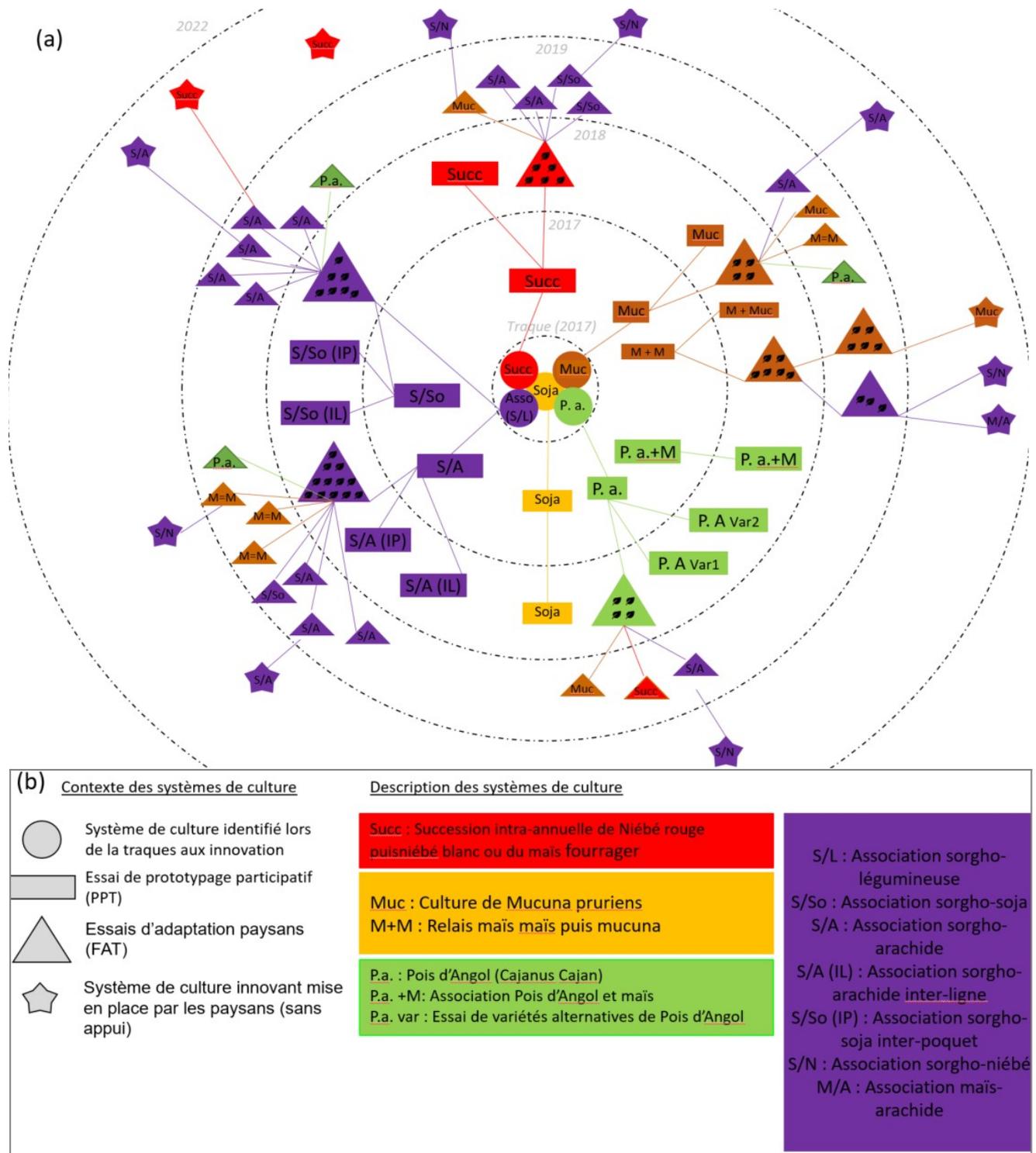


Figure 2 : (a) Schéma représentant les différentes pratiques innovantes mise en place tout au long de la démarche, en cercles concentriques depuis la traque aux innovation (en 2017, cercle intérieur), jusqu'aux enquêtes réalisées 3 ans après la fin de l'intervention (en 2022, cercle extérieur) ; (b) légende de la figure (a) : chaque cercle correspond à une année, chaque symbole correspond à un système de culture, chaque couleur à un type de système.

3.2. Phase 2 : Effets de l'intervention sur les pratiques de culture légumineuses trois ans après la fin de l'intervention

Sur 73 paysans ayant participé à au moins une activité collective, 61 ont pu être interrogés, ce qui correspond à 84%. Sur les 61 paysans interrogés, 26 paysans (46% de l'effectif interrogé) ont mis en place une pratique innovante au moins une fois après l'intervention (types 1.2,1.3,2.2 et 2.3,Tableau 2), dont 80% avait mis en place au moins un FAT (types 2.2 et 2.3, Tableau 2).

Parmi eux, 12 paysans ont mis en place des pratiques innovantes en 2022 (type 1.3 et 2.3, Tableau 2), soit 20% des personnes interrogées. Ils sont représentés dans le cercle le plus à l'extérieur de la figure 2, et font en grande majorité des associations céréales-légumineuses (10 sur 12).

Le paysan mettant en place une PI en 2022, en l'occurrence une succession intra annuelle niébé rouge – niébé blanc sans avoir fait de FAT (type 1.3, Tableau 2), a déclaré avoir été inspiré lors des visites collectives sur les FAT 1 et 2 dans lesquelles la même succession intra-annuelle avait été mise en place. Les 11 autres ayant mise en place un PI en 2022 (type 2.3), avaient tous mis en place un FAT en 2018 et en 2019. Neuf d'entre eux ont fait des associations céréales légumineuse, 8 avec du sorgho comme proposé dans les PPT, 1 avec du maïs (option non présente dans les PPT), avec pour légumineuse soit de l'arachide soit du niébé (options présentes dans les PPT). Concernant les 2 autres du type 2.3, une paysanne a mis en place une succession niébé rouge niébé blanc, et un paysan a mis en place du mucuna seul, les 2 options étaient présentes dans les PPT. Concernant les sources d'inspiration, tous ont mis en place des pratiques innovantes en 2022 inspirés de leur FAT, sauf un paysan qui a fait une association sorgho arachide en s 2021 et en 2022 alors qu'il avait testé du mucuna en 2018 et une succession intra-annuelle en 2019. D'après lui, ce sont plutôt les PPT et les discussions avec d'autres paysans qui l'ont inspiré pour l'association

Tableau 2 : effectifs par type de trajectoire en valeur absolue (N) et en pourcentage du nombre de paysans interrogés (total de 61)

	Sans PI	PI 2020/2021	PI 2022	Total
Sans FAT	Type 1.1 N=17 (27%)	Type 1.2 N=4 (7%)	Type 1.3 N=1 (2%)	N=22 (35%)
Avec FAT	Type 2.1 N=18 (30%)	Type 2.2 N=10 (16%)	Type 2.3 N=11 (18%)	N=39 (65%)
Total	N=35 (57%)	N=14 (23%)	N=12 (20%)	61

L'analyse de l'évolution des systèmes sur les 6 années que couvre l'étude, met en lumière deux périodes successives. Une première période d'exploration s'étend sur 2017 et 2018 : on passe des 5 systèmes innovants caractérisé lors de la traque, à plus de 8 dans les essais de prototypage via l'ajout de propositions (association maïs pois d'Angole et mucuna en relay du maïs) et certain système de la traque qui sont décliné sous plusieurs formes (par exemple sorgho en association avec arachide ou soja), puis les paysans testent la plupart des options proposées (toutes sauf le pois d'Angole en association avec le maïs), en les adaptant de

manière différentes les uns par rapport aux autres (par exemple l'association en interligne ou en inter-poquet). Ainsi on voit dans les 2 premiers cercles au centre, se développer une diversité de systèmes, que les paysans testent et adaptent selon des critères très variables. Puis, de 2019 à 2022, dans les 3^{èmes} et 4^{èmes} cercles, une deuxième période apparaît à cheval sur la phase I et la phase II. On voit cette diversité se réduire, les paysans ont tendance à faire converger leurs pratiques entre les FAT de 2018 et ceux de 2019 : certains systèmes ne sont quasiment plus mis en place, comme c'est le cas pour les successions intra-annuelle, et même au sein des pratiques on voit des convergences, par exemple la priorisation de la légumineuse dans les associations sorgho légumineuse devient quasiment systématique. On voit aussi que les paysans, même après la fin de la démarche (phase I), continue à implémenter l'association céréales-légumineuse, sous différentes formes (sorgho-arachide, sorgho-niébé, maïs-niébé) : il y a convergence. Durant cette période, après avoir exploré une diversité de systèmes de culture innovant et les avoir confrontés à leurs conditions réelles, les paysans se « recentrent » sur des innovations qui répondent à leurs critères.

4. Discussion

4.1. Une méthode co-conception basée sur la mobilisation d'approches existantes complémentaires

Si chaque outil mobilisé dans ce travail a déjà largement été exploré dans des démarches de co-conception, la manière dont nous les avons combinés comporte une certaine originalité :

- **La traque aux innovations** a non seulement révélé des innovations sur lesquelles nous sommes basés pour la suite du travail, mais elle a également permis d'identifier les critères de satisfaction des paysans innovants (les critères sur lesquels ils se basent pour dire qu'un système de culture leur convient, ou non). Ce faisant, la traque a alimenté le processus de conception d'une manière originale. En effet, en utilisant la traque pour initier concrètement un travail de co-conception avec les paysans, nous sommes allés plus loin que Salembier et al. (2016), Blanchard et al. (2017), ou Verret et al. (2020).
- Qu'on les appelle expérimentations-système ou matrices comme dans l'approche DATE (Husson et al., 2016), des essais sans répétitions analogues aux **PPT** ont déjà été utilisés par des agronomes comme supports de leur réflexion, et de leur apprentissage sur la conception ainsi que pour l'adaptation des systèmes au contexte (Meynard et al. 2012). Dans notre travail, ils ont aussi constitué pour les paysans, des supports d'évaluation, de débats et d'apprentissages lors des visites collectives. Les PPT ont aussi servi de plateformes d'échange entre agronomes et paysans, et de point de jonction entre 2 démarches de conception pas-à-pas, qui se sont faites en interaction, dans un processus de conception distribuée : d'un part, les PPT1 ont été améliorés par les agronomes pour donner des PPT2 plus performants et diversifiés ; d'autre part, les paysans ont adapté les systèmes sur leur exploitation dans les FAT1. Le fait de s'appuyer sur des systèmes innovants de paysans du territoire pour concevoir les PPT, puis sur les propositions des paysans pour ajuster les systèmes d'une année sur l'autre ne se retrouve pas, dans les démarches de prototypages classiques (Vereijken, 1999, Husson et al., 2016), et a sans aucun doute participé à mobiliser les paysans et à lancer une dynamique collective

(Mawois et al., 2019). En revanche, cette manière de faire évoluer l'expérimentation collective avec la participation des paysans rappelle les FFS collaboratifs mis en place par le conseil (Bakker et al. 2022).

- **Les FAT** inspirés des adaptation trials que Ronner et al. 2017 a mis en place dans son approche DEED ont permis aux paysans de rentrer dans un processus de conception pas-à-pas individuel. En adaptant progressivement les systèmes de culture à leurs propres conditions, et en fonction de leurs connaissances (Ronner et al. 2017), les paysans ont pu s'appropriier ces systèmes. Lors de cette phase, le paysan est le concepteur, et l'agronome accompagne la conception du paysan. A notre connaissance, de telles postures ont rarement été adoptées, et encore moins étudiées, en contexte ouest-africain.

Les critères des paysans ont évolué chemin faisant, mettant en lumière tout à la fois que leurs connaissances évoluent et que ce qu'ils recherchent se dévoile petit à petit, au fur et à mesure que l'objet conçu se précise (Meynard et al. 2019). De même, la mobilisation des paysans a évolué : au fur et à mesure des activités dans les PPT et dans les FAT : le nombre de participants s'est réduit mais l'implication de chacun a augmenté, les évaluations et propositions devenant de plus en plus riches et élaborées. Ces dynamiques ont permis une évolution significative des options techniques testées: que ce soit par des ajustements et la diversification des options techniques dans les PPT, ou par l'adaptation des pratiques dans les FAT.

Ainsi, cette étude débouche sur (i) la conception participative d'une démarche de conception, (ii) la conception d'une variété de systèmes de culture adaptés à chaque paysan-concepteur, et (iii) la production de connaissances sur les processus de conception par et pour les paysans d'Afrique de l'Ouest. En outre ces résultats ont été obtenus dans un contexte où le conseil, actuellement très descendant, montre ses limites pour accompagner le changement, d'où l'intérêt d'y avoir développé cette démarche.

4.2. Une démarche qui a eu des effets sur les pratiques et sur l'autonomisation des paysans

Nos résultats montrent que les paysans ont ajusté et adaptés les pratiques proposées, et se sont appropriés de nouvelles connaissances et nouveaux savoir-faire concernant les systèmes de culture testés : ainsi **une dynamique de changement individuelle a été initiée**, pouvant aboutir à des trajectoires de changement de pratiques (Bakker 2021). Cela confirme l'intérêt d'évaluer des dispositifs de recherche-action en étudiant les changements successifs dans le temps (Lamine 2011), pour compléter les études d'adoption à un instant donné couramment utilisées (Mancini 2007, Glover 2016). Les connaissances actionnables acquises se sont traduites par différentes dynamiques d'adaptation des systèmes de culture constituant une première phase de trajectoires de changements (Chantre et al. 2015), qui s'est prolongée pour certains paysans. Les dynamiques ainsi initiées, en passant par des successions d'adaptation simples (Deffontaines et al. 2020), et favorisées par le collectif (Mawois et al., 2019), ont abouti à des changements que l'on peut penser durables.

Il s'agissait de mutualiser les connaissances et savoir-faire, et de générer un contenu agronomique fait de **propositions pouvant être mises à l'épreuve et adaptées par les**

paysans (Salembier 2019). Un critère majeur de réussite des démarches relevant de ce régime est la capacité des paysans à s'approprier et améliorer les innovations.

Les effets observés de la démarche trois ans après la fin des activités peuvent s'expliquer par la la mobilisation de l'apprentissage expérientiel (Kolb et al 2000) et le learning-by-doing (ref), qui sont centraux dans les principes d'éducation des adultes (Mezirow) et mobilisés par des dispositifs de conseil participatifs tels que les champs-écoles (ref). Par ailleurs, dans notre démarche de co-conception, la participation des paysans est attendue pour ses apports à la réflexion (Darré 2006) et non comme uniquement un moyen d'animer le dispositif (Bakker 2021) ou de légitimer une intervention (Tambula 2020).

Pour qu'un changement durable s'engage, il est important de se concentrer sur les processus de capacitation et d'autonomisation des paysans, au-delà de la simple adoption de solutions techniques (Friis-Hansen and Duveskog 2012). D'après Reed (2008), une participation appropriée, c'est-à-dire mettant l'accent sur l'autonomisation, l'équité, la confiance et l'apprentissage des parties prenantes peut améliorer la qualité des décisions prises par les acteurs concernés. L'amélioration de la capacité d'innovation et d'expérimentation des paysans constitue un des principaux impacts recherchés dans notre approche, mais est difficile à apprécier du point de vue de l'agronome. Une piste de recherche restant ouverte est celle du travail en interdisciplinarité (notamment avec les sciences de l'éducation) et de la formalisation d'indicateurs permettant de mesurer et de caractériser la montée en capacité des acteurs.

+ Un point de discussion sur l'originalité d'évaluer les effets de la démarche 3 ans après la fin de l'eval

5. Conclusion

En nous appuyant concrètement sur la traque aux innovations pour initier un processus de co-conception entre les agronomes et les paysans, nous avons développé de manière participative une démarche originale et innovante d'accompagnement de la conception par les paysans du Sud. Les agronomes ont animé la conception des systèmes de culture innovants dans des essais de prototypage participatifs, adaptés en fonction des propositions des paysans ; les paysans ont quant à eux pu concevoir dans leurs parcelles d'expérimentation en adaptant les systèmes à leurs propres conditions. La conception pas-à-pas initiée dans les essais d'adaptation s'est ensuite prolongée après la fin de l'intervention, ce qui montre l'intérêt de la démarche.

Dans ce travail, nous avons impliqué les paysans dans le processus de conception de manière à sortir du paradigme « la recherche conçoit et transfère, les paysans appliquent ». Sortir de ce paradigme est d'autant plus indispensable que l'on cherche à travailler sur des objets complexes que sont les systèmes de culture agroécologiques. Pour aller plus loin dans le développement d'innovations répondant à la fois aux critères d'évaluation et aux contraintes et objectifs des paysans, et à des objectifs de durabilité sur le long terme, il nous paraît important d'ouvrir ce travail de conception à tous les acteurs du développement rural (acteurs

des filières amont pour les intrants et aval pour la vente des produits, fabricant d'équipement, conseillers agricoles, ONG...).

Bibliographie

- Andrieu N, Descheemaeker K, Sanou T, Chia E (2015) 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>
- 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*. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.08.007>
- Bakker T, Blundo Canto G, Dugué P, de Tourdonnet S (2021) To what extent is the diversity of Farmer Field Schools reflected in their assessment? A literature review. *Journal of Agricultural Education and Extension*
- Bakker T, Dugué P, De Tourdonnet S (2022) How do farmers change their practices at the farm level after co-design processes in Farmer Field Schools? *Agricultural Systems* 201:103457. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103457>
- Blanchard M, Vall É, Loumbana BT, Meynard J-M (2017) Identification, caractérisation et évaluation des pratiques atypiques de gestion des fumures organiques au Burkina Faso : sources d'innovation ? *Autrepart* N° 81:115–134
- 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>
- Coulibaly K, Vall E, Autfray P, et al (2012) Effets de la culture permanente coton-maïs sur l'évolution d'indicateurs de fertilité des sols de l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6:. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i3.13>
- 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>
- Descheemaeker K, Ronner E, Ollenburger M, et al (2019) WHICH OPTIONS FIT BEST? OPERATIONALIZING THE SOCIO-ECOLOGICAL NICHE CONCEPT. *Ex Agric* 55:169–190. <https://doi.org/10.1017/S001447971600048X>
- Faure G, Temple L, Hocdé H, et al (2010) Innover avec les acteurs du monde rural: La recherche-action en partenariat. *Quae*
- 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>
- 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>
- Glover D, Sumberg J, Andersson JA (2016) The Adoption Problem; or Why We Still Understand so Little about Technological Change in African Agriculture. *Outlook Agric* 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 Agric* 48:169–180. <https://doi.org/10.1177/0030727019864978>
- Husson O, Tran Quoc H, Boulakia S, et al (2016) Co-designing innovative cropping systems that match biophysical and socio-economic diversity: The DATE approach to Conservation Agriculture in Madagascar, Lao PDR and Cambodia. *Renewable Agriculture and Food Systems* 31:452–470. <https://doi.org/10.1017/S174217051500037X>
- Jahel C, Baron C, Vall E, et al (2015) Land pressure and agrarian mutation, spatial modelling of farming systems evolution from plot to regional scale in West Burkina Faso. 2
- Jahel C, Vall E, Rodriguez Z, et al (2018) Analysing plausible futures from past patterns of land change in West Burkina Faso. *Land Use Policy* 71:60–74. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.025>
- 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>
- Lilja N, Bellon M (2008) Some common questions about participatory research: a review of the literature. *Development in Practice* 18:479–488. <https://doi.org/10.1080/09614520802181210>
- Mawois M, Vidal A, Revoyron E, et al (2019) Transition to legume-based farming systems requires stable outlets, learning, and peer-networking. *Agron Sustain Dev* 39:14. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0559-1>
- Meynard JM, Cerf M, Durant D, et al (2019) The step-by-step approach for farming systems design, in the frame of agroecological transition
- Meynard J-M, Dedieu B, Bos AP (Bram) (2012) Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In: Darnhofer I, Gibbon D, Dedieu B (eds) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Netherlands, pp 405–429
- Périnelle A, Scopel E, Berre D, Meynard J-M (2022) Which Innovative Cropping System for Which Farmer? Supporting Farmers' Choices Through Collective Activities. *Front Sustain Food Syst* 6:753310. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.753310>
- Prost L, Berthet ETA, Cerf M, et al (2017) Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges. *Res Eng Design* 28:119–129. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0233-4>

- 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>
- 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 (2017) Farmers’ use and adaptation of improved climbing bean production practices in the highlands of Uganda. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.004>
- Salembier C (2019) Stimuler la conception distribuée de systèmes agroécologiques par l’étude de pratiques innovantes d’paysans. 271
- 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>
- Vereijken P (1999) Manual for prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. Citeseer
- Verret V, Pelzer E, Bedoussac L, Jeuffroy M-H (2020) Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design: The case of annual mixtures including a legume crop. *European Journal of Agronomy* 115:126018. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018>

Remerciements

Les auteurs remercient l’ensemble des paysans impliqués dans la démarche de co-conception présentée dans cet article, mais également les partenaires de la plateforme ASAP (<https://www.dp-asap.org/>).