

Contribution de la sélection participative décentralisée à la capacité d'innovation variétale : cas du riz pluvial à Madagascar

Contribution of decentralized participatory breeding to varietal innovation capability: Upland rice in Madagascar

Fanilo Ny Aina Ramanitrinizaka^{1, 2}, Kirsten vom Brocke^{2, 3}, Lolona Ramamonjisoa¹, Landiarimisa Ramanankaja¹, Alain Ramanantsoanirina⁴, Ludovic Temple^{5, 6}

¹ ESSA, Université d'Antananarivo, Madagascar, nyainaramanitra@gmail.com, landiarimisa@gmail.com et lolona.ramamonjisoa@gmail.com

² CIRAD, UMR AGAP Institut, F-34398 Montpellier, France

³ UMR AGAP Institut, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France, kirsten.vom_brocke@cirad.fr

⁴ FOFIFA, SRR Antsirabe BP 230, alainmj55@gmail.com

⁵ CIRAD, UMR Innovation F-34398 Montpellier, France, ludovic.temple@cirad.fr

⁶ Univ. Montpellier, France

RÉSUMÉ. Dans le contexte de l'agriculture tropicale, la faible adoption de nouvelles variétés proposée par la recherche agronomique interpelle la mise en œuvre de programmes de sélection participative décentralisée (SPD). La fonctionnalité de ces derniers reste cependant peu documentée. Nous questionnons cette dernière en posant l'hypothèse qu'elle est reliée à la génération de différentes ressources dans l'activation des capacités à innover collectivement. Ce test est méthodologiquement renseigné par un dispositif d'enquête dans le cadre d'une SPD sur le riz pluvial dans les Hautes Terres de Madagascar. Les résultats révèlent des changements liés à la participation à cette SPD dans les systèmes de production (utilisation d'autres types de fertilisation, application des techniques de semis en carré pour faciliter le sarclage) et la réutilisation des nouvelles variétés testées. Ils confirment aussi le renforcement du lien social par la structuration d'une organisation paysanne. Ils caractérisent enfin les principales capacités à innover qui ont été renforcées, notamment celles qui conduisent à comprendre un système complexe et apprendre à agir collectivement.

ABSTRACT. In the context of tropical agriculture, the low uptake of new varieties proposed by agricultural research pushes forward the need to implement decentralized participatory breeding (DPB) programs. However, the performance of these programs remains poorly documented. We pose the hypothesis that this is linked to the generation of different resources when activating collective innovation abilities. This test is methodologically informed by a survey in the framework of a DPB program on upland rice in the Central Highlands of Madagascar, in the Vakinankaratra region. The results reveal changes in production systems linked to participation in the DPB program (use of other types of fertilization, application of squared sowing techniques to make weeding easier) and the reuse of newly tested varieties. The results also confirm the strengthening of social interactions through the creation of a farmers' organization. Finally, they characterize the main innovation capabilities, which have been strengthened – in particular those that lead one to understand the complexity of systems and that teach us how to act collectively.

MOTS-CLÉS. Riziculture pluviale, sélection participative, co-apprentissage, capacités à innover, Madagascar.

KEYWORDS. Upland rice, participatory breeding, co-learning, capacity building, Madagascar.

Introduction

Le développement des pratiques de recherche collaborative est croissant pour innover dans la recherche agronomique [FAU 18], principalement depuis les années 90 dans l'amélioration variétale [ASH 95] [CHI 06] [BEG 22]. Pourtant, dans l'agriculture tropicale, le taux d'adoption de nouvelles variétés, au regard de l'augmentation de l'offre variétale par la recherche, reste faible [RIV 13] [TAK 20]. Ce paradoxe est parfois expliqué dans la littérature par les dysfonctionnements du secteur semencier [NLE 21]. D'autres travaux soulignent aussi que les performances des variétés obtenues

dans les conditions de sélection en station par les généticiens (contrôlées et optimisées) sont très différentes chez les agriculteurs [COU 01] [CEC 07].

Pour répondre à ces critiques, des programmes de recherche sur la sélection variétale se donnent pour objectif de mieux adapter la conception des nouvelles variétés aux attentes contextualisées des usagers en impliquant les agriculteurs [DAW 08] [DEM 17a] [AUT 22]. Ces programmes prennent en compte la diversité des environnements « cibles » [WOL 08] : pédoclimatique, agronomique et socio-économique [DES 08]. Ils mobilisent les principes de recherches participatives et/ou collaboratives avec des agriculteurs [CEC 07] [DEM 17b]. Ils sont cependant peu étudiés du point de vue de leur contribution aux capacités à innover dans les pays du sud [BRO 20]. En relation avec cette incomplétude, nous questionnons, dans la situation expérimentale d'un programme de Sélection Participative Décentralisée (SPD) à Madagascar, comment la pratique d'une recherche collaborative et participative génère différentes ressources qui renforcent l'efficacité des programmes d'amélioration variétale. Cette question sous-entend l'hypothèse selon laquelle les conditions de succès d'un programme de SPD ne se réduisent pas à l'adoption de nouvelles variétés, mais concernent aussi le renforcement de différentes formes de capacités d'action des parties prenantes.

L'étude de cas expérientiel mobilisée est celle d'un programme de recherche de SPD sur le riz dans les Hautes Terres de la région du Vakinankaratra à Madagascar. Ce programme, dans le contexte d'une recherche agronomique nationale structurée par les modèles conventionnels d'amélioration variétale centralisée en station, est en lui-même une innovation organisationnelle dans le contexte étudié.

1. Cadres conceptuels et méthodologiques

1.1. *Le dispositif méthodologique de SPD*

L'implication paysanne dans le processus de recherche en agriculture est documentée depuis plusieurs décennies [PRE 95]. Les pratiques, dans la fonctionnalité que l'on donne à la participation et aux interactions entre les parties prenantes, mais aussi les outils et méthodes se sont, eux, enrichis et complexifiés [JOH 03] [ABR 10] [CEC 09]. Au regard de la mobilisation de cette littérature, nous caractérisons la situation expérientielle mobilisée au sein du dispositif de SPD sur le riz dans la région du Vakinankaratra, sur les Hautes Terres de Madagascar.

À Madagascar le riz représente la culture principale avec une consommation par habitant parmi les plus élevées au monde de 103 kg/personne/an [PAM 19]. Dans la région du Vakinankaratra, le Riz Pluvial (RP) a connu un rapide développement depuis 1995 grâce à l'introduction, la création et la dissémination de variétés par un programme d'amélioration variétale mis en place par le centre national de recherche appliquée au développement rural (FOFIFA), le centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et l'Université d'Antananarivo [RAD 10]. Le RP y a pris une place essentielle dans les systèmes d'exploitation agricole pour assurer la sécurité alimentaire. Ainsi, le pourcentage d'exploitations agricoles qui le cultivent est passé de 10 % en 2000 [RAB 13] à 50 % en 2007 [PEN 11] et à plus de 71 % en 2011 [BRE 18].

Bien que la pratique de la riziculture pluviale se généralise et que l'offre variétale proposée par la recherche soit diverse [BRE 18], les agriculteurs de la région cultivent et préfèrent principalement la variété Chhomrong Dhan (CD, introduite par la recherche en 2006), qui occupe 80 % des superficies en RP grâce à sa rusticité, productivité et qualité de grain [RAD 10]. Le portefeuille variétal de la région du Vakinankaratra est orchestré par quelques variétés élites : CD, FOFIFA 173, FOFIFA 180, FOFIFA 186 [RAD 10] [RAB 13]. Ce manque de diversité variétale rend la riziculture pluviale de la région particulièrement vulnérable [RAV 16]. Les facteurs majeurs limitant le rendement du RP

dans la région sont les basses températures pouvant descendre jusqu'à 10°C pendant la phase végétative du riz et au-dessous de 15 °C pendant la phase de reproduction et de remplissage du grain [RAB 13] ; les contraintes biotiques, notamment la pyriculariose et les vers blancs qui ont une forte pression durant les phases végétative et reproductrice [RAN 10] [RAV 16] ; et la fertilité du sol souvent acide (pH 4 à 5,5) avec une faible teneur en éléments minéraux assimilables [AUT 22].

Le dispositif de SPD mobilisé se focalise donc sur l'objectif d'adapter la création/diffusion variétale à la diversité des contextes. Ce dispositif, toujours actif, est localisé dans deux communes : Andranomanelatra (19°47'17.64"S, 47° 6'38.76"E, 1600 m) et Ambohimiarivo (19°52'29.73"S, 47° 8'15.71"E, 1574 m). La collaboration entre sélectionneurs et agriculteurs y est basée sur des ateliers de planification des activités communes avant les semis, des observations et échanges réguliers à raison de deux visites par mois durant les campagnes et des ateliers de restitution à la fin de la campagne (Figure 1). À la maturité du riz, un groupe de 20 agriculteurs de ces communes est invité à la station de recherche pour évaluer une gamme de lignées en sélection et choisir les nouvelles lignées à tester durant la prochaine campagne. Ces lignées sont ensuite testées sur les parcelles de 15 à 20 agriculteurs (sites paysans). Le choix des agriculteurs hôtes de ces essais repose sur le volontariat, la disponibilité, l'accessibilité et la représentativité de leur parcelle par rapport aux conditions de la région (sol, altitude, utilisation d'intrants, pluviométrie). Les agriculteurs interviennent activement dans la prise de décision en amont du semis (choix des lignées testées et disposition des parcelles) mais aussi dans la sélection du réseau de parcelles d'expérimentations paysannes au sein des exploitations suivant les successions triennales de cultures annuelles (généralement entre riz, maïs, haricot, soja ou jachère). L'itinéraire technique est de manière dominante celle des agriculteurs : date de semis en octobre-novembre, fertilisation organique de 5t/ha en moyenne de fumier, deux à trois sarclages par campagne.

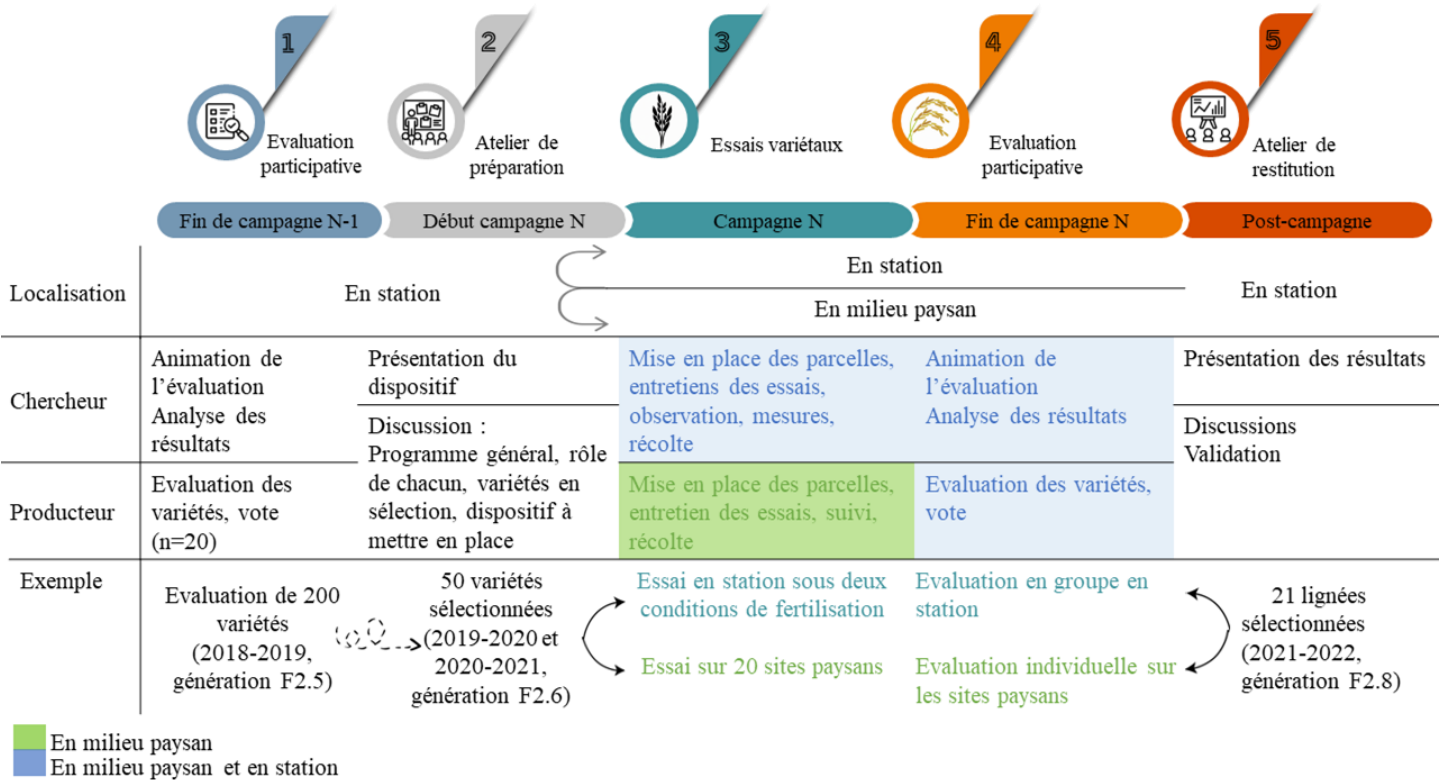


Figure 1. Processus de SPD mise en place par le programme d'amélioration variétale à Madagascar

Deux modifications ont été introduites par les chercheurs. Un traitement des semences avec un insecticide-fongicide (imidaclopride et thirame aux doses de 2,5 g/kg et 5g/kg respectivement) a été apporté selon les résultats de [RAT 12]. En effet la sévérité croissante des attaques des insectes terrioles (vers blancs) dans la zone et pour l'instant la non-disponibilité de variétés résistantes

imposent, pour diminuer la variabilité comparative entre parcelles (pour les chercheurs et les agriculteurs), de contrôler en amont ces attaques. En second lieu l'adoption d'un plan de semis en carré sur toutes les parcelles avec une densité de 25 poquets/m² et une moyenne de huit graines de riz par poquet.

Le programme utilise des lignées de riz introduites et des lignées créées localement comme parents dans ses croisements variétaux [RAB 13]. Produits de croisements et de recombinaisons génétiques, les descendance diffèrent par leur architecture (nombre des talles, hauteur des tiges et position des feuilles), la durée de leur cycle, leur potentiel de production (rendement, longueur et remplissage des panicules, poids des grains) et la qualité des grains (taille, forme et couleur rouge ou blanche des grains).

À l'issue de la démarche participative, deux variétés ont reçu l'homologation du Service Officiel de Contrôle des Semences et du Matériel Végétal (SOC) et deux sont en cours d'homologation (tableau 1). Ces variétés ont répondu aux attentes des paysans sélectionneurs et des chercheurs documentés par les évaluations participatives et résumées dans le tableau 1 : un rendement stable surpassant 1.5t/ha, des plantes hautes (généralement au niveau de la taille), une longue panicule (mesurée généralement avec la longueur de la main) portant de grains lourds, une durée de cycle cultural de moins de 6 mois, une bonne capacité de tallage, et les caractéristiques des grains (poids du grain, dimensions et couleur de caryopse). Ces caractéristiques variétales répondent aux objectifs de sécurité alimentaire des agriculteurs, mais également aux objectifs liés à l'intensité du travail fourni (plus la plante est haute, moins les hommes fournissent des efforts lors du battage, ou plus le tallage est dense, plus forte est la concurrence contre les adventices et moins le sarclage est sollicité). Le dispositif d'implication des parties prenantes à l'évaluation (paysans et chercheurs) renforce leur capacité à évaluer la multiplicité des critères à intégrer et à observer en quoi le changement de parcelle, d'exploitation peut faire varier les résultats obtenus selon les variétés.

Dénomination locale	CD, Tsipolitra, Maintikely ¹	FOFIFA 181	FOFIFA 193 Manevasaha*	Kelimavesatra*	Manja *
Origine génétique	Variété témoin local	CD x F172	CD x Nerica 3	Yunlu 48 x CD	FOFIFA 173 x SCRID 194-3-1
Année d'homologation	2006	2014	2021	En cours	En cours
Cycle semis-floraison (jours)	130	118	129-130	130	134
Port de la plante	Ouvert	Érigé	Érigé	Érigé	Ouvert
Hauteur moyenne (cm)	109	82	91	108	95
Longueur de la panicule (cm)	19	15	19	23	18

¹ Tsipolitra est l'appellation malgache du *Bidens bipinnata* dont les graines ont une forte adhésion sur les surfaces où elles sont en contact. La dénomination locale de CD par Tsipolitra fait référence à la capacité de la variété à adhérer/s'adapter aux conditions de culture de la région lui valant une dominance quasi monovariétale.

Maintikely signifie noir, la population locale appelle CD de la sorte à cause du petit point noir caractéristique sur la glume du grain de la variété.

Poids de mille grains (g)	26	28	25	29	25
Rendement moyen en paddy (t/ha)	5.3	4.3	4	4.5	3.5
Résistance à la pyriculariose	Bonne	Bonne	Moyenne	Moyenne	Bonne
Tallage	Bon	Bon	Moyen	Moyen	Moyen
Tolérance au froid	Bonne	Bonne	Très bonne	Bonne	Bonne
(% d'épillets fertiles)	(85)	(89)	(95)	(88)	(80,3)
Type de grain	Demi-rond	Rond	Demi-rond	Demi-long	Rond
Couleur du caryopse	Rouge	Blanc	Rouge	Rouge	Rouge

*nom de la variété donné par les agriculteurs lors de l'atelier de validation des variétés signifiant :

Manevasaha : embellit le champ, Kelimavesatra : petits grains lourds et Manja : Belle

Tableau 1. *Caractéristiques de la variété dominante (CD) et des variétés homologuées issues de la SPD du programme d'amélioration variétale*

Un facteur limitant rencontré à l'engagement des agriculteurs dans le programme SPD est parfois l'incompréhension et les risques inhérents à la stabilité des caractères des variétés expérimentés. En effet, le programme s'établissant sur plusieurs campagnes, pendant lesquelles plusieurs générations de plantes sont testées chaque année (de la F4 à la F8), les caractéristiques variétales ne sont pas toujours véritablement fixées et peuvent parfois changer dans les différentes phases d'expérimentations qui conduisent à leur sélection.

1.2. L'enquête complémentaire

Sur le plan méthodologique, une enquête participative a été menée durant et après deux campagnes culturales respectivement 2019/20 et 2020/21. Cette enquête avait pour objet de caractériser avec les agriculteurs comment l'expérience de participation au dispositif de sélection participative était source en elle-même de nouvelles ressources permettant de renforcer leur capacité à innover.

Cette deuxième phase du travail a reposé sur l'identification des changements occasionnés par des entretiens semi-directifs. L'échantillon d'enquête a porté sur 35 agriculteurs participant à l'expérimentation. La question directrice des entretiens était « Quels changements avez-vous observés à la suite de votre participation à la SPD ? ».

Les entretiens étaient ensuite axés sur la caractérisation de trois thématiques respectivement :

- (i) la caractérisation générale des enquêtés,
- (ii) les apprentissages qu'ils ont tirés de l'expérience
- (iii) les changements (techniques, organisationnels) reliables pour eux à leur participation à l'expérience.

Les données issues des enquêtes ont été saisies et analysées avec XLStat en classant les informations par thème et en explorant une analyse descriptive des données.

2. Résultats sur la connaissance des caractéristiques du dispositif de SPD et des changements générés

2.1. Les caractéristiques du dispositif, vecteurs de changements

Au-delà des composantes techniques du dispositif expérimental, le dispositif de collaboration avec les agriculteurs comporte des variables expliquant des changements différents. Ainsi, la localisation géographique de la zone d'intervention conditionne l'accès aux ressources matérielles nécessaires pour l'innovation variétale. Au total, 76 % des agriculteurs sont localisés dans la commune d'Andranomanelatra et 24 % dans la commune d'Ambohimiarivo. Andranomanelatra est une commune urbaine traversée par une route nationale importante ayant comme avantage la proximité de diverses structures de vente et d'accompagnement agricoles, notamment la station de recherche du FOFIFA. Ambohimiarivo est une commune rurale, située à 13 km de la ville d'Andranomanelatra sur une route secondaire. L'accès aux intrants, y est donc contraint par un transport plus difficile, moins régulier et plus coûteux.

Les activités du programme d'amélioration variétale ayant démarré à Andranomanelatra, la durée d'implication de certains agriculteurs y remonte jusqu'à 10 ans (12 % de notre échantillon) durant les phases d'évaluations variétales participatives en station. Les autres agriculteurs ont rejoint le dispositif SPD plus récemment : 24 % sont impliqués depuis quatre à cinq ans et 64 % depuis un à deux ans. Cette durée d'implication des agriculteurs dans le processus selon les enquêtes détermine le degré de confiance que peuvent avoir les agriculteurs vis-à-vis des chercheurs, de la recherche et de ses productions variétales.

Du point de vue technique, la structure des parcelles d'expérimentation chez les agriculteurs incite les échanges entre les agriculteurs qu'ils participent au processus ou non. Le fait de voir les installations (bordures, piquets, étiquettes, allées) sur les parcelles suscite l'attention des agriculteurs. Cette variable favorise les partages d'expérience entre agriculteurs et entre agriculteurs-chercheurs à travers les visites régulières et conditionne également l'accès aux ressources cognitives pour l'innovation.

Au niveau du fonctionnement des exploitations, la variable principale qui a conditionné l'intensité de la participation des agriculteurs au dispositif SPD est celle de la structure d'activités des exploitations qui détermine respectivement le temps disponible et l'accès à des revenus permettant de recourir à une main d'œuvre salariée. En l'occurrence l'enquête souligne que 60 % des producteurs ont rencontré des difficultés à entretenir les essais « convenablement » au regard de cette contrainte en temps. Cette enquête montre notamment qu'une grande majorité des agriculteurs participants (72 %) dépendent uniquement de l'agriculture pour vivre. Parmi eux, 44 % travaillent en tant que sarankatsaha (journalier dans une autre exploitation agricole). Ces agriculteurs, fournissant de la main d'œuvre dans d'autres exploitations agricoles, ont moins de temps pour conduire leurs parcelles. Les 28 % restants ont d'autres activités : commerçants, animateur sanitaire, entrepreneur, vétérinaire, maçon, tireur de posy (charrette tirée à la main). Ces agriculteurs, qui ont des activités secondaires, ont accès à des revenus non-agricoles qui leur ont permis d'engager une main d'œuvre salariée dans les travaux d'entretien des essais expérimentaux.

Du point de vue de l'implication des femmes, dans 48,5 % des ménages, ce sont les femmes qui gèrent les exploitations agricoles. Cette question de genre a un impact majeur sur les décisions prises par le chef du ménage pour l'exploitation, notamment sur le choix variétal, les femmes préférant des grains de riz qui résistent au broyage (avec moins de pertes et une quantité augmentée pour la cuisson) et aux hommes des plants plus hauts facilitant le battage à la récolte par exemple.

2.2. Les changements fiables à la participation au dispositif SPD

Les principaux changements fiables à la participation au dispositif de SP révélés sont structurés par deux dimensions relatives au système de production et aux réseaux sociaux (Figure 2).

Avant et après la SPD

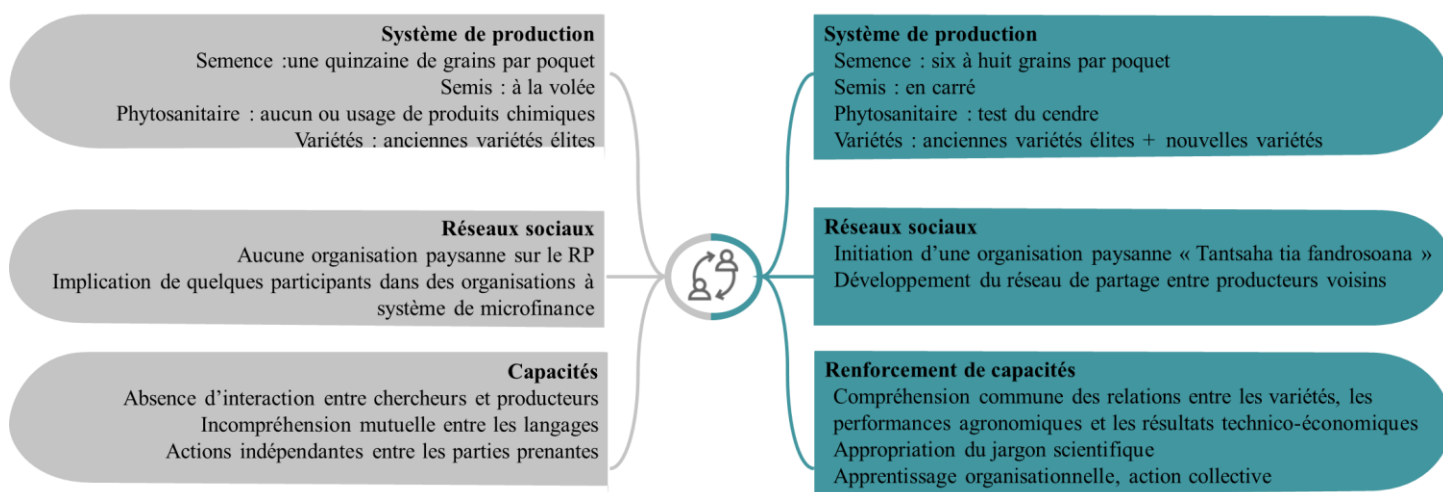


Figure 2. Impacts identifiés de la participation à la SPD

2.2.1. Changements dans les systèmes de production et de culture

Après avoir participé à la SPD, 24 % des agriculteurs ont mené d'autres expérimentations (fertilisation, traitements sanitaires) sur leurs parcelles. Dans ce groupe, 66 % disposent de revenus non-agricoles et 60 % sont des exploitations pilotées par des hommes (la plupart participent aux actions de la sélection variétale depuis cinq à dix ans). Ces expérimentations paysannes ont conduit à de nouvelles pratiques dans l'apport de cendre pour lutter contre les vers blancs, la réduction d'usage de fertilisants minéraux, la fabrication de compost, l'usage du semis en carré, la diminution du nombre de semences par poquets (6 à 8 graines contre une quinzaine habituellement). Le principal objectif affirmé de ces expérimentations paysannes fiables au dispositif de SPD étant l'obtention d'un « bon rendement » (au moins 1.5t/ha) tout en gérant l'usage des intrants utilisés pour diminuer les coûts de production.

À un niveau complémentaire lors de la campagne suivante (notamment pour 2020-2021), 40 % des agriculteurs ont reconduit 18 % des variétés testées sur leurs parcelles. Les variétés anciennes restant cependant les plus utilisées : CD (53,3 %), FOFIFA173 (40 %) et FOFIFA180 (6 %). En l'occurrence, ce sont surtout les agriculteurs de la commune d'Ambohimiarivo qui ont reconduit les variétés testées (32 %). L'une des raisons principales en est l'absence de structure de vente de semences améliorées dans le village. Les variétés réutilisées sont pour la majorité des variétés performantes et très bien notées par les agriculteurs durant les évaluations participatives. Les principales raisons limitant l'extension de leur usage selon les agriculteurs enquêtés étant respectivement : (i) la gestion post-récolte des variétés occasionnant le mélange variétal lors du stockage (ii) le risque d'instabilité de la performance des variétés d'une campagne à une autre.

2.2.2. Changements dans les réseaux sociaux

Diversifier les options variétales et avoir un bon rendement sont en général les objectifs principaux affirmés par les agriculteurs comme motivation à participer à la SPD. Au-delà de ces objectifs individuels, les agriculteurs ayant participé au dispositif SPD se sont montrés plus ouverts aux partages à l'issue de l'expérience que ce soit avec d'autres agriculteurs du village (88 %) ou d'autres villages (24 %).

Bien que les agriculteurs impliqués dans la SPD sur le riz ne se soient pas impliqués dans des organisations professionnelles sur le riz, la plupart ont renforcé leur implication dans des institutions de coordination des activités locales (tableau 2). Ces formes d'organisation sont en soi des plateformes de discussions entre agriculteurs, mais parfois avec des non-agriculteurs (système de microfinances par exemple). Elles constituent un moyen d'acquérir de l'information utile pour innover sur les variétés (accès à des ressources financières, des informations de marché) mais aussi pour disséminer les informations et connaissances issues du dispositif SPD en dehors du réseau mobilisé par le dispositif.

Organisation	Localisation	Nombre d'enquêtés membres	Nombre total de membres	Type d'association	Nature des activités
<i>Voamamy</i>	Andranomanelatra	3	45	Formelle, entraide féminine locale	Système de microfinance entre les membres
<i>Tsiaraika</i>	Ambohimiarivo	5	103	Formelle, aide financière	

Tableau 2. Organisations sociales présentes dans la zone d'intervention

Les impacts sociaux reliés à la participation au dispositif par les agriculteurs expérimentateurs enquêtés ont été qualifiés principalement par le renforcement de l'entraide entre voisins pour les tâches agricoles sur les essais expérimentaux, le partage d'expérience, mais surtout l'augmentation de « l'estime » (réputation) des agriculteurs hôtes dans le village. Le constat de l'ampleur de cette dimension sociale a incité un des agriculteurs participants à initier la structuration d'une Organisation Paysanne : « Tantsaha Tia Fandrosoana » (agriculteurs en quête de développement). Cette organisation mise en place au début de la campagne culturale 2021-2022 par 4 paysans participants au dispositif SPD regroupe désormais 16 agriculteurs. Elle est devenue le lieu principal d'organisation et de structuration du asa valin-tanana (travail d'entraide entre voisins) qui, jusqu'alors se faisait de manière occasionnelle.

3. La contribution de la SPD au renforcement des capacités à innover

Au regard du dispositif expérimental qui a été qualifié, nous analysons en quoi ce dispositif a renforcé trois capacités d'innovation parfois posées comme centrale dans la littérature sur l'innovation [TUR 15] [TOI 18] [SEG 21] respectivement la capacité à comprendre un système complexe, à apprendre et à agir collectivement.

3.1. La capacité à comprendre un système complexe

La complexité du système productif agricole malgache est inhérente à son historicité agraire [DAB 08] [SER 17]. Elle est aussi reliée à la recherche systémique [MOR 15] d'un équilibre entre l'obtention d'une production agricole suffisante et l'usage viable de différentes ressources : terre (fertilité), travail [RAZ 17], semences, matériels [RAB 13]. L'expérimentation de SPD par l'usage de nouvelles variétés a renforcé la capacité d'analyse et de compréhension des agriculteurs et des chercheurs sur les relations entre les variétés (capacité de tallage, tolérance à la pression des adventices, facilité du battage), les performances agronomiques et les résultats technico-économiques (investissements en travail, financiers consacrés à la riziculture). Elle accroît donc la capacité collective à se saisir de la complexité sans que ce résultat ne soit mesurable dans le contexte méthodologique mobilisé.

3.2. *La capacité à apprendre*

De manière complémentaire, les apprentissages sont identifiés comme des effets importants des recherches participatives par de nombreuses études [BLO 11] [DEM 17b] [TOI 18]. Certains auteurs [SEG 21] les considèrent comme un processus de « (trans)formation » des acteurs, de leurs savoirs et savoir-faire, et parfois de leur représentations et attitudes. Dans le cas de la participation à la SPD, du côté des agriculteurs, l'appropriation du jargon expérimental utilisé par les chercheurs : essai, semis en carré, témoin, sélection variétale participative, station de recherche, etc, renforce leur capacité à utiliser les résultats de la recherche ; c'est-à-dire à contextualiser les conditions d'usage des informations qu'ils peuvent collecter dans d'autres contextes d'informations que le dispositif SPD : projets d'ONGs, radios, plateformes numériques d'informations techniques. Ces termes leur étant étrangers au démarrage de la SPD, la connectivité cognitive avec les bases d'informations techniques sur les nouvelles variétés de manière générique (au-delà du riz) en sort ici renforcée. Enfin, la capacité à apprendre à expérimenter l'utilisation des variétés a conduit à renforcer, au-delà des plantes, les connaissances mobilisables sur les maladies et les contextes écologiques.

3.3. *La capacité à agir collectivement*

L'innovation résulte de processus collectifs qui supposent des interactions entre différents acteurs au sein d'un système complexe d'innovation [TOU 15]. Or cette capacité à agir collectivement reste tributaire du renforcement des réseaux et interactions sociales [REE 10]. Elle est également dans la littérature associée aux apprentissages organisationnels désignant la construction de nouvelles formes d'organisation et/ou de discussion entre acteurs [SIM 07]. La SPD, au-delà de ces interactions entre chercheurs et agriculteurs, comme le soulignent les résultats, a renforcé, parfois initié, les interactions entre agriculteurs. Ces interactions sont vectrices d'apprentissages collectifs dont témoigne, la création de l'organisation paysanne « Tantsaha tia fandrosoana ». Cette création issue de l'initiative des agriculteurs et non de la recherche rend compte des conséquences non attendues du projet de recherche SPD. Le lien entre la capacité d'apprendre et celle d'agir collectivement ayant été ici illustré.

Les changements identifiés reflètent des potentialités à appréhender son système complexe et à en tirer des leçons, donc à apprendre. Les échanges entre chercheurs et agriculteurs structurés par le dispositif SPD sous-entendent un processus de co-apprentissage dans l'hybridation entre savoirs scientifiques et savoirs paysans, ici par l'activité de sélection variétale. C'est à travers cette interaction qu'ils reçoivent des données, informations, connaissances qu'ils ne peuvent acquérir par eux-mêmes.

Conclusion

La caractérisation du dispositif méthodologique d'un programme de SPD sur le riz montre comment une recherche collaborative et participative renforce l'efficacité d'impact des programmes d'amélioration variétale à Madagascar. Les résultats explicitent ainsi les différentes fonctionnalités de ce programme, mais aussi sa réflexivité sur les capacités d'innovation des agriculteurs et des chercheurs. Plusieurs conditions de réalisation de ces programmes ont été précisées comme la nécessité de générer des relations collectives de confiance et d'apprentissages dans des temporalités longues et la diversification des trajectoires de dissémination des résultats en fonction de l'hétérogénéité socio-économique des agriculteurs expérimentateurs. Ils mettent en connaissance les externalités de ce dispositif de SPD sur les transformations sociotechniques des agriculteurs participants et les capacités d'innovation des parties prenantes.

Les résultats confirment l'hypothèse que l'adoption ou non de nouvelles variétés n'est pas le seul indicateur d'efficacité de ces dispositifs. Le processus d'adoption en lui-même permet de réorienter les stratégies de production de connaissances, de variétés, de nouvelles pratiques organisationnelles dans les dispositifs existants. L'étude rend compte de l'importance du contexte agronomique mais

aussi social d'intervention. Elle contribue à solidifier les conditions de pérennisation d'un programme de recherche sur plusieurs années pour sortir d'un pilotage à court terme par projet. Le caractère inclusif de la sélection participative mise en œuvre documente ainsi comment sortir du modèle linéaire de la recherche en réduisant l'inégalité d'accès à la connaissance entre ceux qui la génèrent et ceux qui la mobilisent pour mieux innover. Ces contributions renforcent par la même la capacité méthodologique des chercheurs à analyser l'innovation variétale d'un point de vue plus transdisciplinaire entre les sciences biologiques et sociales.

Deux limites structurent cependant le besoin de travaux complémentaires. La première est liée à notre faible échantillon contextualisé à une situation de proximité dans l'interaction entre agriculteurs et chercheurs sur le dispositif. Les conditions de vérification de nos résultats imposeraient en soi de reproduire l'analyse sur d'autres dispositifs pour pouvoir quantifier les causalités qualitatives que nous avons qualifiées entre la SPD et le renforcement des capacités à innover. Néanmoins, le transfert de la méthode de SPD elle-même dans d'autres contextes comme dans les programmes de sélection de riz pluvial en moyenne altitude ou au sud de Madagascar sur d'autres productions (mil, sorgho et niébé) est susceptible de permettre les mêmes résultats. En soi il ne s'agirait plus de diffuser des variétés mais de disséminer une approche qui permet de choisir les bonnes variétés en fonction de la spécificité des contextes localisés. La deuxième limite est le manque d'analyse économique du processus. Cette analyse aurait pu, en effet, porter sur la caractérisation des rendements croissants d'adoption, c'est-à-dire des relations positives entre le taux d'adoption de nouvelles variétés et l'efficacité technico-économique obtenue (il peut aussi exister des rendements décroissants). Cela aurait cependant exigé des protocoles méthodologiques spécifiques qui n'ont pu être mis en œuvre dans le cadre du projet considéré.

Pour ce qui est de la question environnementale, l'essence même de la SPD de se conformer aux conditions cibles des producteurs peut favoriser la transition agro-écologique. L'appropriation des variétés, adaptées à ces systèmes à faibles intrants, peut limiter les besoins en fertilisants chimiques et contribuer à améliorer les impacts environnementaux de la SPD. L'affirmation de la mise en service des pratiques de SPD à cet enjeu de transition agro-écologique reste néanmoins à confirmer.

Remerciements

Ce travail a été financé par les projets GeneRice (N° 1605-019, financé par Agropolis Fondation, Montpellier, France) et CRP RICE.

Bibliographie

- [ABR 10] ABRAMI G., VEJPAS C., BOUSQUET F., & TREBUIL G., «Participatory modelling, and simulation of the rice seed system in Northeast Thailand», In *ISDA*, pp. 27-p, 2010.
- [ASH 95] ASHBY J. A., & SPERLING L., « Institutionalizing participatory, client-driven research and technology development in agriculture », *Development and change*, 26(4), 753-770, 1995.
- [AUT 22] AUTFRAY P., RAKOTOFIRINGA N.H. Z., LETOURMY P., & vom BROCKE K., « Évaluation multicritère et participative de variétés de riz pluvial dans une gamme contrastée d'environnements à Madagascar », *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 26 (1) : 43-54, 2022.
- [BEG 22] BEGNA T., « Importance of Participatory Variety Selection and Participatory Plant Breeding in Variety Development and Adoption », *American Journal of BioScience*, 10(2), 35-43, 2022.
- [BLO 11] BLONDIAUX L., FOURNIAU J.-M., « Un bilan des recherches sur la participation du public en démocratie : beaucoup de bruit pour rien? » *Participations*, 1, 8-35, 2011. <https://doi.org/10.3917/parti.001.0008>.
- [CEC 07] CECCARELLI S., GRANDO S., « Decentralized-Participatory Plant Breeding: An Example of Demand Driven Research ». *Euphytica*. 155. 349-360, 2007. 10.1007/s10681-006-9336-8.

- [CEC 09] CECCARELLI S., « Selection methods. Part 1: Organizational aspects of a plant breeding program », dans CECCARELLI S., GUIMARAES E.P., WELTEZIEN E. (dir), *Plant Breeding and farmer participation*, Food and agriculture organization of the United Nation. p.195-222, 2009.
- [CHI 06] CHIFFOLEAU Y., « La sélection participative, du Sud au Nord : enjeux et conditions d'un "transfert" », *Dossiers de l'Environnement de l'INRA*, (30), 145-151, 2006.
- [COU 01] COURTOIS B., BARTHOLOME B., CHAUDHARY D., MCLAREN G., MISRA C. H., MANDAL N. P., ... & TAKHUR R., « Comparing farmers and breeders' rankings in varietal selection for low-input environments: A case study of rainfed rice in eastern India », *Euphytica*, 122(3), 537-550, 2001.
- [DAB 08] DABAT M. H., JENN-TREYER O., RAZAFIMANDIMBY S., BOCKEL L., « L'histoire inachevée de la régulation du marché du riz à Madagascar », *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (303-304-305), 75-89, 2008.
- [DAW 08] DAWSON J. C., MURPHY K. M., & JONES S. S., « Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems », *Euphytica*, 160 (2), 143-154, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9533-0>.
- [DEM 17a] DEMEULENAERE É., RIVIER, P., HYACINTHE A., BALTASSAT R., BALTAZAR S., GASCUEL J.-S., LACANETTE J., MONTAZ H., PIN S., RANKE O., SERPOLAY-BESSON E., THOMAS M., FRANK G. V., VANOVERSCHELDE M., VINDRAS-FOUILLET C. & GOLDRINGER I., « Dossier : Des recherches participatives dans la production des savoirs liés à l'environnement – La sélection participative à l'épreuve du changement d'échelle. À propos d'une collaboration entre paysans sélectionneurs et généticiens de terrain », *Natures Sciences Sociétés*, 25(4), 336-346, 2017. <https://doi.org/10.1051/nss/2018012>
- [DEM 17b] DEMEULENAERE É., GOLDRINGER I., « Semences et transition agroécologique : initiatives paysannes et sélection participative comme innovations de rupture », *Natures Sciences Sociétés* 25, S55-S59, 2017.
- [DES 08] DESCLAUX D., NOLOT J.M., CHIFFOLEAU Y., LECLERC C., GOZE E., « Changes in the concept of Genotype x Environment interactions to fit agriculture diversification and decentralized participatory plant breeding: A pluridisciplinary point of view », *Euphytica* 163: 533-546, 2008.
- [FAU 18] FAURE G, CHIFFOLEAU Y, GOULET F, TEMPLE L, TOUZARD JM., « Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires », *Editions Quae*, ISBN 9782759228126, 259p, 2018.
- [GLO 16] GLOVER D., SUMBERG J., et ANDERSSON J., « The Adoption Problem; or Why We Still Understand so Little about Technological Change in African Agriculture », *Outlook on Agriculture* 45, no 1 : 3 6, 2016.
- [JOH 03] JOHNSON N.L., LILJA N., ASHBY J.A., « Measuring the impact of user participation in agricultural and natural resource management research », *Agricultural Systems*, 78 : 287–306, 2003.
- [MOR 15] MORIN E., « Introduction à la pensée complexe », *Média Diffusion*, 2015.
- [NLE 21] NLEND L. Temple L., « Le secteur semencier céréalière au Burkina Faso : dépendance de sentier et trajectoires d'évolution depuis 1970 », *Economie et institutions*, N° 29, 2021. <https://journals.openedition.org/ei/6798>
- [PAM 19] PAM, « La filière riz à Madagascar face à la fertilisation », Rapport du Bureau pays du Programme Alimentaire Mondial à Madagascar, 2019.
- [PRE 95] PRETTY J., « Participatory Learning for Sustainable Agriculture », *World Development*, Volume 23, Number 8, pp. 1247–1263, 1995.
- [RAB 13] RABOIN L.M., RAMANANTSOANIRINA A., DZIDO J.L., RADANIELINA T., THARREAU D., DUSSERRE J., AHMADI N., « Création variétale pour la riziculture pluviale à Madagascar : bilan de 25 années de sélection », *Cahier de l'Agriculture*, 22, 450–458, 2013.
- [RAD 10] RADANIELINA T., « Diversité génétique du riz (*Oryza sativa* L.) dans la région de Vakinankaratra, Madagascar. Structuration, distribution éco-géographique & gestion in situ », *Amélioration des plantes*. ENSIA (AgroParisTech). Français, 2010.
- [RAT 12] RATNADASS, A., RANDRIAMANANTSOA, R., DOUZET, J. M., RAKOTOALIBERA, M. H., ANDRIAMASINORO, V., RAFAMATANANTSOA, E., & MICHELLON, R., Evaluation des risques liés au traitement de semences contre les attaques d'insectes terricoles sur riz pluvial à Madagascar et d'alternatives biologiques aux molécules de synthèse. INRA, 2012.

- [RAV 16] RAVELOSON, H., RAFENOMANJATO, A., RAMANANTSOANIRINA, A., SESTER, M., et RABOIN, L., « Gestion de la diversité variétale du riz pluvial pour contrôler la pyriculariose », dans H. DUCHAUFOR, A. T. RAZAFIMBELO, J. RAKOTOARISOA, B. RAMAMONJISOA, & RAKOTONDRAVAO (dir.), *Recherche interdisciplinaire pour le développement durable et la biodiversité des espaces ruraux malgaches. Application à différentes thématiques de territoire*, MYE, Antananarivo : Actes du Projet PARRUR. 137-167, 2016.
- [RAZ 17] RAZAFINDRAKOTO M., ROUBAUD F., WACHSBERGER J. M., *L'énigme et le paradoxe : économie politique de Madagascar*. IRD éditions, 2017.
- [REE 10] REED M.S., EVELY A.C., CUNDILL G., FAZEY I., GLASS J., LAING A., NEWIG J., PARRISH B., PRELL C., RAYMOND C., STRINGER L. C., « What is social learning? », *Ecology and Society*, 15, 4, 2010.
- [RIV 13] RIVIÈRE P., PIN S., GALIC N., de OLIVEIRA Y., DAVID O., DAWSON J., WANNER A., HECKMANN R., OBBELLIANNE S., RONOT B., PARIZOT S., HYACINTHE A., DALMASSO C., BALTASSAT R., BOCHÈDE A., MAILHE G., CAZEIRGUE F., GASCUEL J-S., GASNIER R., BERTHELOT J-F, BABOULÈNE J., POILLY C., LAVOYER R., HERNANDEZ M-P, COULBEAUT J-M., PELOUX F., MOUTON A., MERCIER F., RANKE O., WITTRISH R., de KOCHKO P., GOLDRINGER I., « Mise en place d'une méthodologie de sélection participative sur le blé tendre en France », *Innovations agronomiques*, vol. 32, p. 427-441, 2013.
- [SEG 21] SEGUIN L., BARATAUD F., GUICHARD L., BONIFAZI M., SOUCHERE V., BOUARFA S., TOURNEBIZE J., « La participation comme objet intermédiaire d'apprentissages : leçons d'une démarche participative sur les pollutions diffuses agricoles ». *Nat.Sci. Soc.* 29, 3, 299-311, 2021.
- [SER 17] SERPANTIE G., « Le système de riziculture intensive ou « SRI » à Madagascar : entre légende urbaine et innovation rurale », *Anthropologie & Développement* 46-47, 67-99, 2017. <https://doi.org/10.4000/anthropodev.588>.
- [SIM 07] SIMARD L., FOURNIAU J.-M., « Ce que débattre nous apprend. Éléments pour une évaluation des apprentissages liés au débat public », dans REVEL M., BLATRIX C., BLONDIAUX L., FOURNIAU J.-M., HERIARD DUBREUIL B., LEFEBVRE R. (dir), *Le débat public : une expérience française de démocratie participative*, Paris, La Découverte, 318-331, 2007.
- [TAK 20] TAKAHASHI K., MURAOKA R., & OTSUKA K., « Technology adoption, impact, and extension in developing countries' agriculture: A review of the recent literature », *Agricultural Economics*, 51(1), 31-45, 2020.
- [TOI 18] TOILLIER A., DEVAUX-SPARTAKIS A., FAURE G., BARRET D., MARQUIE C., « Comprendre la contribution de la recherche à l'innovation collective par l'exploration de mécanismes de renforcement de capacité », *Cahier Agriculture*, 27: 15002, 2018.
- [TOU 15] TOUZARD J.-M., TEMPLE L., FAURE G., Triomphe B., « Innovation systems and knowledge communities in the agriculture and agrifood sector: a literature review », *Journal of Innovation Economics and Management*, 2(17), 117-142, 2015.
- [TUN 15] TURNER J.A., KLERKX L., WHITE T., PAYNE T., EVERETT-HINCKS J., MACKAY A., BOTH A N., « Unpacking systemic capacity to innovate: How projects coordinate capabilities across agricultural innovation system levels », 2015.
- [BRO 20] vom BROCKE K., KONDOMBO C. P., GUILLET M., KABORÉ R., SIDIBÉ A., TEMPLE L., TROUCHE G.. « Impact of participatory sorghum breeding in Burkina Faso », *Agricultural Systems*, 180, 102775, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102775>
- [WOL 08] WOLFE M., BARESEL J., DESCLAUX D., GOLDRINGER I., HOAD S., KOVACS G., LÖSCHENBERGER F., MIEDANER T., ØSTERGÅRD H., LAMMERTS VAN BUEREN E., « Developments in breeding cereals for organic agriculture », *Euphytica* 163(3), 323-346, 2008.