



HAL
open science

Pilotage et évaluation de la sélection participative du maïs population

Laurent Hazard, Frédéric Rey

► **To cite this version:**

Laurent Hazard, Frédéric Rey. Pilotage et évaluation de la sélection participative du maïs population. Innovations Agronomiques, 2023, 88, pp.56-68. 10.17180/ciag-2023-vol88-art05 . hal-04312447

HAL Id: hal-04312447

<https://hal.inrae.fr/hal-04312447>

Submitted on 28 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Pilotage et évaluation de la sélection participative du maïs population

Hazard Laurent¹, Rey Frédéric²

1 AGIR, INRAE Chemin de Borde-Rouge - Auzeville BP 52627 31326 CASTANET-TOLOSAN CEDEX FRANCE

2 Institut de l'agriculture et de l'alimentation biologiques, 149 Rue de Bercy, 75012 Paris, FRANCE

Correspondance : laurent.hazard@inrae.fr

Résumé

Construire une agriculture basée sur la diversité engage un changement dans les raisonnements et les valeurs des agriculteurs. Selon une perspective pragmatique, ceux-ci se révèlent et se transforment dans l'action. Nous avons étudié ces transformations en interrogeant la pratique de sélection participative du maïs population. De manière complémentaire à la voie hybride choisie par les entreprises de sélection pour de nombreuses espèces, développer et adapter des variétés populations à la ferme est possible et s'inscrit dans une quête d'autonomie propre aux systèmes agroécologiques valorisant la biodiversité. Le projet Covalience a été co-construit avec cinq groupes d'agriculteurs sélectionnant leur maïs population et questionnant la pertinence de leurs pratiques et l'avenir du maïs dans leurs systèmes. Nous avons utilisé différentes méthodes (vidéo, entretiens, ateliers participatifs, expérimentation) pour confronter les acteurs de cette sélection participative à ce qu'ils font réellement, afin de les aider à améliorer leurs pratiques et à raisonner la place du maïs dans leurs systèmes en transition vers l'agroécologie. Covalience est un projet collaboratif réussi : il a produit plus de 40 livrables, ses vidéos ont été visionnées par un large public, et grâce à ses partenaires très investis les résultats ont été directement mis en œuvre dans les collectifs d'agriculteurs.

Mots clés : amélioration des plantes, agroécologie, gestion de la biodiversité cultivée, pragmatisme, recherche participative.

Abstract: Steering and evaluating the participatory breeding of population maize

Building diversity-based agriculture requires a change in farmers' thinking and values. According to a pragmatic perspective, these are revealed and transformed in action. We studied these transformations by questioning the practice of participatory selection of maize population. Besides the hybrid creation chosen by breeding companies, breeding on-farm population varieties is possible. It is part of a quest for autonomy which is specific to agroecological systems that value biodiversity. The Covalience project was co-designed with five groups of farmers selecting their maize populations and questioning the relevance of their practices and the future of corn in their systems. We used different methods (video, interviews, participatory workshops, experimentation) to confront the actors of participatory plant breeding with what they are doing and to help them improving their practices and reasons for the place of maize in their farming systems transitioning towards agroecology. With more than 40 deliverables, videos viewed by a wide audience and highly committed partners, Covalience is a successful collaborative project, with its results directly implemented in farmers' collectives.

Keywords: plant breeding, agroecology, management of cultivated biodiversity, pragmatism, participatory research.

Introduction

Dans les années 2000, à l'initiative d'un paysan, Bertrand Lassaingne, s'est développé un travail de sélection paysanne du maïs population. Porté par la structure AgroBioPerigord, un travail de recueil, de caractérisation, de sélection, de diffusion de maïs population et de coordination de cette activité. Les variétés populations sont un type de variétés issues de la multiplication par pollinisation libre d'un ensemble d'individus (Massias *et al*, 2020). Cette forme variétale est désormais originale chez le maïs dominé par les variétés hybrides issues de croisement contrôlé entre deux parents consanguins. Développer des variétés populations s'inscrivait dans une lutte contre la commercialisation du maïs hybride et OGM (Fenzi et Couix, 2022). En 2016, après plus d'une décennie de travail, les acteurs de cette sélection ont souhaité réaliser une forme d'évaluation visant à améliorer leurs pratiques. Cette question est à la naissance du projet CASDAR Covalience qui nous a permis de consolider des méthodes et des outils pour accompagner la sélection participative du maïs population. Nous avons organisé notre travail en trois actions : i) caractériser ce à quoi les acteurs de la sélection donnent de la valeur, pour définir les critères de performance de ce travail et conduire des expérimentations pour tester et évaluer divers modes de sélection, ii) analyser et évaluer la sélection telle que pratiquée par les agriculteurs sur leurs fermes, iii) apprendre de l'expérience et mettre en forme ces apprentissages pour former, accompagner et innover (Figure 1).



Figure 1. Les actions et tâches du projet COVALIENCIE - Sélection participative sur maïs population

Le projet Covalience a permis de jeter les bases d'une évaluation chemin-faisant d'un programme de sélection participative. La sélection participative est une méthode d'amélioration des plantes, impliquant agriculteurs, techniciens et chercheurs, réalisée directement dans le milieu de production à la ferme. Elle permet de sélectionner des ressources génétiques adaptées à une diversité de milieux de culture dont des milieux pauvres (Ceccarelli, 1994). Elle palie ainsi une des limites de la sélection en station liée à la possible inadéquation entre le milieu de sélection et le milieu de production, ainsi qu'entre les orientations

données par le sélectionneur et les besoins de l'agriculteur. Certaines expériences de sélection participative s'affranchissent des critères d'homogénéité et de stabilité appliqués aux variétés commerciales (Abdourahman djama, 2013). Les variétés hétérogènes et évolutives ainsi créées ont un niveau de performance supérieur aux variétés commerciales en conditions de faibles intrants et en AB (voir par exemple : Philipps et Wolfe, 2005 ; Gressier *et al*, 2013). Enfin la sélection participative contribue à maintenir la diversité génétique des espèces cultivées (Thomas *et al*, 2012 ; Combettes *et al*, 2015). Cependant, comme toute innovation se développant, cette nouvelle forme de sélection se confronte à un déficit de connaissances. Ce déficit mêle des aspects techniques et organisationnels.

Sur le plan technique, les connaissances produites portent surtout sur les espèces autogames comme le blé (Rivière *et al*, 2015) et peu sur les allogames. De plus, les variétés-populations apparaissent chez les allogames comme une forme variétale orpheline délaissée par les chercheurs et les semenciers. Elles ont fait l'objet de beaucoup moins de travaux que la voie hybride. Pourtant, elles ont montré leur intérêt lorsqu'il est impossible de contrôler l'hybridation ou que le retour sur investissement est trop faible. Ainsi, Sampoux *et al* (2011) ont clairement démontré qu'une espèce allogame comme le ray-grass anglais pouvait être améliorée par d'autres méthodes que l'hybridation. Pour Coors (1999), les variétés-populations pourraient avoir des rendements équivalents aux hybrides si le même effort de recherche était appliqué. D'ailleurs, chez une espèce comme le maïs, la sélection massale est utilisée avec succès en pré-breeding pour adapter des populations à conditions de culture sous-optimales (Genter, 1976). Toledo Machado et Fernandes (2001) ont, quant à eux, montré l'efficacité d'une sélection "mixte" en station (sélection massale puis familiale) et participative à la ferme (six années de sélection massale) pour développer une variété de maïs productive en conditions tropicales.

Sur le plan organisationnel, un premier challenge est de recoupler sélection et production. En effet, la modernisation agricole s'est accompagnée d'un découplage entre ces activités : la création variétale, l'évaluation des variétés, la production de semences, la diffusion des semences ont été confiées à des opérateurs extérieurs aux fermes (Bonneuil *et al*, 2006). L'objectif est ici de consolider un mode d'innovation ouverte permettant de créer des variétés à la ferme. Cela questionne la participation, la coordination entre des acteurs hétérogènes et entre différents niveaux d'organisation : activité de l'agriculteur sur sa ferme, du collectif local avec son animateur, du réseau national (Attour et Rallet, 2014). Plus globalement, ces nouveaux dispositifs n'échappent pas à la question qui taraude tout sélectionneur : quels progrès et quels effets de mon travail ? Cette question, qui n'est déjà pas triviale dans le dispositif officiel d'innovation variétale, est fondamentale pour le développement de la sélection et de la recherche participative.

La sélection participative s'élabore sur un ensemble de règles de participation entre les collectifs d'agriculteurs et les chercheurs. Sperling *et al* (2001) qualifient ces règles selon trois principaux critères : i) le moment de la participation (choix des objectifs de sélection, sélection, testage, diffusion...), ii) le degré de participation : consultatif, collaboratif ou collégial, iii) le rôle joué par les producteurs et les chercheurs dans la démarche. Selon la démarche, l'action collective va générer une capacitation individuelle et collective plus ou moins importante (Hall, 2007). Ce constat nous amène à considérer que l'adaptabilité générée par la sélection participative n'est pas seulement une caractéristique des variétés produites, mais résulte également des collectifs qui les créent. Ceux-ci développent en effet une pratique de co-conception et de résolution de problèmes (Combettes *et al*, 2015). Favoriser la participation et coordonner les acteurs sont donc des enjeux importants de cette forme de sélection. Si les approches participatives sont d'actualité, leur définition reste floue. Les définir plus précisément et adopter un cadre conceptuel est nécessaire, d'une part, pour les analyser, et, d'autre part pour agir avec discernement. Pour Zask (2011), la participation correspond à trois types d'expériences : prendre part, contribuer et bénéficier. Prendre part, c'est être membre d'un groupe, aussi éphémère soit-il, pour réaliser une action en commun. Contribuer, c'est ce que va intégrer le contributeur dans l'histoire commune, c'est son apport personnel. Et enfin bénéficier, c'est ce qui va permettre l'individuation, la construction de l'individu dans l'interaction

avec le groupe. Par cette décomposition de la notion même de participation, il devient possible de réinterroger les modalités de la participation dans des dispositifs de sélection participative.

Un autre aspect de la sélection participative est de se développer malgré une incomplétude des savoirs relatifs à la complexité des environnements avec lesquels elle interagit. Qui dit complexité, dit incertitude. Une tension entre l'intentionnel et l'imprévu se retrouve à tous les niveaux de la sélection participative (ferme, collectifs, réseau national). La stratégie imaginée est revue, pour composer avec la situation qui se transforme du fait d'aléas climatiques, économiques, du comportement des variétés populations etc. Il apparaît alors nécessaire d'adopter une stratégie dite chemin-faisant (Avenier, 1997), en construisant son chemin pas-à-pas, de façon à tirer profit des situations qui émergent progressivement. Cela nécessite des instruments adéquats favorisant le questionnement du sens, des conséquences et des valeurs qui motivent l'action afin éventuellement de la modifier. D'une manière générale, l'évaluation correspond à un processus d'élaboration d'informations en vue d'attribuer des « valeurs », de tous ordres, à une action (Dewey, 2011). Elle se démarque des procédures de contrôle qui supposent l'existence d'un référent préétabli et constant (Couix, 1997), comme c'est le cas par exemple du contrôle qualité. Le référent mobilisé pour élaborer un " jugement de valeur " n'est pas donné *a priori* : il se construit et se transforme par le processus même d'évaluation.

Nous avons décidé de conduire ce travail réflexif sur la sélection participative sur le maïs, pour plusieurs raisons :

- S'appuyer sur un travail de sélection participative conduit sur le maïs depuis plus de 15 ans en France ;
- Choisir, avec le maïs, l'espèce modèle de la voie hybride pour la sélection des allogames, pour laquelle peu de connaissances existent sur la voie population ;
- Se confronter à de forts enjeux économiques et ne pas marginaliser notre démarche en choisissant de travailler sur une obscure espèce orpheline ;
- Ne pas diaboliser l'espèce emblématique de l'intensification agricole : le maïs, pris dans un processus de sélection participative, devient une espèce intéressante pour accompagner les phases de transition vers des systèmes agroécologiques par une sécurisation de systèmes d'élevage à base d'herbe, une réduction des coûts de production du maïs pour des conditions de culture sous-optimales avec des semences mieux adaptées et moins coûteuses ;
- Travailler sur une espèce à plusieurs fins : alimentation humaine, alimentation animale en grain ou en ensilage.

1. Mise en place d'une démarche collaborative

Le projet Covalience a été conduit comme une action collective où il s'agissait de former un collectif, en prendre soin et travailler sur le sens des actions que nous conduisons. Nous avons ainsi travaillé dans l'optique d'une amélioration permanente de notre action collective. Le projet Covalience a été une belle aventure humaine avec des départs et des arrivées, des choses qui marchent et des déconvenues. Les échanges et interactions régulières ont permis d'ajuster constamment notre action en fonction des résultats obtenus et de notre compréhension de ce qui posait problème, afin de produire des connaissances utiles et utilisées. La crise Covid ne nous a pas facilité la tâche, mais nous sommes parvenus à atteindre nos objectifs grâce à une gouvernance distribuée, à la confiance que cela a instauré et au plaisir qu'il en a découlé de travailler ensemble.

Le projet Covalience réunissait un consortium de 10 partenaires. L'idée principale était de s'appuyer sur des expériences existantes pour les analyser et de travailler des pistes d'amélioration. Cinq partenaires engagés dans la sélection participative du maïs population constituaient ainsi le cœur du projet :

- **AgroBio Périgord (Dordogne)**

AgroBio Périgord a lancé Les travaux de sélection participative en maïs population en 2001 en Dordogne avec la mise en place annuelle d'une plateforme expérimentale (De Boef, 2013), puis dans des parcelles en conditions réelles de production. En 20 ans, plus de 1 000 fermes ont testé des variétés de maïs population. Des essais plus spécifiques ont aussi été mis en place (essai densité, sélection, observation variétale), ainsi que des essais de création variétale (ex. protocole brésilien). Les résultats obtenus ont fait l'objet de nombreux rapports, afin de porter à connaissance les expériences réalisées. Inspirés par cette initiative, de nouveaux collectifs ont vu le jour dès 2005. Des partenariats ponctuels avec la recherche, sur des sujets spécifiques, ont été mis en place dès 2007 dans le cadre de projets régionaux ou nationaux (ex. QUALIMASPOP 2014-2015) et européens (ex. DIVERSIFOOD 2015-2019).

- **FD Civam 44 (Loire-Atlantique)**

La FD Civam 44 travaille depuis 2009 au développement des semences paysannes sur son territoire et notamment des maïs populations. A travers des formations, des tours de parcelle ou encore des animations de groupes, elle accompagne aujourd'hui près de 60 fermes en agriculture conventionnelle ou biologique réparties sur l'ensemble du département. La FD Civam 44 a également participé à plusieurs projets de recherche action sur cette thématique.

- **CBD (Poitou-Charentes)**

L'association Cultivons la Bio-Diversité (CBD) en Poitou Charentes a été créée en 2009 afin de promouvoir, développer et sauvegarder la biodiversité cultivée. Elle compte plus de 300 adhérents sur le Poitou-Charentes dont une centaine d'agriculteurs (les autres sont des jardiniers amateurs) travaillant sur les maïs et les blés. Une dizaine de variétés de maïs population sont utilisées dans le réseau, principalement pour l'ensilage, mais de plus en plus d'agriculteurs s'y intéressent pour le grain. Les groupes maïs fonctionnent sur le principe d'échange de savoir et savoir-faire avec des formations dispensées par un binôme agriculteur/animateur. Certains membres de ces groupes souhaitent approfondir leurs connaissances sur la sélection en menant des expérimentations en plein champ.

- **ARDEAR du Centre**

L'ARDEAR Centre anime depuis 2013, en partenariat avec l'unité de recherche Amélioration, Génétique et Physiologie Forestière de l'INRAE Val de Loire, un projet à l'échelle régionale de recherche participative sur plusieurs espèces (blé, maïs, tournesol, arbres forestiers). Dans le cadre de ce projet, une vingtaine d'agriculteurs, répartis dans les différents départements de région, travaillent à sélectionner et à adapter à leurs pratiques et à leurs conditions pédo-climatiques plusieurs variétés population de maïs. Ce réseau d'agriculteurs est demandeur d'échanges et de mutualisation des acquis avec d'autres collectifs d'agriculteurs et de chercheurs menant des essais sur les variétés population de maïs.

- **ADDEAR de la Loire**

L'ADDEAR 42 accompagne depuis 2007 un groupe d'éleveurs sur la production et l'échange de semences de maïs. De nombreux éleveurs et plusieurs lycées agricoles ont mené des essais dans la Loire et dans le Rhône, avec l'appui de partenaires techniques. La gouvernance est assurée par un noyau dur qui a obtenu la reconnaissance GIEE. Depuis 2017, le groupe fournit un appui-formation à des collectifs émergents de plusieurs autres départements, en lien avec les partenaires de COVALIANCE.

Ces partenaires étaient accompagnés dans l'analyse, l'amélioration et la capitalisation par : l'ITAB, l'INRAE de Toulouse et du Moulon, le Réseau Semences Paysannes, l'Ecole d'Ingénieur de Purpan, l'EPL de Valence

Covaliance a été conduit comme un projet de recherche collaborative dans lequel les identités professionnelles ont été bousculées : agriculteurs faisant de l'expérimentation, chercheurs faisant de l'animation, animateurs faisant de la formation etc... Nous avons mobilisé différentes méthodes

d'investigation : ateliers participatifs, entretiens, vidéo pour des entretiens de confrontation, expérimentations contrôlées ou à la ferme, analyse de document, formation-action, analyse bibliographique etc... pour produire des connaissances sur la sélection participative du maïs population. De la même façon, nous avons mobilisé une diversité de méthodes et de supports pour favoriser les apprentissages croisés et la diffusion des connaissances produites : ateliers, accompagnement de nouveaux collectifs, réalisation d'une boîte à outils, vidéos, interventions, formations, articles scientifiques...

2. Principaux résultats

2.1. S'attacher à la dimension collective

Construire une agriculture basée sur la diversité engage un changement dans les raisonnements et les valeurs des agriculteurs. Selon la perspective pragmatique que nous avons adoptée dans le projet, les valeurs ne sont pas considérées comme extérieures mais inhérentes à l'action, nous nous sommes donc focalisé sur les processus de changement à l'échelle de l'exploitation agricole afin de questionner les relations entre un changement de valeurs et un changement de pratiques. Tout en mettant en œuvre une méthodologie originale basée sur l'auto-confrontation et le croisement des regards, notre travail nous a permis de révéler les contradictions entre ce que disent les agriculteurs et ce qu'ils font, et d'étudier les décalages entre l'expression individuelle et la discussion collective (Garçon *et al*, 2018). Nous avons utilisé la vidéo pour confronter les acteurs à ce qu'ils font. Nous avons filmé leurs pratiques de sélection (semer, éliminer, choisir, trier, sécuriser) et nous les avons mis en débat (Figure 2 ; <https://vimeo.com/showcase/8728734>). Ce travail a ainsi révélé, entre autres, leur attachement à la dimension collective de ce travail (https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=iqOj1Ma_rNs). L'accompagnement et l'animation des collectifs de sélection participative doivent donc s'attacher à développer ce volet collectif et à travailler sur l'identité du collectif aux côtés des aspects purement techniques de la conduite de la sélection.

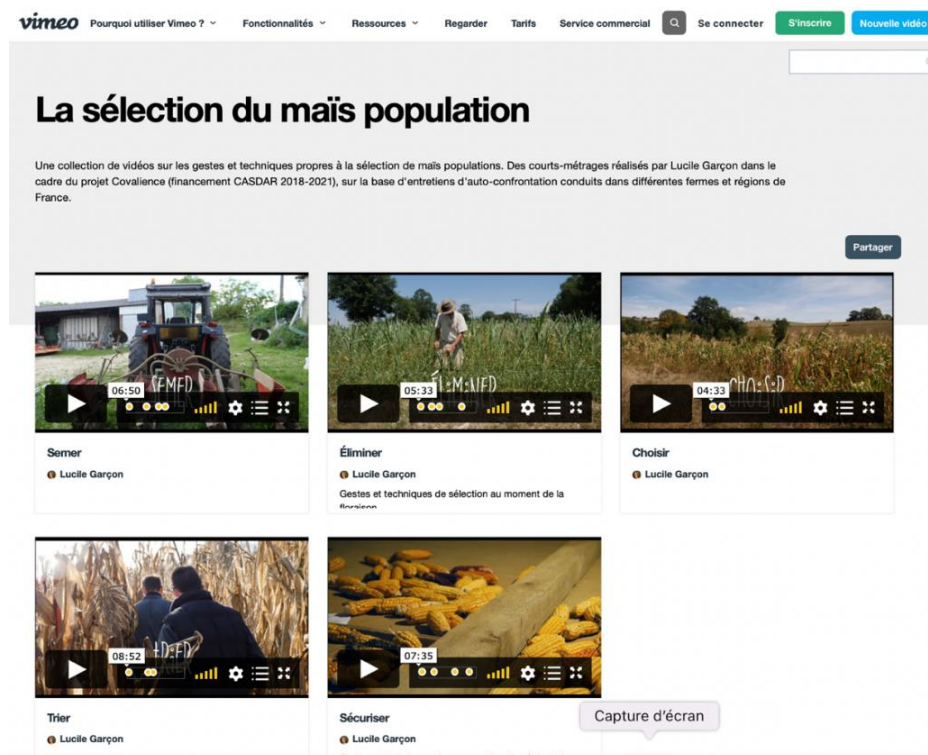


Figure 2. Vidéos « Les gestes techniques de la sélection du maïs population : Semer, Eliminer, Choisir, Trier et Sécuriser »

2.2. Développer des références propres au maïs population

Le travail de confrontation conduit sur les pratiques de sélection, et plus largement l'ensemble des interactions ayant existé dans le cadre du projet Covalience, laissent apparaître que les acteurs de la sélection participative du maïs population ne cessent de le comparer aux hybrides F1, que sont les variétés de maïs commercialisés, alors qu'ils souhaitent s'affranchir des références construites avec -et pour- ces hybrides. Le cas symbolique de la transition de variétés de maïs hybrides vers des populations à pollinisation libre illustre que les processus de changement sont faits de tensions entre différents moyens de valorisation. Entre la comparaison constante à l'hybride et le désir de s'affranchir des références établies pour le promouvoir, nous montrons que les modes de valorisation émergents sont pris dans des instruments de mesure qui inhibent les changements. La description de telles ambivalences ouvre la voie pour repenser les dynamiques de transition au-delà des représentations linéaires qui sont généralement utilisées pour les décrire. Les instruments existants de mesure et la définition même de la performance entravent la transformation des pratiques, raisonnements et valeurs nécessaires au développement d'une agriculture basée sur la biodiversité. Plus globalement, ce travail pose la question de la reconnaissance et de la construction sociale des connaissances, et du rôle des chercheurs dans la formalisation d'autres modes de valorisation. Notre leitmotiv dans le projet a donc été de co-produire des outils et des références qui s'affranchissent de cette comparaison, notamment en travaillant sur la place et l'identité du maïs population dans les systèmes agricoles de demain (cf 2.7).

2.3. Conserver les choses simples

Un lourd travail d'expérimentation à la ferme a été conduit avec les agriculteurs volontaires encadrés par les animateurs des différentes structures d'accompagnement. Nous avons cependant rencontré des difficultés de mise en œuvre qui ont limité l'acquisition de résultats exploitables liées aux conditions climatiques, mais également à l'effet maternel des graines (Lande et Price, 1989). L'effet maternel provient des différences de qualité de graines produites dans des milieux différents. Ces différences ont un impact important sur la levée, la vigueur à la levée et *in fine* sur la densité de plantes ce qui rend l'interprétation des différences observées dans les expérimentations sujettes à caution.

Notre travail montre néanmoins que comparée à d'autres schémas de sélection plus complexes que nous avons testés comme la sélection généalogique (épi-ligne), la sélection massale, simple à mettre en œuvre dans des parcelles de production, est la plus adaptée et efficace pour les agriculteurs. Par ailleurs, la diversité des pratiques et des terroirs permet de maintenir la diversité des populations.

Le travail d'expérimentation nous a également permis de revenir sur des pratiques consistant à multiplier les critères de sélection et à conserver un nombre important d'épis lors de la sélection. Ce sont là des pratiques de gestion conservatoire mais pas des pratiques d'amélioration génétique. Pour sélectionner efficacement, il faut créer un différentiel de sélection. Nous avons montré que cela implique de choisir 1 ou 2 critères de sélection et de limiter grandement le nombre d'épis choisis. L'importance des différentiels de sélection créés va dépendre de l'homogénéité de la zone de sélection et donc des parcelles. Lorsque les parcelles sont hétérogènes, il sera conseillé, afin de maximiser le différentiel de sélection créé, d'intégrer d'autres méthodes au protocole de sélection, comme une méthode de stratification de la zone de sélection par exemple.

La sélection sur le poids des épis fonctionne mais se traduit par une augmentation dans le décalage de la floraison mâle et femelle. La tentative de corriger cet effet indirect en écartant les pieds les plus précoces pour la floraison mâle n'a pas permis d'enrayer ce phénomène. Il est toutefois intéressant de noter qu'un cycle de sélection sur le poids de l'épi se traduit par une tendance à l'augmentation du rendement. Cela laisse à penser que plusieurs cycles de sélection pourrait permettre d'améliorer le rendement pour peu qu'il soit possible de corriger l'augmentation du décalage entre floraison mâle / femelle. Sur une espèce allogame comme le ray-grass anglais, l'augmentation du rendement d'une année

à l'autre, de l'ordre de 0,5 %, n'est pas significatif en sélection mais le devient clairement en une dizaine d'années (cf. Sampoux *et al*, 2011 ; Barre *et al*, 2013).

Une question structurante pour le travail collectif de sélection est de savoir si les variétés populations s'adaptent aux fermes dans lesquelles elles sont sélectionnées. Pour tester cette hypothèse d'une adaptation aux conditions des fermes, quatre fermes de Loire Atlantique ont évalué l'adaptation d'une même variété, la variété Poromb. Chaque ferme a semé la version de sa variété à côté d'autres versions issues des trois autres fermes. L'expérimentation conduite montre que seule la précocité évolue entre variétés : Il y a une adaptation de la population *Poromb* au contexte "Nord Loire", celle-ci devenant plus tardive que lorsqu'elle est cultivée plus au sud. Ces résultats permettent de recommander de diffuser les semences par zone climatique pour conserver le travail d'adaptation réalisé sur la ferme d'origine.

2.4. Valoriser la souplesse d'utilisation

Pour une utilisation en ensilage, la diversité confère aux populations de maïs une qualité qui évolue peu autour de la date de récolte (Figure 3), offrant une souplesse de récolte en adéquation avec la performance recherchée pour un atelier ensilage venant sécuriser un système à base d'herbe.

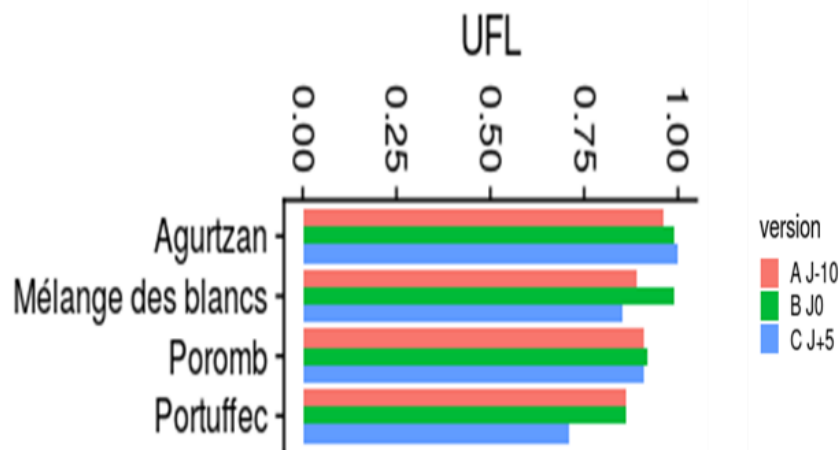


Figure 3 : Variation de la qualité exprimée en UFL de 4 variétés populations à 3 dates d'ensilage

En effet, l'expérimentation multi-sites conduite par l'Ecole d'Ingénieur de Purpan visait à trouver la date d'ensilage optimale pour chacune des fermes et la relier à un critère visuel. Les notations J-10, J et J+5 après l'ensilage et l'analyse chimique des échantillons montrent des résultats très disparates mais fort peu évolutifs avec des taux de matière sèche par exemple qui varient pour le jour J entre 27,5 et 40,5%. En maïs population, les éleveurs ont tendance à garder un peu plus d'humidité que pour les hybrides car ils font le constat que même humide, le silo ne coule pas. Ces résultats sont à replacer dans le contexte de l'utilisation du maïs dans les fermes : le maïs population est utilisé pour une partie seulement de la ration qui est majoritairement basée sur l'herbe. L'ensilage de maïs population est donc un « filet de sécurité » pour l'essentiel des fermes du réseau. Ainsi, il serait intéressant d'analyser les rations complètes sur toute l'année dans les fermes utilisant du maïs population afin de repositionner la place du maïs ensilage dans l'alimentation du troupeau. Le maïs population donne de la souplesse dans la gestion de la ration : il peut être récolté plus ou moins tard sans trop d'impact sur la ration des vaches. Ce raisonnement ne serait pas le même si la ration était à 80% composée de maïs. Dans ce cas, la date de récolte serait importante pour avoir un taux de matière sèche optimal.

Contrairement à l'ambition affichée dans le projet, il n'a pas été possible de trouver des indicateurs visuels de la date optimale d'ensilage. Peut-être n'en existe-t-il pas ou bien leur appréciation très qualitative ne

se prête pas à une expérimentation avec une diversité d'évaluateurs qui n'ont pas la possibilité de caler leurs observations.

2.5 Mettre à disposition les bases pour démarrer en sélection participative du maïs population

Nous avons produit collectivement un film généraliste sur la sélection participative du maïs population intitulé « Le maïs pop cultive sa diversité » (https://www.youtube.com/watch?v=NqkUqPhL_zA). Sa visée est d'expliquer et de donner envie de faire la sélection du maïs population.

L'accompagnement réalisé par certains des partenaires du projet auprès de collectifs souhaitant se lancer dans la sélection participative du maïs population nous a amenés à produire une collection de 8 fiches mémo pour découvrir et comprendre le maïs population (Figure 4). Ces fiches apportent du matériel pour concevoir des formations et alimenter la réflexion de chacun. Ces fiches sont disponibles sur les pages Internet du projet (<http://itab.asso.fr/programmes/covalience-fiches-documents-resultats.php>). A côté de 5 fiches techniques (comprendre, cultiver, acquérir ou échanger de la semence, produire de la semence et valoriser le maïs population), une 6^{ème} porte sur l'accompagnement de la dynamique collective, pour aider à identifier les besoins individuels et collectifs, clarifier là où le groupe souhaite aller, et cheminer ensemble pour y parvenir. Produire ces ressources a été l'objet d'un long travail de mise en forme des connaissances pour qu'elles puissent être utiles et utilisées dans l'action. Ce travail de co-construction a dû dépasser les différences de cultures entre les différents types d'acteurs (animateurs, paysans, enseignants, chercheurs) et organismes travaillant sur les semences paysannes. Ce qui est capitalisé dévoile ces différences avec des Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural (CIVZAM) experts sur l'animation, AgroBioPérigord faisant référence sur les aspects techniques, les ARDEAR composant avec les deux dimensions.



Figure 4 – Sommaire des 6 fiches « mémo » produites par COVALIANCE

2.5. Développer un maïs agroécologique

Nous avons réalisé des ateliers participatifs avec chacun des collectifs du projet sur la pertinence du maïs dans leurs systèmes agricoles. Le travail conduit a révélé que la polyvalence du maïs population pouvait être considérée comme ressource pour la diversification des systèmes agricoles (Hazard *et al*, 2022). En Inde, cette polyvalence a déjà rendu le maïs populaire pour diversifier les systèmes agricoles et/ou d'augmenter leur résilience (Dass *et al*, 2012). De nouveaux usages sont apparus comme les ventes pour l'alimentation humaine sans gluten. En élevage, le maïs permet de sécuriser les stocks, de mieux gérer le pâturage ou de préparer les animaux à la reproduction (flushing). En grande quantité dans une ration, le maïs est difficile et coûteux à corriger avec des concentrés azotés, mais c'est un correcteur très pratique de l'excès d'azote dans une alimentation à base d'herbe et riche en légumineuses. Il peut être utilisé comme "énergie à digestion lente" lorsque seuls les épis sont utilisés pour produire du concentré. Dans ce cas, la majeure partie de la biomasse végétale est restituée au sol, ce qui favorise la conservation des sols. Le maïs s'intègre dans la rotation comme une excellente culture de printemps/été. Il est facile à cultiver sur les sols hydromorphes et permet de "valoriser le fumier produit en seconde partie d'hiver". Cependant, son implantation après une prairie nécessite un nettoyage par un labour ou l'utilisation d'herbicides, ce qui est problématique pour de nombreux agriculteurs intéressés par l'agriculture biologique de conservation (ABC). Certains agriculteurs parviennent à cultiver le maïs en ABC en intercalant une culture de rotation estivale entre la prairie et la culture de maïs. Le maïs reste "la culture qui fonctionne le mieux en agriculture biologique .../..., il pousse à une période de l'année où la température entraîne la minéralisation de l'azote .../... C'est une des plantes qui a le plus haut taux de photosynthèse". Même si elle a besoin d'eau, son efficacité dans l'utilisation de l'eau est considérée comme exceptionnelle. Néanmoins, les agriculteurs s'interrogent sur la pertinence de comparer l'efficacité du blé, qui consomme de l'eau quand elle est disponible, avec celle du maïs, qui consomme de l'eau à une période de l'année où l'eau est rare. Enfin, la production de semences de maïs population est moins chère que l'achat de semences hybrides commerciales (Hoogendoorn *et al*, 2018).

La comparaison entre le maïs pop et les hybrides est source de beaucoup de débats. Les agriculteurs reconnaissent que les comparaisons sont difficiles car le maïs pop pousse plus tard que les hybrides et est souvent cultivé sur des terres plus pauvres. Néanmoins, certains agriculteurs considèrent que le maïs population produit 20 à 30 % de grains en moins que les hybrides. D'autres affirment que le maïs population est de meilleure qualité nutritionnelle, ce qui augmente la croissance et améliore la santé de leurs animaux. Ils souhaiteraient que des études scientifiques soient menées pour vérifier cette hypothèse.

2.6. Repenser l'animation du maïs dans une logique plus systémique

Les ateliers participatifs ont été l'occasion pour nous de concevoir une méthode d'animation permettant d'articuler les projets individuels avec l'action collective. Il s'agissait également de travailler sur la pertinence et la pérennité des groupes en réajustant leurs finalités en fonction de l'avancée de la transition vécue par les agriculteurs sur leurs exploitations. Nous avons donc mobilisé les concepts "d'enquête pragmatique" et de "communauté de pratique" pour créer une approche en 5 étapes pour 1) clarifier les changements sur leurs fermes avec les agriculteurs, 2) cartographier les changements, 3) enregistrer leurs surprises, et questionner 4) leur action collective et 5) leur organisation (Figure 5).

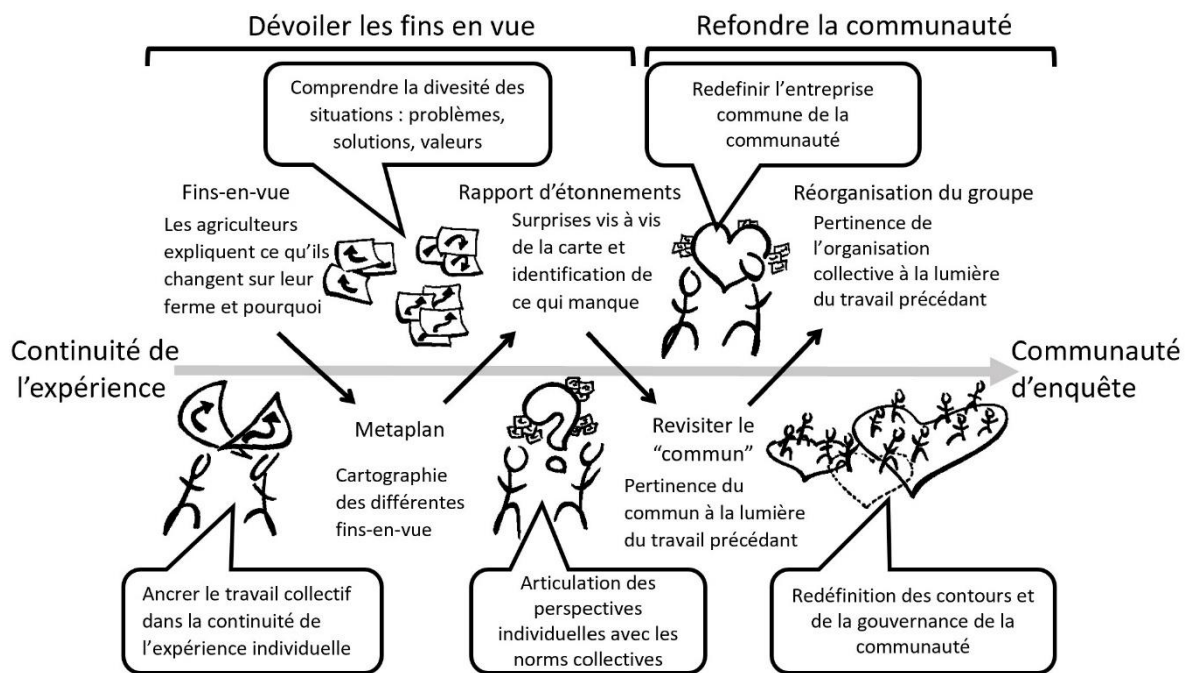


Figure 5 : Méthode d'animation collective visant à créer et pérenniser une communauté de pairs autour d'une entreprise commune (d'après Hazard *et al*, 2022)

Cette méthode a produit, outre un changement de perception du maïs passant de symbole de l'agriculture intensive à un élément important de la diversification des systèmes agricoles, une prise de conscience que l'animation des groupes doit aller au-delà des techniques de sélection, être plus systémique, et réfléchir au renouvellement de l'action collective et de l'identité du groupe. Le collectif est apparu comme une ressource pour le changement. En constante reconfiguration, il doit être considéré et géré comme tel. L'animation doit donc prendre en charge la construction de son identité, de ses valeurs, du sens de l'entreprise collective et ne pas considérer que les agriculteurs n'attachent de la valeur qu'à la dimension technique.

2.7. Persévérer pour développer la formation initiale

Les membres du projet ont travaillé sous la direction des professeurs de l'EPL de Valence pour concevoir des séquences pédagogiques « Enseigner les maïs populations » pour l'enseignement agricole. Celles-ci n'ont malheureusement pas été enseignées faute d'inscrits à la formation, la pandémie ayant grandement compliqué les choses.

Conclusion

En filmant les acteurs en train de pratiquer la sélection du maïs population, nous avons révélé, entre autres, leur attachement à la dimension collective de ce travail. Il apparaît également qu'ils ne cessent de comparer le maïs population aux hybrides F1, qui sont les variétés de maïs commercialisées, alors qu'ils souhaitent s'affranchir des références construites avec -et pour- ces hybrides. Les instruments de mesure existants et la définition même de la performance entravent la transformation des pratiques, les raisonnements et valeurs nécessaires au développement d'une agriculture basée sur la biodiversité. Comprendre cela aide à penser l'accompagnement au changement en travaillant sur les outils et les représentations. Notre travail montre également que, comparée à d'autres schémas de sélections plus complexes, la sélection massale dans des parcelles de production est la plus adaptée et efficace pour

les agriculteurs. La diversité des pratiques et des terroirs permet de maintenir la diversité des populations. La précocité est le critère qui répond le mieux à la sélection, ce qui invite à créer des zones agro-climatiques de récolte-échange-utilisation des semences. La diversité confère aux populations de maïs une qualité qui évolue peu autour de la date d'ensilage, offrant une souplesse de récolte en adéquation avec la performance recherchée pour un atelier « ensilage » venant sécuriser un système à base d'herbe. L'innovation propre à la sélection du maïs population est formalisée dans les fiches disponibles sur le site de l'ITAB et les séquences pédagogiques « Enseigner les maïs populations » pour l'enseignement agricole. Elle est aussi présentée au grand public dans le film « Le maïs pop cultive sa diversité ». Enfin, les ateliers de prospective ont fait émerger une nouvelle vision du maïs population et des collectifs qui les portent : i) la versatilité du maïs en fait un élément de diversification pour une agriculture basée sur la biodiversité. Ce maïs population, agroécologique, renouvelle l'image d'une espèce inféodée aux systèmes intensifs ; ii) le collectif est apparu comme une ressource pour le changement. En constante reconfiguration, il doit être considéré et géré comme tel. L'animation doit donc prendre en charge la construction de son identité, de ses valeurs, du sens de l'entreprise collective. Avec plus de 40 livrables, des vidéos visionnées par un large public et des partenaires très investis, Covalience est un projet collaboratif réussi, dont les résultats sont directement mobilisés dans les collectifs d'agriculteurs.

Remerciements

Le projet Covalience a bénéficié du concours de Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (CASDAR IP 2017) sous la convention AAP n°5714.

Les auteurs remercient l'ensemble des participants au projet : agriculteurs, animateurs, techniciens, étudiants, enseignants et chercheurs.

Références bibliographiques

Abdourahman Djama I., 2013. La sélection participative un modèle alternatif d'innovation environnementale en agriculture : trois essais en économie. Thèse de l'Université de Grenoble

Avenier M.J., 1997. La stratégie « chemin-faisant », Economica, Paris.

Attour A., Rallet A., 2014 Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des smart cities. *Innovations*, (1), 253-279.

Barre P., Boutet G., Cameleyre I., Gibelin C., Pierre J.B., Sampoux J.P., 2013. Progrès génétique et maintien de la variabilité génétique : sont-ils incompatibles ? Le cas du ray-grass anglais au travers de 40 ans d'amélioration de variétés fourragères et à gazon. *Innovations Agronomiques* (27), 123-137.

Bonneuil C., Demeulenaere E., Thomas F., Joly P.B., Allaire G., Goldringer I., 2006. Innover autrement ? La Recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale, *Dossiers de l'environnement de l'INRA* (30), 29-51

Ceccarelli S., 1994. Specific Adaptation and Breeding for Marginal Conditions. *Euphytica* 77: 205–219.

Coors J.G., 1999. Selection methodologies and heterosis. *Genetics and exploitation of heterosis in crops*. ASA Madison, WI, 225-246.

Coux N., 1997. Evaluation "chemin-faisant" et mise en acte d'une stratégie tâtonnante in M.J. Avenier (ed), *La stratégie "chemin faisant"*, Economica, Paris, p.165-87.

De Boef W.S., Subedi A., Peroni N., Thijssen M., O'Keefe E. (éd.), 2013. *Community Biodiversity Management: Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources*. Routledge, New-York, 418p

Dewey J., 2011. *La formation des valeurs*, La découverte, Paris

- Fenzi M., Couix N., 2022. Growing maize landraces in industrialized countries: from the search for seeds to the emergence of new practices and values. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(3), 327-345.
- Garçon L., Couix N., Hazard L., 2018. Le film comme outil de partage de l'enquête. Biennale d'ethnographie de l'EHESS.
- Genter C.F., 1976. Mass selection in a composite of intercrosses of Mexican races of maize. *Crop Sci.* 16:556–558.
- Gressier E., Laurent P., Parenti T., Hazard L., 2013. Produire du fourrage avec des populations de pays : exemple de la luzerne et du sainfoin à faibles intrants. *Fourrages* (216), 313-319.
- Hall A., 2007. Challenges to strengthening agricultural innovation systems: where do we go from here? UNU-MERIT Working Papers.
- Hazard L., Locqueville J., Rey F., 2022. A facilitation method to foster collective action in transitions toward sustainable agriculture—a case study. *Agronomy for Sustainable Development* 42(6), 1-18.
- Hoogendoorn J.C., Audet-Bélanger G., Böber C., Donnet M.L., Lweya K.B., Malik R.K., Gildemacher P.R., 2018. Maize seed systems in different agro-ecosystems; what works and what does not work for smallholder farmers. *Food Security*, 10(4), 1089-1103.
- Lande R., Price T., 1989. Genetic correlations and maternal effect coefficients obtained from offspring-parent regression. *Genetics*, 122(4), 915-922.
- Massias J., Brustel J., Robin M.H., Hazard L., 2020. Variété population : Définition. INRAE. Dictionnaire d'Agroécologie, (10.17180/1wcr-h354). (hal-03735473)
- Combette P., Couix N., Debin J., de Kochko P., Du Teil A-P., Gras E., Haristoy M., Hazard L., Joly B., Kastler K., Kendall J., Lacombe C., Latour F., Lassaing B., Lebrun R., Le Chanony C., Mignot L., Reversat L., Rey F., Souriau C., Terrat M., Zanetto A., (15) (2015). Gérer collectivement la biodiversité cultivée : étude d'initiatives locales. *Educagri*. 221p.
- Phillips S.L., Wolfe M.S., 2005. Evolutionary breeding for low input systems. *J. of Agricultural Science* 143: 245-254.
- Rivière P., Dawson J.C., Goldringer I., David O., 2015. Hierarchical Bayesian modeling for flexible experiments in decentralized participatory plant Breeding. *Crop Science* 55(3): 1053-1067
- Sampoux J.P., Baudouin P., Bayle B., Béguier V., Bourdon P., Chosson J.F., Deneufbourg F., Galbrun C., Ghesquière M., Noël D., Pietraszek W., Tharel B., Vigié A., (2011). Breeding perennial grasses for forage usage: an experimental assessment of trait changes in diploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars released in the last four decades. *Field Crops Research*, 123(2), 117-129.
- Sperling L., Ashby J.A., Smith M.E., Weltzien E., McGuire S., 2001. A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. *Euphytica*, 122(3), 439-450.
- Thomas M., Demeulenaere E., Dawson J., Rehman Khan A., Galic N., Pin S., Remoue C., Bonneuil C., Goldringer I., (2012) On-farm dynamic management of genetic diversity: the impact of seed diffusions and seed saving practices on a population-variety of bread wheat. *Evolutionary Applications* 5(8): 779-795
- Toledo Machado A., Fernandes M.S., 2001. Participatory maize breeding for low nitrogen tolerance. *Euphytica* 122: 567- 573.
- Zask J., 2011. Participer. Essais sur les formes démocratiques de la participation. Editions Le Bord de l'eau, Lormont.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.