



HAL
open science

Sélection participative des blés pour l'agriculture biologique en Europe

Julie Dawson, Jean-François Berthelot, Florent Mercier, Patrick Kochko,
Nathalie Galic, Simon Giuliano, Estelle Serpolay-Besson, Mathieu Thomas,
Isabelle Goldringer

► **To cite this version:**

Julie Dawson, Jean-François Berthelot, Florent Mercier, Patrick Kochko, Nathalie Galic, et al.. Sélection participative des blés pour l'agriculture biologique en Europe. ISDA 2010 "Innovation & Sustainable Development in Agriculture and Food", Jun 2010, Montpellier, France. hal-01458574

HAL Id: hal-01458574

<https://hal.science/hal-01458574>

Submitted on 4 Jun 2020

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.



SELECTION PARTICIPATIVE DES BLES POUR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE EN EUROPE

Julie C. Dawson,^{*} Jean-François Berthelot,^{**} Florent Mercier,^{**} Patrick de Kochko,^{**} Nathalie Galic,^{*} Simon Giuliano,^{***} Estelle Serpelay,^{**} Mathieu Thomas,^{*} et Isabelle Goldringer^{*}

^{*}UMR de Génétique Végétale
Ferme du Moulon
91190 Gif-sur-Yvette, FR

^{**}Réseau Semences Paysannes
Cazalens
81600 Brens, FR

^{***}INRA SAD Paysage
65 rue de St. Briec
35042 Rennes, FR

Résumé — La contribution des paysans au maintien de la diversité des espèces cultivées est bien reconnue dans les pays où l'agriculture traditionnelle est encore prédominante. Cette reconnaissance mériterait d'être étendue aux paysans des pays industrialisés qui participent à des programmes de sélection participative. En effet, les paysans pratiquant l'agriculture biologique (AB) ou à faible niveau d'intrants sont confrontés à un manque de variétés bien adaptées à leurs conditions environnementales complexes, et sont de plus en plus inquiets de la perte de diversité, qui peut affecter le potentiel adaptatif des espèces cultivées. La sélection à la ferme des variétés populations hétérogènes est une stratégie pour répondre au manque de variétés adaptées. La sélection participative vise à valoriser les connaissances et les savoirs-faire distribués entre paysans et chercheurs en fonctionnant sous forme de projet collaboratif. Deux projets de recherche sont présentés dans cet article, un dans le contexte d'un projet Européen sur l'adaptation et l'évolution des variétés paysannes, et l'autre dans le contexte d'un réseau d'échanges de semences entre paysans français dans lequel les acteurs sont en train de développer des nouvelles populations de blé tendre à partir de croisements entre variétés de pays et/ou variétés anciennes. Les résultats préliminaires montrent que les paysans apportent une approche holistique lors des phases de sélection, mais qu'il y a aussi des différences quantitatives entre les plantes qu'ils sélectionnent et les plantes non-sélectionnées. Ce type de sélection conduit à des changements significatifs dans les générations précoces des populations issues des croisements. Ces expériences permettent aussi de mieux comprendre et de mieux apprécier les approches respectives des paysans et des chercheurs et leur apport réciproque dans le développement de programme de sélection en condition d'AB.

Mots clés : Sélection participative, variétés paysannes, adaptation locale, diversité génétique, recherche-action

Abstract — The contribution of farmers to maintaining genetic diversity in cultivated species is well-recognized in developing countries, but it is also important to recognize farmers who participate in selection and conservation activities in developed countries. Organic and low-input farmers are increasingly concerned about the lack of adapted varieties for their environmental conditions and the loss of crop diversity which may restrict the adaptive potential of agricultural species. Participatory plant breeding and on-farm selection of heterogeneous varieties is one strategy to address this issue by bringing together the skills and knowledge of organic farmers and scientists. Two research projects on farmer selection are discussed in this paper, one in the context of a European project on the adaptation and evolution of farmer varieties, and one in the context of a farmer seed exchange network in France in which participants have been developing new populations of bread wheat from crosses between landraces and historic varieties. Preliminary results show that farmers bring a holistic approach to plant selection and that the plants they select also differ in terms of quantitative traits measured by researchers. This type of selection produced quantitative changes in the early generations of plant populations derived from crosses. The project results are also more qualitative in nature, with researchers and farmers coming to a greater understanding and appreciation of the approaches each bring to selection and conservation in the context of organic agriculture.

Key words : participatory plant breeding, farmer varieties, local adaptation, genetic diversity, participatory action research.

INTRODUCTION

La gestion des semences par les agriculteurs, notamment dans le Sud, constitue la clé de l'adaptation locale et du maintien de la diversité des espèces cultivées. La gestion à la ferme et les méthodes de sélection « informelles » associées permettent en effet d'assurer une évolution continue des espèces cultivées tout en conservant un niveau de diversité génétique important. Plusieurs études ont déjà mis en évidence l'efficacité de la sélection paysanne. Par exemple, un programme de sélection sur l'orge à l'ICARDA, a montré que la sélection paysanne développe des variétés diversifiées et elle est aussi performante que la sélection réalisée par des sélectionneurs professionnels en terme d'augmentation du rendement et (Ceccarelli et al. 2000). Ce constat a également été fait pour la sélection paysanne du maïs au Honduras (Smith et al. 2001). Cependant, dans les pays plus industrialisés, notamment en Europe, les progrès génétiques et la promotion de la modernisation de l'agriculture ont conduit vers une spécialisation des activités (séparation des activités de conservation / sélection / multiplication des semences) (Bonneuil & Thomas, 2009). Un tel modèle délétif s'est accompagné d'une réduction du nombre de variétés cultivées en grandes cultures, correspondant à des coupes franches dans la diversité existante des espèces cultivées dans les champs avant la modernisation. La sélection paysanne a été marginalisée aux dépens de la sélection professionnelle menée par les entreprises privées et les instituts de recherche publics. Les sélectionneurs professionnels proposent un nombre limité de variétés ayant un large spectre d'adaptation (mais une capacité adaptative restreinte) et un fort potentiel productif. Du fait d'une discontinuité entre les connaissances traditionnelles et les connaissances modernes, l'utilité de la conservation et de la sélection à la ferme apparaît beaucoup moins reconnue dans les pays industrialisés.

Par contre, il y a actuellement un intérêt croissant parmi les paysans pratiquant l'Agriculture Biologique (AB) dans plusieurs pays industrialisés, de l'Union Européenne, aux États Unis et au Canada, pour remettre en culture la diversité génétique présente dans les variétés anciennes et de pays (très peu cultivées actuellement). Ces paysans ont une connaissance approfondie de leurs systèmes agricoles, notamment des variétés qui conviennent à leur terroir. Ces savoirs traditionnels semblent complémentaires des connaissances des chercheurs et des sélectionneurs. Actuellement, il existe une réelle dynamique autour de l'autonomie des paysans dans la gestion des semences et l'innovation variétale dans un contexte de privatisation et de consolidation du marché de semences. Développer des modèles de collaboration entre réseaux de paysans et de chercheurs est un enjeu important dans cette démarche d'innovation variétale pour l'AB et l'agriculture à faible niveau d'intrants.

La sélection et la gestion à la ferme des populations cultivées sont des moyens concrets de valoriser la diversité génétique en maintenant la diversité dans chaque population et entre populations différentes, tout en augmentant l'adaptation locale et la stabilité des caractères agronomiques grâce à la résilience des populations hétérogènes. Dans les pays industrialisés, la plupart des acteurs engagés dans la sélection et la conservation à la ferme pratiquent l'AB, car ils font face à des systèmes plus hétérogènes et plus complexes que les systèmes conventionnels. Face à cette situation, ils se trouvent confrontés à un manque de variétés adaptées et un manque de volonté du secteur semencier privé pour essayer de développer des variétés répondant mieux à leurs attentes (Desclaux, 2005, Wolfe et al. 2008). Certaines études ont portées sur l'évolution des caractères agronomiques ou de viabilité des populations expérimentales soumises à la sélection naturelle (cf. par exemple Suneson 1956, Allard 1988, Ibrahim and Barrett 1991), mais très peu sur les effets combinés de la sélection naturelle et de la gestion à la ferme (y compris la sélection paysanne) dans un contexte agricole réel et complexe.

L'étude présentée ici vise à répondre à ce manque de connaissances sur les effets de la sélection et de la gestion à la ferme des espèces cultivées et sur l'optimisation des pratiques pour la conservation de la diversité et le développement de variétés-populations bien adaptées. Ce projet de sélection participative a pour objectif de répondre aux besoins des paysans en AB notamment en sélectionnant des variétés bien adaptées à leurs terroirs grâce

à la construction de démarches collaboratives durables pour une innovation variétale dans laquelle les connaissances et les compétences de chacun sont valorisées. Les premiers résultats quantitatifs de l'expérience de sélection participative de blé tendre en France seront présentés dans une première partie, avec une discussion selon les caractères et selon les types de variétés paysannes. Cependant, les résultats de ce projet portent autant sur le développement d'un processus durable de sélection participative que sur la production et l'analyse de données quantitatives. En application de cette démarche, la deuxième partie portera un regard critique sur ces premières expériences collaboratives en essayant de mettre en avant les points forts et les faiblesses de ces expériences avant de proposer quelques perspectives autour de ces projets en cours de développement.

1. EXPERIENCES DE SELECTION PARTICIPATIVE DE BLE TENDRE

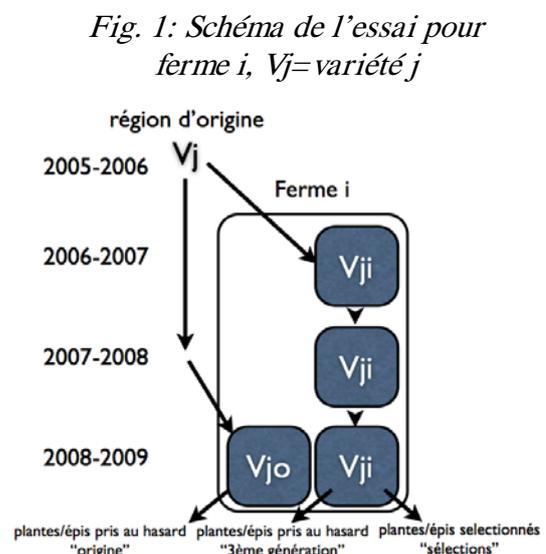
Cet article s'appuie principalement sur deux expériences menées en 2008 et 2009. La première s'est déroulée dans le cadre du projet européen « Farm Seed Opportunities » (FSO) et visait à étudier l'effet de la sélection massale réalisée par des paysans sur différents types de variétés de blé tendre. Ce projet a été conçu principalement pour étudier l'évolution, la diversité et l'adaptation de variétés « non-conventionnelles » telles que des variétés de pays, des variétés anciennes et des mélanges, appelées de façon générique « variétés paysannes » dans la suite de l'article. La seconde est un projet collaboratif entre le Réseau Semences Paysannes (RSP) et des chercheurs de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, Le Moulon). Un des volets de ce projet a consisté à créer des croisements entre des variétés de pays et d'autres « ressources génétiques » de blé tendre. Ces croisements seront appelés « Croisements du Roc » par la suite (en référence au nom de la ferme où ont eu lieu ces croisements).

1.1. Matériels et Méthodes

1.1.1. Farm Seed Opportunities – sélection dans les variétés paysannes

Dans le cadre du projet FSO, 8 variétés de blé paysannes et 2 variétés modernes ont été étudiées de 2006 à 2009. Les variétés ont été cultivées chez 4 paysans en France, 2 en Italie et 2 au Pays-Bas pendant 2 ans. Pendant la 3^{ème} année, en 2008-2009, ces essais à la ferme cherchaient à comparer des échantillons d'une variété venant de sa région d'origine (version originale) avec ceux de la même variété qui ont été multipliés à la ferme pendant les deux années précédentes (version de 3^{ème} génération) (Figure 1). Lors de la 3^{ème} année, 3 paysans ont accepté de réaliser une sélection massale des variétés étudiées dans le dispositif. Dans un premier temps, ces paysans ont donné leurs avis sur les variétés étudiées afin d'en choisir 5 (parmi les 10 du projet) pour l'essai de sélection. Les variétés choisies représentent différents types de structures génétiques : Piave (PI), une variété de pays de l'Italie du Nord-Est ; Rouge de Bordeaux (RB), une variété ancienne du Sud-Ouest de la France ; Redon (RD), un mélange de variétés de pays de la région de Redon dans l'ouest de la France ; Renan (RN), une variété moderne considérée comme la référence pour l'AB ; et Zonnehoeve (ZH) ; un mélange de deux variétés modernes des années 1990, cultivé depuis une quinzaine d'années en mélange sur une ferme biologique aux Pays-Bas.

Avant la récolte, chaque paysan a sélectionné 20 épis (issus de plantes différentes) dans chacune des 2 répétitions des versions de 3^{ème} génération. Des caractères phénotypiques ont été mesurés de manière individuelle sur ces plantes sélectionnées ainsi que sur 20 plantes prises au hasard dans les 2 versions (origine et



3^{ème} génération) et 2 répétitions de ces mêmes variétés. Ces caractères incluaient la hauteur de la plante (PH), la distance entre la dernière feuille et la base de l'épi (LLSD), la longueur de l'épi (LE), le poids de grain par épi (PG/épi) et le poids de mille grains (PMG). Le choix de ces caractères a été basé sur les critères utilisés lors de l'inscription de variétés au catalogue officiel (et qui mettent en évidence la distinction, l'homogénéité et la stabilité des variétés), afin de caractériser les variétés paysannes par rapport aux variétés modernes. Pour ces caractères, les plantes prises dans la version originale ont été comparées avec celles de la 3^{ème} génération (originale vs 3^{ème} génération aléatoire) et les plantes dont les épis ont été sélectionnés par les paysans ont été comparées avec celles prises au hasard dans la même parcelle (sélection vs 3^{ème} génération aléatoire). Ces données permettront d'analyser ensemble les effets de la gestion à la ferme et de la sélection massale sur la diversité et l'adaptation des différentes variétés paysannes. Les analyses statistiques d'évolution à la ferme et des différentiels de sélection ont été faites avec un modèle d'analyse de variance (ANOVA) suivant : $Y = u + rep + ferme + variété + version(variété) + ferme*variété + ferme*version(variété) + erreur$. Les tests de signification ont été réalisés avec la procédure de comparaison multiple de Tukey pour les 2 cas : (i) entre la version originale et la version de 3^{ème} génération aléatoire pour chaque ferme et variété ; et (ii) entre la 3^{ème} génération aléatoire et la sélection dans la 3^{ème} génération pour chaque ferme et chaque variété.

1.1.2. Croisements du Roc – sélection dans les générations précoces

A l'initiative d'un paysan engagé au sein du RSP et en collaboration avec les chercheurs du Moulon, un projet de sélection participative a été initié en 2005. Divers croisements entre variétés de pays d'intérêt ont été effectués sur sa ferme. La première (F1) et la deuxième (F2) génération des 90 familles (chaque famille étant le résultat d'un croisement) ont été évaluées sur cette ferme en 2006-2007 et 2007-2008, et des épis individuels ont été sélectionnés dans la F2 de plusieurs familles. Les grains de ces épis et les grains d'épis non-sélectionnés ont été semés au Moulon en 2008-2009 pour chaque famille afin d'évaluer la réponse à la sélection. Des semences restantes des familles F2 ont aussi été distribués chez 14 paysans à l'automne 2008 pour évaluer les familles F3 à la ferme. Cette première année d'expérimentation autour des 3^{ème} générations des plantes issues de croisements a été l'occasion pour le groupe élargi de paysans du RSP impliqué dans le projet, d'engager une réflexion plus globale sur la façon dont le réseau pourrait valoriser ces croisements et les résultats des analyses quantitatives de ce type d'essai. La gestion des essais était sous la responsabilité de chaque paysan, et les mesures quantitatives ont été faites par des chercheurs, sur 25 plantes individuelles par famille, à maturité. Le protocole pour les mesures était le même que pour le projet FSO. L'analyse a été réalisée selon le modèle d'ANOVA : $Y = u + ferme + famille + erreur$ pour les essais à la ferme et $Y = u + rep + famille + version(famille) + erreur$ pour les essais au Moulon. Les tests de signification entre les versions sélectionnées et non-sélectionnées dans chaque famille ont été faits avec la procédure de comparaison multiple de Tukey.

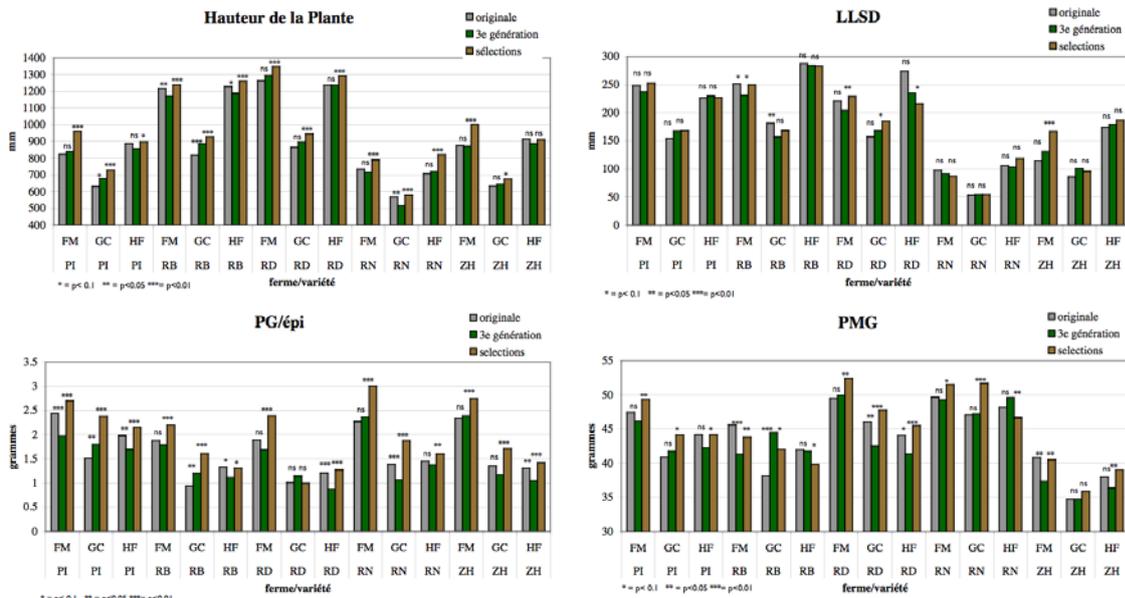
1.2. Résultats

1.2.1. Farm Seed Opportunities – sélection dans les variétés paysannes

La figure 1 synthétise les différences observées entre les différentes versions (originale, 3^{ème} génération aléatoire et sélection dans la 3^{ème} génération) de chaque variété cultivée dans chaque ferme. Ces mesures ne correspondent pas à une réponse à la sélection car il s'agit de comparaisons de moyennes entre plantes sélectionnées et non-sélectionnées sur la génération à laquelle a eu lieu la sélection. Les résultats de 2009 sont seulement discutés en termes de différentiel de sélection. Globalement, les différences liées à l'évolution au cours des 3 générations (originale vs 3^{ème} génération) sont moins souvent significatives que le différentiel de sélection (différence entre les plantes dont les épis ont été pris aléatoirement ou sélectionnés)(Figure 2). Pour PH, le différentiel de sélection est significatif pour toutes les variétés et toutes les fermes, sauf pour ZH chez HF. Ce différentiel est toujours dans le sens d'une augmentation de hauteur. Par comparaison, la sélection naturelle avait augmenté la PH dans 2 cas, diminué dans 3 cas et n'était pas significative dans 10 cas. La LLSD

présente des réponses plus variables, avec moins de différences significatives et des différentiels de sélection allant dans les deux sens selon les variétés et les fermes. La sélection naturelle a diminué la LLSD dans 2 cas, les autres cas ne présentait pas de différences significatives. Le PG/épi avait, comme la PH, un différentiel de sélection toujours significatif et positif sauf pour RD chez HF. La sélection naturelle a augmenté le PG/épi dans 2 cas et l'a diminué dans 6 cas, avec 7 différences non-significatives. Le PMG présente aussi des différentiels significatifs et positifs sauf pour RB chez GC et HF et RN chez HF, où le différentiel est négatif et pour ZH chez GC où le différentiel n'est pas significatif. La sélection naturelle a augmenté le PMG dans un cas, l'a diminué dans 4, et dans 10 cas, il n'était pas significatif.

Fig. 2. Valeurs moyennes des différentes versions de chaque variété et chaque essai à la ferme. Des différences significatives sont indiquées par les étoiles



Légende : **Hauteur de la plante** du sol à l'extrémité de l'épi sans les barbes ; **LLSD** = distance entre la base de l'épi et l'insertion de la dernière feuille ; **PG/épi** = poids du grain par épi ; **PMG** = poids de mille grains. **FM** = Ferme du N-O de la France ; **GC** = Ferme de l'Italie du Nord ; **HF** = Ferme du S. de la France. **PI** = Piave ; **RB** = Rouge de Bordeaux ; **RD** = Redon ; **RN** = Renan ; **ZH** = Zonnehoeve

1.2.2. Croisements du Roc – sélection dans les générations précoces

La réponse à la sélection mesurée au Moulon est significative pour de nombreuses familles F3. Le Tableau 1 montre les différences entre les familles F3 des épis F2 sélectionnés et non-sélectionnés. Des réponses à la sélection sont significatives pour plusieurs familles dont quelques-unes sont présentées comme exemples. Il y avait aussi 9 familles sur 36 qui ne présentent aucun changement significatif pour les caractères considérés, et d'autres qui présentent très peu de changements significatifs. Les familles en général présentent plus de différences significatives pour la PH et la LLSD, contrairement au PG/épi et au PMG. Cependant, la PH et la LLSD changent dans les deux sens alors que les changements de PG/épi et PMG vont toujours vers une augmentation du poids pour les épis sélectionnés.

Le tableau 2 montre les résultats des tests de différences entre les familles F3 dans chaque ferme pour la PH, le LLSD, la LE, le PG/épi et le PMG. Les différences significatives entre familles étaient attendues car les parents utilisés étaient très différents d'un croisement à l'autre. Cependant, cette expérience montre le pouvoir des expérimentations réalisées « à la ferme » à discriminer entre elles des populations hétérogènes. Les populations étant variables du fait de leur hétérogénéité, les paysans étaient intéressés par la sélection dans les populations mais avec l'objectif de garder de l'hétérogénéité pour certains caractères dans les générations suivantes afin de tamponner les variations environnementales. Dans la plupart des cas, une ou deux familles se sont révélées être remarquables et particulièrement

intéressantes par rapport aux autres. Toutefois, en raison d'un manque de recul évident sur le comportement de ces populations, la première année de ces essais doit être considérée comme préliminaire.

Tableau 1. Exemples de quelques familles avec changements significatifs entre familles F3 des épis F2 sélectionnés et non-sélectionnés évalués à la Ferme du Moulon

Familles	PH		LLSD		PG/épi		PMG	
	P	Change.	P	Change.	P	Change.	P	Change.
24	0.0187	-	0.4038	ns	0.6568	ns	0.0021	+
34	0.0001	+	<.0001	+	0.723	ns	0.0051	+
42	0.0786	+	0.0016	+	0.5407	ns	0.602	ns
60	0.0956	+	0.0442	-	0.6457	ns	0.752	ns
64	<.0001	+	0.0001	+	0.0366	+	0.3011	ns
80	<.0001	+	0.0114	+	0.0158	+	0.0884	+
90	0.5706	ns	0.2792	ns	0.0014	+	0.0005	+

PH = hauteur de la plante du sol à l'extrémité de l'épi sans les barbes ; *LLSD* = distance entre la base de l'épi et l'insertion de la dernière feuille ; *LE* = longueur de l'épi ; *PG/épi* = poids du grain par épi ; *PMG* = poids de mille grains. La direction de **changement** de non-sélectionnée à sélectionnée est donnée pour les valeurs de *P* < 0.1 ; - non-sélectionnée > sélectionnée, + non-sélectionnée < sélectionnée

Tableau 2. Tests de signification entre les familles F3 par ferme

Ferme	Nb familles	PH	LLSD	LE	PG/épi	PMG
		P	P	P	P	P
BR	6	<.0001	<.0001	0.0001	0.3473	0.3634
CD	6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0007
CP	14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
FC	15	<.0001	<.0001	<.0001	0.0029	<.0001
FM	13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
FP	6	<.0001	<.0001	<.0001	0.0262	<.0001
HC	7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
JB	10	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
JFB	16	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
JJG	7	<.0001	<.0001	0.1714	0.2076	<.0001
LM	5	<.0001	<.0001	<.0001	0.0008	<.0001
MPH	8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
OR	15	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001
RB	5	<.0001	0.0002	0.0023	0.1224	0.0106
VC	13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001

PH = hauteur de la plante du sol à l'extrémité de l'épi sans les barbes ; *LLSD* = distance entre la base de l'épi et l'insertion de la dernière feuille ; *LE* = longueur de l'épi ; *PG/épi* = poids du grain par épi ; *PMG* = poids de mille grains.

1.3. Discussion des expériences en 2009

1.3.1. Farm Seed Opportunities - sélection dans les variétés paysannes

Certains caractères comme la hauteur de la plante sont très faciles à évaluer visuellement dans le champ. Chaque paysan a choisi des plantes plus hautes que la moyenne de la parcelle, mais qui tiennent debout. La majorité des paysans du projet ont

exprimé leur intérêt pour des variétés vigoureuses, concurrentes des adventices et peu sensibles à la verse. Parmi les descendants des épis sélectionnés et non-sélectionnés, des observations de hauteur et de sensibilité à la verse seront faites afin de voir si une augmentation de la moyenne des hauteurs dans les versions sélectionnées s'accompagne ou non d'une plus grande sensibilité à la verse. En ce qui concerne le caractère LLSD qui indique le dégagement de l'épi par rapport à la dernière feuille nous attendions une augmentation car ce caractère permet d'éviter que les maladies se propagent de la partie végétative à la partie reproductive de la plante. De plus, un tel dégagement améliorerait le remplissage du grain lors de stress environnementaux détruisant les feuilles avant maturité (car les réserves de la tige seraient plus facilement mobilisables lors du remplissage du grain). Cependant, le différentiel de sélection observé pour ce caractère n'est pas très marqué dans la plupart des cas. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'un caractère difficile à évaluer au champ car il est moyennement corrélé statistiquement avec la hauteur des plantes, même si visuellement, il semble y être plus fortement corrélé. Il sera intéressant d'étudier la réponse à la sélection en 2010 pour les variétés et les fermes pour lesquelles le différentiel de sélection était significatif. Il sera aussi intéressant de comparer la réponse à la sélection dans les variétés de pays, les variétés anciennes et les mélanges avec la variété moderne RN car, pour les deux caractères mesurés sur les plantes, la variabilité phénotypique était moindre pour les variétés modernes, ce qui n'était pas le cas pour les mesures faites sur les épis.

Le différentiel de sélection, quasiment systématiquement significatif pour le PG/épi, semble indiquer qu'il s'agit d'un caractère facilement observable au champ. En revanche, il est intéressant de noter que ce caractère n'était pas toujours favorisé par la sélection naturelle, même s'il est raisonnable de penser que ce caractère est lié à la production des descendants. Même si le PMG semble être un caractère moins évident à voir au champ, particulièrement sur les épis entiers sans regarder le grain, celui-ci présente également un différentiel de sélection significatif pour toutes les variétés et toutes les fermes sauf une. Ce différentiel était positif dans tous les cas où il était significatif sauf dans 3 cas. Ceci montre que la sélection expérimentée et globale des paysans sur la plante entière peut souvent discriminer les plantes, même pour les caractères moins apparents que le poids de grain ou la hauteur de la plante.

Globalement, les résultats du projet FSO ont montré que les variétés de pays peuvent être hétérogènes pour certains caractères et homogènes pour d'autres, et peuvent varier plus ou moins en fonction des conditions environnementales rencontrées. La réponse à la sélection naturelle sur 3 années était variable, avec des caractères qui changent dans les deux sens ou pas du tout. Ces premiers résultats montrent ainsi la nécessité de la sélection paysanne pour maintenir ou améliorer certains caractères. Un fort différentiel de sélection était attendu pour des caractères facilement observés au champ mais pour d'autres, un tel différentiel était moins attendu. Les résultats pour certains caractères sont difficiles à interpréter car il n'est pas toujours facile de savoir si l'absence de différentiel de sélection s'explique par une trop faible diversité génétique ou par le fait d'avoir choisi des caractères qui caractérisent la diversité phénotypique mais qui ne sont pas forcément appropriés pour mesurer les effets de la sélection paysanne qui est une approche holistique et globale.

1.3.2. Croisements du Roc - sélection dans les générations précoces

Les résultats en termes de moyennes et variances pour chaque caractère mesuré ont été distribués aux paysans, ainsi que les résultats des essais des versions sélectionnées et non-sélectionnées des F3 au Moulon. S'il y avait des différences entre familles sur la même ferme, avec une ou deux familles privilégiées par le paysan, tous les paysans ont dit qu'il fallait plus d'une année pour vraiment évaluer le potentiel de ces populations. En 2010, les 4^{ème} générations de ces populations sont cultivées sur les mêmes fermes. Parallèlement, 10 nouvelles fermes ont semé des populations F3 de 2008, et de nouveaux croisements ont été faits au printemps 2010. Le réseau des essais permettra de faire une analyse des populations multi-sites et multi-années. Ces données et les échanges et discussions entre

partenaires permettront aux acteurs, paysans et chercheurs, de prendre des décisions plus avisées lors des prochaines phases de sélection.

La réponse à la sélection mesurée au Moulon était aussi intéressante pour les chercheurs et les paysans car cette étude a permis d'évaluer la stratégie de sélection dans les générations précoces. De nombreux changements significatifs ont été observés en comparant les versions sélectionnées et non-sélectionnées, avec certaines familles plus plastiques que d'autres. Les différences de comportements entre les familles peuvent être dues à l'hétérogénéité de leurs parents ou aux différences entre parents. Certains caractères, soit facilement ou difficilement observables, semblent bien répondre à la sélection dans les générations précoces. D'autres peuvent en revanche changer de façon moins prévisible ou changer dans une direction non-souhaitée. Pour ces caractères, il est peut-être préférable d'attendre des générations plus tardives pour pratiquer la sélection massale. La collaboration entre chercheurs et paysans peut éventuellement permettre d'identifier des caractères qui répondent mieux que d'autres à la sélection dans les F2 ou F3. Il est aussi envisageable que cette collaboration conduise vers l'élaboration de nouvelles techniques et méthodes faciles à instaurer pour éviter des changements indésirables.

2. METHODOLOGIE DE LA SÉLECTION PARTICIPATIVE

2.1. Retour d'expériences sur les projets FSO et Croisements du Roc

Un des sujets majeurs qui a émergé pendant les discussions entre paysans et chercheurs est la différence dans les approches de sélection. Les scientifiques ont une approche plus quantitative et analytique, alors que les paysans ont une appréciation plus globale des populations au champ et des interactions de la plante avec son environnement. Dans le cadre de programmes de sélection participative, un des objectifs est d'arriver à concilier les points forts des deux approches pour améliorer des populations de blé à la ferme qui répondront donc mieux aux exigences des paysans qui pratiquent l'AB. Globalement, l'ensemble des participants a apprécié l'expérience et a fait preuve d'un respect mutuel pour l'expertise et les expériences que chaque personne apporte au travail collectif même si les chercheurs ont parfois été critiqués pour leurs approches trop réductionnistes et les paysans parfois pour leur manque de rigueur dans la gestion des expériences.

Dans le cadre du projet FSO, les paysans se sont sentis trop dirigés par les scientifiques et pas suffisamment participants. La plupart des chercheurs sont d'accord avec ce constat qui s'explique par le fait que ce programme « participatif » s'est déroulé dans le cadre d'un projet conçu pour répondre aux demandes de la Commission Européenne. Un des objectifs de ce programme était notamment d'apporter des indications précises pour proposer des pistes pour une nouvelle réglementation sur les variétés de conservation. Ce projet sur les variétés « non-conventionnelles » n'était donc pas prévu initialement dans un cadre 100% participatif mais visait expérimenter des approches participatives. Cependant, les acquis de FSO pourront être utilisés pour mieux répondre aux attentes des paysans dans les futurs projets de sélection participative. Ce projet a aidé les chercheurs à mieux appréhender les approches des paysans pour évaluer des variétés paysannes et leurs motivations pour cultiver ces variétés d'une part ; d'autre part il a permis aux paysans d'exprimer leurs attentes à propos de la participation dans un cadre bien défini, elles sont donc prises en compte de manière officielle. Il est souhaitable que les résultats proposés à la Commission Européenne permettent d'aboutir à un système de réglementation qui encourage la sélection et la conservation à la ferme au lieu de la limiter.

Le projet « Croisements du Roc » se développe dans le cadre d'un nouveau projet européen qui semble plus flexible en terme de structure des projets de recherche. Après une première année d'expérience, les chercheurs retiennent un engagement important des paysans qui se traduit par un intérêt pour les questions méthodologiques allant des questions pratiques, aux questions théoriques en passant par des questions éthiques. Les discussions sur les méthodes et les stratégies pour la sélection participative amènent à une meilleure compréhension des besoins et des contraintes de chaque partenaire, avec la

volonté de rester flexible, pour que chaque acteur puisse choisir son niveau d'engagement dans la limite de quelques exigences minimales convenues par tous les participants en début de campagne.

Au sujet des schémas expérimentaux, un compromis reste à trouver entre les chercheurs qui ont besoin de schémas rigoureux pour effectuer des analyses statistiques précises et les paysans qui invoquent la nécessité d'une simplification dans la gestion de leurs essais. Ces exigences poussent les chercheurs à étudier la mise en place de schémas expérimentaux alternatifs aux classiques « blocs complets randomisés », par exemple en proposant des schémas sans répétition pour les croisements mais avec des témoins répétés dans le champ (en cours d'expérimentation). Une réflexion plus générale est aussi souhaitable de la part des chercheurs sur la manière d'organiser leur travail entre la diffusion des méthodes en cours de développement au sein du réseau de paysans et l'effort de mesure qui doit être ajusté en fonction du degré d'implication des paysans et de la qualité des dispositifs.

2.2. Perspectives

La majorité des paysans qui font partie du projet « Croisements du Roc » au sein du RSP cultive aussi des variétés anciennes et/ou de pays en parallèle aux nouvelles populations. Les échanges d'observations et d'avis sur le projet de sélection dans le réseau ont été très riches pour les participants, à la fois chercheurs et paysans. Ceci met en valeur l'approche participative en réseau, plutôt qu'une approche participative où la communication s'établit seulement entre les paysans d'un côté et l'institut de recherche de l'autre. La sélection paysanne est basée sur une appréciation plus globale des plantes et des populations conduisant souvent à des changements satisfaisants au champ. Pour cette raison, les mesures quantitatives n'ont peut-être pas besoin d'être complètes mais plus focalisées sur des caractères moins faciles à évaluer par les paysans (PMG, taux de protéine,...). Certaines mesures quantitatives peuvent également servir après la sélection pour contrôler des changements phénotypiques d'une génération à l'autre, particulièrement pour les caractères qui sont corrélés négativement, et pour caractériser ces populations pendant leur évolution.

Une discussion très intéressante a eu lieu lors d'une réunion entre paysans et chercheurs sur les avantages et inconvénients présentés par différentes stratégies : des croisements suivis de sélection, de la sélection dans les variétés de pays ou créer des mélanges de variétés avec des caractères complémentaires. Les paysans sont conscients que les croisements génèrent plus de diversité pour la sélection dans de nouvelles conditions environnementales. Le recours aux croisements paraît particulièrement intéressant quand les variétés de pays ont perdu la plupart de leur diversité intra-variétale suite à la réduction de la surface cultivée ou en raison des pratiques de conservation *ex-situ* par les banques de semences qui visent à fixer les accessions conservées. Les croisements peuvent présenter une alternative aux mélanges ou à la sélection massale dans une population existante lorsqu'il n'existe pas assez de diversité génétique au sein d'une variété ou quand les mélanges ne donnent pas les résultats souhaités. Cependant, la conservation *in situ* est aussi un bon moyen d'introduire de la diversité en gestion dynamique et pour conserver le potentiel évolutif. Des études sont en cours en parallèle du projet de sélection participative sur l'évolution et l'adaptation de ces populations dans le réseau des paysans. Les sélections faites pendant le projet FSO sont aussi étudiées cette année afin d'améliorer notre connaissance sur les effets de la sélection dans les variétés de pays avec des structures génétiques différentes. Il est prévu d'ajouter de nouvelles populations, comme les variétés de pays hétérogènes ou les mélanges de variétés de pays sorties de la collection *ex-situ* pour un projet de sélection participative avec les populations dérivées des croisements. Le but du projet, cette année et dans les années à venir, est d'accroître l'intégration des connaissances des paysans au sujet de leurs terrains et des variétés de pays qu'ils cultivent pour optimiser le développement de populations répondant bien à la sélection paysanne pour l'agriculture biologique. Ces populations, une fois créées par un paysan ou une équipe de chercheurs, peuvent ensuite être évaluées chez plusieurs paysans du réseau et sélectionnées dans différentes conditions adaptées à chacun. Le travail en

réseau d'échanges favorise le développement d'un processus durable d'innovation variétale. Contrairement à une démarche de sélection classique, la finalité de ces programmes vise en priorité à générer des populations hétérogènes et bien adaptées au terrain de chaque ferme, plutôt que de vouloir inscrire leurs nouvelles variétés au catalogue.

3. CONCLUSIONS

Les paysans vont toujours baser judicieusement leur sélection sur leurs connaissances profondes de leurs systèmes de cultures biologiques, et sur une appréciation globale et intuitive des plantes dans ce système. L'analyse scientifique peut être utile pour connaître ces populations et valoriser cette sélection dans le contexte de la conservation *in situ* et l'amélioration de ces populations. Une approche globale qui combine l'évolution à la ferme avec la sélection naturelle en réponse aux pratiques agronomiques et sélection paysanne dans les populations diversifiées peut servir à développer des variétés bien adaptées aux systèmes de l'agriculture biologique (Murphy et al. 2005). En effet, certains caractères semblent ne pas être toujours favorisés par la sélection naturelle et peuvent exiger une sélection paysanne pour les maintenir, ce qui ne se fait pas dans la conservation *ex-situ*. La valeur des variétés de pays est liée à leur histoire de sélection paysanne, à leur adaptation à des conditions très diverses dans le monde, à leur capacité de continuer à évoluer et à leur résilience par rapport à des conditions environnementales hétérogènes. Ce processus créatif de l'innovation variétale à la ferme a presque disparu dans les pays industrialisés. La sélection participative, qui peut commencer avec des variétés de pays existantes, des nouvelles variétés-populations développées par des croisements ou des variétés-mélanges développés par les paysans, peut renouveler ce processus. C'est un moyen de revendiquer la connaissance de sélection et d'autonomie de production des semences par les communautés paysannes. Le processus d'évolution continu des espèces cultivées peut être un facteur clé dans l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques et aux stress environnementaux complexes qui sont présents dans les systèmes d'agriculture biologique et à faibles niveaux d'intrants.

Remerciements :

Travail financé par la Commission Européen, FP6 program priority : Opportunities for farm seed conservation, breeding and production. Les auteurs souhaitent remercier pour leurs aides dans la gestion des projets, les mesures et les analyses : INRA de Rennes - Véronique Chable, Nicolas Schermann; RSP - Henri Ferté, Thomas Levillan et tous les paysans engagés dans la sélection participative; les partenaires FSO Silvio Pino, Giandommenico Cortiana, Aart Osman, INRA Moulon - Jérôme Enjalbert, Sophie Pin, Pierre Rivière

RÉFÉRENCES

- Allard R.W. 1988. Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. *Journal of Heredity* 79, 235-238.
- Bonneuil, C., F. Thomas. 2009. Gènes, pouvoirs et profits. La recherche publique dans les transformations des régimes de production des savoirs en génétique végétale de Mendel aux OGM.
- Ceccarelli S., Grando S., et al. 2001. Farmer participation in barley breeding in Syria, Morocco and Tunisia. *Euphytica* 122(3), 521-536.
- Desclaux, D. 2005. Participatory plant breeding methods for organic cereals. In E. T. Lammerts Van Bueren and H. Ostergard (eds.) Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers. Driebergen (NK), 17-19 January 2005, pp. 17-23.
- Elias, M., D. McKey, et al. 2001. Traditional management of cassava morphological and genetic diversity by the Makushi Amerindians (Guyana, South America): perspectives for on-farm conservation of crop genetic resources. *Euphytica* 120:143-157.
- Ibrahim K.M. & Barrett J.A. 1991. Evolution of mildew resistance in a hybrid bulk population of barley. *Heredity* 67:247-256.
- Murphy, K., Lammer, D., Lyon, S., Carter, B. & Jones, S. S. 2005. Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20, 48-55
- Smith M. E., Fernando C.G. & Gomez F. 2001. Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras. *Euphytica* 122: 551-565.
- Suneson C.A. 1956. An evolutionary plant breeding method. *Agronomy Journal* 48, 188-191.
- Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergard, H. & Lammerts van Bueren, E.T. 2008. Developments in breeding cereals for organic

Sélection participative des blés pour l'agriculture biologique en Europe.
Dawson, JC, Berthelot, J-F et al.

agriculture *Euphytica*, 163, 323-346