



HAL
open science

Caractérisation de l'évolution de variétés paysannes pour la mise en place d'une législation semencière adaptée

Simon Giuliano

► To cite this version:

Simon Giuliano. Caractérisation de l'évolution de variétés paysannes pour la mise en place d'une législation semencière adaptée. 2010, 188 p. hal-01458575

HAL Id: hal-01458575

<https://hal.science/hal-01458575>

Submitted on 6 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.



Ecole d'ingénieurs

Sciences du vivant
Agriculture • Agroalimentaire
Marketing • Management



MEMOIRE D'INGENIEUR

GIULIANO Simon

Mémoire d'Ingénieur

89^{ème} promotion

Mai 2010

EIP
Ecole d'Ingénieurs de Purpan
75, Voie du TOEC
31076 TOULOUSE Cedex

INRA – SAD Paysage
65 rue de St-Brieuc
CS 84215
35042 Rennes Cedex

Caractérisation de l'évolution de variétés paysannes pour la mise en place d'une législation semencière adaptée

GIULIANO Simon

Résumé

Le marché des semences dans les pays industrialisés est en stagnation. En revanche, la production de semences de ferme est en augmentation notamment du fait du manque d'offre de variétés adaptées à l'agriculture biologique. A cause des contraintes qui pèsent sur l'inscription de nouvelles variétés (critères DHS) et sur leur commercialisation, ces variétés hétérogènes, utiles en conditions de culture à faibles niveaux d'intrants, ne peuvent être ni inscrites au Catalogue ni échangées entre agriculteurs.

Malgré ces difficultés, des agriculteurs se lancent dans la culture de variétés paysannes. Grâce à ces agriculteurs, regroupés en associations et réseaux, des projets de recherche participative ont pu être créés. Le but du projet européen « Farm Seed Opportunities », coordonné par l'INRA, est de fournir des propositions de réglementation permettant la coexistence des variétés paysannes avec le système variétal conventionnel.

Afin d'évaluer l'évolution des variétés paysannes, pour différentes espèces, des variétés paysannes ont été multipliées pendant deux ans chez plusieurs agriculteurs créant ainsi, chacun, une version de chaque. En 2009, les versions de chacune des variétés ont été comparées entre elles et avec les plantes issues des semences originales.

Les résultats de cette expérimentation montrent que toutes les variétés ont évolué, quelles que soient leur structure génétique et leur lieu de multiplication. Cette évolution se fait parfois dans un sens favorable à l'agriculteur. Les résultats font ressortir le rôle important de l'interaction génotype-environnement. Chaque variété a donc un schéma d'évolution qui lui est propre.

Face à cette diversité d'évolutions, il est nécessaire d'adapter la réglementation pour permettre aux agriculteurs d'inscrire leurs variétés sur un Catalogue spécifique selon des règles assouplies quant à l'homogénéité, la stabilité et la zone géographique de culture limitée afin que les agriculteurs puissent : (i) cultiver des variétés adaptées à une agriculture à faibles niveaux d'intrants et à leur terroir et (ii) stimuler le maintien et le renouvellement de la biodiversité cultivée.

Mots clés : *variétés paysannes, recherche participative, agriculture biologique, adaptation locale, interaction génotype-environnement, biodiversité cultivée*

Abstract

The seed market in industrialized countries is stagnant. In contrast, the production of farm seeds is growing particularly because of the lack of varieties suited for organic agriculture. On account of the strict regulations on the registration of new varieties (DUS criteria) and their commercialization, these heterogeneous varieties, useful in low input conditions can neither be registered in the Catalogue nor exchanged between farmers.

Despite these difficulties, more and more farmers are starting to cultivate landraces and farmers' varieties. Thanks to these farmers, grouped together in networks, participatory research projects were able to be launched. The aim of the European project Farm Seed Opportunities, led by INRA, is to make legislative propositions based on scientific analysis of these non-conventional varieties which will allow for the coexistence between the farmers' varieties and the formal varietal system.

To evaluate the evolution of the farmers' varieties, for four species, different varieties were multiplied during two vegetative seasons in farmers' fields that led to the development of different versions of each variety (one per farmer). In 2009, the versions of every variety were compared with each other and with the plants that came from the original seeds.

The results of this experimentation show that all the varieties have evolved, whatever their genetic structure or place of multiplication. Some appears to be sometimes in the way suited by the farmer. The results also show the important role of the genotype-environment interactions. According to that, each variety has its own evolution scheme.

Thus, it is necessary to adapt the legislation to this diversity of evolutions in order to permit farmers to register their varieties on a specific Catalogue with less strict rules for homogeneity, stability and a less limited geographic growing zone. This could allow farmers (i) to grow varieties adapted to low input agriculture and to their *terroir* and (ii) to have a better conservation of the cultivated biodiversity.

Key words: landraces, participative research, organic agriculture, local adaptation, genotype-environment interactions, cultivated biodiversity

Sommaire

INTRODUCTION

I. LE CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE ET SCIENTIFIQUE DES SEMENCES PAYSANNES

1. LE MARCHÉ MONDIAL DES SEMENCES
2. LEGISLATION CONCERNANT LES SEMENCES – LE CAS DE LA FRANCE
3. LA RECHERCHE PARTICIPATIVE SUR LES SEMENCES
4. « FARM SEED OPPORTUNITIES »

II. METHODE DE TRAVAIL

1. PRINCIPES GÉNÉRAUX
2. L'EXPERIMENTATION « BLE » EN 2009
3. L'EXPERIMENTATION « HARICOTS » EN 2009
4. L'EXPERIMENTATION « MAÏS » EN 2009

III. RESULTATS : CARACTERISATION DE L'ÉVOLUTION DES VARIÉTÉS

1. IMPACTS DES DEUX ANNÉES DE MULTIPLICATION
2. ÉVOLUTION SELON LA STRUCTURE DE LA VARIÉTÉ
3. ÉVOLUTION PAR RAPPORT LIEU DE MULTIPLICATION
4. ÉVOLUTION DE LA VARIABILITÉ
5. INFLUENCE DE LA SÉLECTION
6. CONCLUSIONS SUR LES RESULTATS

IV. DISCUSSION DES RESULTATS EN LIEN AVEC LA DIRECTIVE « VARIÉTÉS DE CONSERVATION »

1. LES CRITÈRES DHS
2. ADAPTATION DES VARIÉTÉS, SÉLECTION DES AGRICULTEURS
3. ZONE GÉOGRAPHIQUE LIMITÉE ET ÉROSION GÉNÉTIQUE
4. LES LIMITES DE L'ÉTUDE

V. PROPOSITIONS DE RÉGLEMENTATION POUR LES SEMENCES PAYSANNES

1. S'INSPIRER DES RÉGLEMENTATIONS EXISTANTES EN EUROPE
2. LE SYSTÈME PROPOSÉ PAR LE CONSORTIUM DE FSO

CONCLUSION

Remerciements

Merci à l'ensemble de l'équipe FSO avec qui il a été très agréable de travailler durant les six mois de stage.

Au sein de cette équipe, je tiens tout particulièrement à remercier Estelle Serpolay et Julie Dawson pour les longues heures passées, sous la chaleur, sur les routes et les champs européens puis pour leur suivi tout au long du stage et du mémoire.

Un grand merci également à Véronique Chable pour m'avoir guidé dans le champ des semences paysannes, pour ses relectures attentives et pour m'avoir fait comprendre que « la recherche n'est pas neutre ».

Merci à Isabelle Goldringer, pour nos échanges, toujours très enrichissants, et à Nicolas Schermann, pour son aide précieuse pour les statistiques.

Merci également à Jean Daydé pour son suivi et ses suggestions, lors de la rédaction du mémoire.

De grands remerciements à tous les paysans ayant participé au projet pour la passion qu'ils mettent dans leur travail et qui m'ont permis de comprendre l'importance des semences paysannes.

Table des sigles et des abréviations

3G : Troisième génération de multiplication
AB : Agriculture Biologique
ACM : Analyse Des Correspondances Multiples
ACP : Analyse en Composantes Principales
ADN : Acide Désoxyribonucléique
AMAP : Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne
Anova : Analysis of variance
AOC : Appellation d'Origine Contrôlée
BEDE : Biodiversité : Echanges et Diffusion d'Expériences
CGIAR : Consultative Group on International Agricultural Research
CIMMYT : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
COV : Certificat d'Obtention Végétale
CPOV : Comité de la Protection des Obtentions Végétales
CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection
CVO : Contribution Volontaire Obligatoire
DHS : Distinction, Homogénéité, Stabilité
EICSTAD : Evaluation Internationale des Connaissances, des Sciences et des Technologies Agricoles pour le Développement
F1 : Première génération d'individus issus d'un croisement entre deux lignées pures
F2 : Descendance de la F1 c'est-à-dire un croisement entre deux F1
FAO : Food and Agriculture Organization
FIS : Fédération Internationale des Semences
FNSEA : Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles
FSO : Farm Seed Opportunities
GEVES : Groupe d'Etudes et de contrôle des Variétés Et des Semences
GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants
GxE : Interaction entre le génotype et l'environnement
ha : hectares
ICARDA : International Center of Agricultural Research in the Dry Areas
IFOAM : International Federation of Organic Agricultural Movements
IGP : Indication Géographique Protégée
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
LS-means : Least-Square means - Moyennes ajustées par la méthode des moindres carrés
M€ : Millions d'Euros
NIRS : Near Infra-Red Spectroscopy
OGM : Organismes Génétiquement Modifiés
PAC : Politique Agricole Commune
PME : Petites et Moyennes Entreprises
PMG : Poids de Mille Grains
RSP : Réseau Semences Paysannes
SAD : Sciences pour l'Action et le Développement
TIRPAA : Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture
UMR : Unité Mixte de Recherche
UPOV : Union pour la Protection des Obtentions Végétales
VAT : Valeur Agronomique et Technologique

Introduction

L'agriculture en Europe est actuellement dominée par un modèle intensif dont le fonctionnement repose sur une utilisation importante d'énergie fossile et d'intrants chimiques. Ce modèle productiviste semble néanmoins s'essouffler du fait de l'augmentation du prix des engrais et du carburant, de la limitation des matières actives utilisées comme pesticides et surtout par la prise de conscience de la société toute entière des dangers de l'agriculture intensive sur l'environnement et la santé.

En effet, l'impact négatif de l'agriculture intensive notamment sur la biodiversité et les émissions de gaz à effet de serre est aujourd'hui largement admis (LE ROUX *et al.*, 2008). Ces problématiques nécessitent donc que des solutions soient trouvées afin de proposer des alternatives durables à ce modèle majoritaire en Europe.

Bien que le rapport de synthèse 2008 de l'EICSTAD (Evaluation Internationale des Connaissances, des Sciences et des Technologies Agricoles pour le Développement) reconnaisse que les technologies des soixante dernières années aient permis à l'agriculture de faire face aux besoins de la société d'alors, il montre également que le système intensif auquel il a abouti n'est pas durable.

Pour permettre la durabilité du système agricole, l'EICSTAD, dont les finalités sont de lutter contre la faim et d'améliorer le développement rural, préconise notamment une meilleure utilisation des connaissances locales pour la gestion des ressources génétiques et le maintien de la biodiversité.

Les variétés paysannes, qui regroupent les termes de variétés anciennes, locales, traditionnelles, de pays ou population, sont rattachées à un terroir bien particulier ; elles ont une histoire et des qualités propres à chacune (BEDE et RSP, 2009). Elles sont donc intimement liées aux savoirs locaux des agriculteurs et par leur grand nombre, elles permettent une préservation de la biodiversité cultivée.

La recherche participative sur ces variétés, en partant du principe que l'agriculteur a « *de bonnes raisons de faire ce qu'il fait* », cherche notamment à découvrir, comprendre et expliquer ces raisons (SEBILLOTTE, 2007). En s'appuyant sur une vision holistique de l'agriculture et en s'intéressant davantage aux systèmes économes en intrants, la recherche participative promeut une agriculture plus durable.

Le projet « *Farm Seed Opportunities* » (FSO), coordonné par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), s'inscrit dans un cadre participatif. Il est un support scientifique aux politiques européennes. Cette initiative est soutenue par l'Union Européenne car les variétés paysannes, bien que suscitant l'intérêt de nombreux agriculteurs, sont peu rémunératrices. C'est donc le rôle de la recherche publique que de s'y intéresser.

Le soutien de l'Union Européenne s'explique également car le but de FSO est de comprendre comment se caractérise l'évolution des variétés paysannes afin de mettre en place une législation européenne qui leur soit adaptée. Cette caractérisation était le cœur de la mission du stage.

Afin de bien comprendre dans quel cadre s'inscrivait cette mission, il est indispensable de comprendre la complexité du cadre économique, juridique, social et enfin scientifique dans lequel se situe le projet FSO et les variétés paysannes. Cette première partie permettra alors de bien cerner la problématique du mémoire.

La deuxième partie a pour but de présenter la méthodologie, basée sur une expérimentation agronomique sur les variétés paysannes, mise en place pour répondre à la problématique énoncée.

Les données récoltées durant l'expérimentation ont permis, suite à l'analyse statistique, de faire apparaître de nombreux résultats significatifs, présentés dans une troisième partie.

Ensuite, la mise en perspective de ces résultats avec la question de départ et leur confrontation avec des études comparables mènent à une interprétation efficace de l'évolution des variétés observées. Cette analyse permet également de faire ressortir les limites de l'étude.

Pour terminer, les interprétations sont synthétisées afin de pouvoir formuler des propositions de *scenarii* réglementaires adaptés à l'évolution des variétés paysannes et fiables d'un point de vue scientifique et socio-économique.

I. Le contexte socio-économique et scientifique des semences paysannes

1. Le marché mondial des semences

a. Le marché mondial des semences

Historique du marché des semences

De l'invention de l'agriculture, il y a 10 000 ans, jusqu'au début du XX^{ème} siècle, le marché des semences était quasi-inexistant. Les agriculteurs ressemaient une partie de la récolte de l'année précédente ou bien procédaient à des échanges de grains avec leurs voisins (GNIS, 2002). C'est par ce système d'échanges de proche en proche que les différentes formes de blé, ancêtres du blé tendre *Triticum aestivum*, apparues spontanément quelque part dans le Moyen-Orient il y a 12 000 ans, ont peu à peu été cultivées partout en Europe (MOSINIAK *et al.*, 2006).

Avec la découverte des lois de Mendel et les premiers travaux de sélection généalogique, les premières entreprises semencières apparaissent au XIX^{ème} siècle, déconnectant ainsi la production de matières premières de la production de semences. Pourtant, le marché des semences, dans le sens commercial du terme, ne se développe réellement qu'après la Seconde Guerre Mondiale avec la mise sur le marché des premiers maïs hybrides (BONNEUIL et THOMAS, 2002).

Etat actuel du marché

Si, en 1985, le marché des semences ne « pesait » que 8 milliards de dollars, il était en 1998 de 30 milliards de dollars soit un quadruplement du chiffre d'affaire du secteur en moins de 15 ans. Seuls 3,6 milliards de dollars représentaient des transactions internationales soit 12 % du marché global ce qui montre le lien entre la variété et le pays. Dans ce contexte encore faiblement mondialisé, la France est un acteur important avec 2 300 millions d'euros (M€) de chiffre d'affaire en 2008 dont 40% réalisés à l'export (GNIS, 2002 ; BURGAUD et REIN, 2009).

Toutefois, contrairement aux idées reçues, les 10 plus grandes multinationales de la semence ne représentent « que » 32% du marché. En 2002, les six premières entreprises du marché étaient, par ordre d'importance décroissant : Pioneer avec 2 164 M€ de chiffre d'affaires pour le secteur des semences, Monsanto (1 936 M€ de chiffre d'affaires), Syngenta (1 068 M€), le Groupe Limagrain (873 M€, première entreprise française du secteur), Seminis Inc. (479 M€) et Advanta (421 M€). En marge de ces sociétés, de nombreuses PME subsistent et représentent, en France, 70% des semenciers et emploient près de 15 000 personnes (CARON *et al.*, 2003 ; BURGAUD et REIN, 2009 ; GNIS 2002).

Augmentation relative du nombre d'inscriptions

Cette relative fragmentation du secteur permet actuellement la création de nombreuses variétés inscrites au Catalogue. Après une baisse dramatique des inscriptions durant les années 1960, le GNIS, Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants, indique qu'en 2009, 500 nouvelles variétés ont été inscrites (BURGAUD et REIN, 2009).

Le nombre de variétés de blé tendre inscrites au Catalogue officiel français s'était contracté, de 131 à 65, entre 1945 et 1966 suite au durcissement des conditions d'inscription, mais 395 variétés ont été inscrites en 1997. Il faut toutefois modérer cette relative diversité.

Tout d'abord, ces variétés sont très souvent parentes entre elles et n'induisent donc pas une forte diversité génétique. De plus, ce niveau de diversité reste très faible par rapport à celui qui était observé avant la révolution industrielle. Par exemple, sur les 7 000 variétés de pommes de terre présentes aux Etats-Unis, 6 000 ont actuellement disparu alors qu'en Inde, 90 % des variétés de riz ont disparu. Enfin, si de nombreuses inscriptions sont effectuées pour les espèces « d'importance » : maïs, soja ou blé ; certaines espèces sont presque ignorées par les semenciers qui, par exemple, ont inscrit entre 2001 et 2005 en France, moins de 4 variétés de persil, ail, fève, lentille, vesce, betterave fourragère ou encore épinard alors que 686 nouvelles variétés de maïs et 130 variétés de blé tendre ont vu le jour (BONNEUIL *et al.*, 2006 ; CARON *et al.*, 2003 ; TIRPAA, 2009).

Cette forte disparité entre les espèces est la conséquence directe des coûts importants de fabrication d'une nouvelle variété (croisements, sélection et inscription) qui incitent les semenciers à se concentrer sur un faible nombre d'espèces par la logique des économies d'échelles. La concentration du marché semble se renforcer aujourd'hui puisque les biotechnologies comme la génomique ou la biologie moléculaire ont un coût très élevé. Ainsi, en 2005, le marché des semences en France était représenté à 33% par le maïs et le sorgho (alors qu'ils ne représentent que 10 à 15 % de l'assolement sur les terres labourables) ; 61% si l'on ajoute les céréales à paille, la betterave et la pomme de terre. Aux Etats-Unis, 55% du marché provenait du maïs et du soja (CHEVASSUS-AU-LOUIS, 2006 ; BONNEUIL *et al.*, 2006 ; BOCCI, 2009).

b. La place des semences de ferme

Etat actuel de la situation

Après une période de forte croissance dans les pays Occidentaux, le marché des semences est aujourd'hui stable. Pourtant, l'ensemble des terres agricoles mondiales, en particulier européennes et françaises, ne sont pas semées avec des semences issues de sélectionneurs, privés ou publics. Le FIS, Fédération Internationale des Semences, indiquait qu'en 1998, l'équivalent de 20 milliards d'euros de semences utilisées, soit 40% du marché total, étaient des « semences de ferme » c'est-à-dire des semences issues de la récolte de la culture précédente (GNIS, 2002).

Pour les pays du Sud, l'utilisation des semences de ferme est une condition *sine qua non* à la subsistance de l'agriculture car celle-ci ne permet pas de dégager des revenus suffisants pour que les agriculteurs puissent acheter des semences certifiées (ALTIERI et MERRICK, 1987).

Toutefois, dans les pays industrialisés, l'activité d'autoproduction de semences, bien qu'ayant régressé, reste importante et a même tendance à se redévelopper. Sur des chiffres parus en 2009, le GNIS indique par exemple que quasiment la moitié de la surface française en blé tendre a été emblavée par des semences de ferme. Il en est de même pour de nombreuses espèces partout en Europe (Tableau 1).

Tableau 1 : Origine des variétés de céréales, pommes de terre et légumineuses en Europe (%) (BOCCI et CHABLE, 2008). La colonne « illégales » représente le plus souvent des semences provenant d'échanges avec d'autres agriculteurs.

Pays	Culture	Semences		
		certifiées	fermières	illégales
France	Blé	58	42	
Allemagne	Céréales	54	40	6
	Pomme de terre	44	56	
Pologne	Blé	7	93	
	Avoine	5	95	
Angleterre	Blé	51	31	18
	Orge d'hiver	55	15	30
	Orge de printemps	66	14	20
	Haricot	37	18	45
Italie	Blé dur	90	10	
	Blé tendre	70	30	
	Luzerne	75	5	20
	Orge	80	20	
Hollande	Pomme de terre	61	39	
	Céréales	65	35	
Finlande	Céréales et légumineux	30	47	23
Suède	Céréales	72	28	
	Pomme de terre	35	65	

Il semble que pour des espèces comme le blé tendre, un plafond d'utilisation des semences certifiées ait été atteint. En effet, l'utilisation des semences certifiées, c'est-à-dire inscrites dans le Catalogue officiel des variétés, était de 57% en 1984-1985, de 42 % en 1993-1994 et environ 50 % aujourd'hui (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Par contre, certaines espèces, essentiellement allogames, ont un marché largement dominé par des semences commerciales (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition de la production de semences de maïs dans différents pays (FIS, 2004)

Country	Area ('000 ha)		Quantity ('000 metric tons)		Yield (t/ha)	
	Hybrid	Non Hybrid	Hybrid	Non Hybrid	Hybrid	Non Hybrid
Austria	5.34	0.34	10.68	0.68	2.0	2.0
Czech Republic	1.00	-	2.20	-	2.2	
France	54.15	-	160.00	-	3.0	
Germany	3.08	-	7.50	-	2.4	
Italy	4.92	-	12.50	-	2.5	
Slovenia	0.30	-	0.55	-	1.8	
South Africa	14.00	3.00	49.00	11.60	3.5	3.9
Switzerland	0.24	-	0.66	-	2.8	
United States	218.18	-	630.92	-	2.9	
Total	301.20	3.34	874.01	12.28		

Dans le cas présenté dans ce tableau, on s'aperçoit que, pour une espèce allogame comme le maïs, la quasi-totalité des semences produites sont des hybrides F1 (première génération de croisement entre deux lignées parentales pures), qui rendent dans la pratique impossible la réutilisation en tant que semences de ferme du fait de la ségrégation qui a lieu en F2 (deuxième génération de croisement).

Pourtant, la reconnaissance de l'utilité des semences de ferme et l'importance du travail des agriculteurs dans le maintien et l'amélioration de la biodiversité cultivée est

reconnue dans deux articles (6 et 9) du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (TIRPAA). Dans l'article 6 concernant « *l'utilisation durable des ressources phytogénétiques* », il est en effet préconisé que des recherches soient effectuées afin de « *renforc[er] et conserv[er] la diversité biologique en maximisant la variation intra- et interspécifique, au profit des agriculteurs, notamment ceux qui créent et utilisent leurs propres variétés* ». Outre la reconnaissance internationale du travail de l'agriculteur-producteur de semences, deux facteurs essentiels sont à la base d'un redéploiement des semences de ferme : le développement des productions protégées et l'essor de l'agriculture biologique (TIRPAA, 2009).

Evolution récente : appellations d'origine et agriculture biologique

Tout d'abord, les nouvelles Appellations d'Origine Contrôlée (AOC) et les Indications Géographiques Protégées (IGP) ont de plus en plus tendance à reconnaître dans leur cahier des charges l'utilisation des semences de ferme voire même interdire l'utilisation de semences plus modernes comme l'AOC « Châtaigne d'Ardèche » qui exclut de l'appellation les châtaignes issues des hybrides développés par l'INRA du fait de leur différence de goût avec la châtaigne originale. Les appellations géographiques n'ont en effet aucune exigence par rapport à la certification des semences. Les exemples sont nombreux : l'AOC « Piment d'Espelette » produit à partir de la variété population Gorria, l'IGP « Petit épeautre de Provence », espèce qui échappe aux règles de la certification ou les AOC « Oignon Rosé de Roscoff », « Coco de Paimpol » ou « Haricot tarbais » qui se basent plus sur les caractéristiques du produit final plutôt que sur celles des plantes et qui ne contraignent donc pas le choix variétal (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Ensuite, l'importance grandissante des cultures biologiques a provoqué un revirement dans la manière de sélectionner et de créer des variétés. Le développement de l'Agriculture Biologique (AB) a provoqué une forte demande pour des variétés adaptées à des environnements moins artificialisés, avec des besoins plus spécifiques et un ordre de priorité différent par rapport à la fertilisation, la stabilité de rendements, la résistance aux maladies, la rapidité de levée ou la structure des variétés (REY, 2009). Le marché pour les variétés spécifiquement sélectionnées pour l'AB est peu développé. Cela tient à un nombre de producteurs restreint et à des variétés avec une capacité d'adaptation à une gamme moins large d'environnements du fait de la plus faible artificialisation du milieu. Ainsi, peu d'entreprises semencières se sont lancées dans la production de semences certifiées AB, craignant de ne pouvoir rentabiliser les investissements. (OSMAN *et al.*, 2008 ; CHABLE, 2009).

Certaines entreprises semencières se sont tout de même investies dans la production de semences d'espèces maraîchères pour l'AB. Pour les agriculteurs, la production de semences maraîchères est plus difficile car la production de la graine est différente de la production de l'organe de la plante commercialisé. De nombreuses espèces sont allogames, d'autres sont bisannuelles, autant de contraintes qui s'ajoutent pour l'agriculteur qui veut produire ses propres semences. Ces contraintes étant moins fortes pour les espèces de grande culture, la volonté des semenciers de développer des variétés adaptées à la bio est plus faible, il en résulte donc un manque de variétés adaptées à l'AB en grande culture d'autant plus qu'il n'existe quasiment aucune appellation d'origine pour les céréales (BONNEUIL *et al.*, 2006).

De plus, en 2004, la mise en place du règlement européen 2092/91, qui stipule que « *seules les semences produites en conditions biologiques peuvent être utilisées en agriculture biologique* », a marqué un tournant dans la production de semences à la ferme. Bien que certaines dérogations existent pour utiliser en AB des semences multipliées en conventionnel, de nombreux agriculteurs bio ont été obligés de produire eux-mêmes les semences des variétés qu'ils souhaitaient utiliser car les semences de ces variétés étaient uniquement multipliées en conventionnel (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Enfin, un débat existe au sein de l'IFOAM, International Federation of Organic Agricultural Movements, par rapport aux règles concernant l'obtention de variétés aptes à l'agriculture biologique. Ainsi, la stérilité mâle cytoplasmique, introduite pour obtenir certains hybrides ou un procédé d'haplo-diploïdisation, utilisé pour obtenir une lignée 100% homozygote, sont remis en question par rapport à leur désignation « agriculture biologique » (OSMAN *et al.*, 2008).

Ces exigences restreignent le nombre de variétés adaptées à la culture biologique, et la production de semences labellisées AB, d'autant plus qu'il n'existe aucune souplesse pour l'inscription de ces variétés qui doivent répondre aux mêmes exigences du Catalogue des variétés, en France comme dans les autres pays d'Europe.

2. Législation concernant les semences - le cas de la France

a. La protection des variétés

La réglementation sur les semences est largement encadrée par des règles internationales définies dans le cadre des conventions de l'UPOV (Union pour la Protection des Obtentions Végétales).

La « Convention de l'UPOV », a été créée en 1961 et révisée pour la dernière fois en 1991. Elle a été ratifiée par une soixantaine de pays, dont la France, et a instauré l'utilisation des critères DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité) et, pour les espèces de grande culture, VAT (Valeur Agronomique et Technologique), pour l'inscription des variétés dans les catalogues nationaux.

Elle a également abouti à la création du Certificat d'Obtention Végétale (COV) qu'une variété doit obtenir afin de pouvoir être commercialisée. Les pays ayant ratifié cette convention s'engagent alors à mettre en place une législation en accord avec les principes du COV c'est-à-dire :

- « rétribuer le travail de l'obtenteur » qui prend la forme d'une redevance intégrée au prix de vente des semences, cette rétribution est associée à un droit exclusif d'exploiter la variété qui dure, selon l'espèce et l'étendue de la protection, entre 20 et 30 ans;

- « laisser la ressource libre » afin que d'autres programmes de recherche puissent utiliser ces semences afin de mener un programme de création variétale (GNIS, 2009a ; UPOV, 2002).

En France, le COV est délivré par le CPOV (Comité de la Protection des Obtentions Végétales) qui dépend du ministère de l'Agriculture. L'obtention du COV se fait en parallèle avec l'inscription au Catalogue des variétés (GNIS, 2009a).



Figure 1 : Les étapes de l'inscription d'une variété au catalogue (GNIS)

b. L'inscription au Catalogue Officiel ***Fonctionnement global du catalogue***

Conséquence de la Convention de l'UPOV, la législation française oblige qu'une variété utilisée à des fins professionnelles fasse l'objet d'une inscription au Catalogue Officiel des espèces et des variétés si celle-ci fait partie d'une espèce référencée dans le Catalogue. Il a été vu plus haut que certaines espèces comme le petit épeautre ne font pas partie du Catalogue (GNIS, 2009b).

Le Catalogue Officiel est une liste comprenant l'ensemble des variétés qui ont passé avec succès les épreuves de l'inscription. Il existe des listes complémentaires concernant les espèces ayant des régimes d'inscription particuliers comme par exemple la « liste des variétés anciennes à usage amateur pour les espèces potagères et fruitières ». Toutes les nouvelles inscriptions comme les suppressions sont publiées dans le Journal Officiel Français (GEVES, 2009).

L'inscription puis le maintien d'une variété au sein du Catalogue sont payants. Le coût d'inscription peut varier entre 250 € et quelques milliers d'euros, selon les conditions de commercialisation et le type de variété (ZAHARIA et KASTLER, 2003). L'inscription se déroule en cinq grandes étapes (Figure 1).

Étapes de l'inscription

Tout d'abord, l'obteneur de la variété, le plus souvent une entreprise semencière privée ou un centre public de recherche, doit faire une demande officielle d'inscription au Catalogue auprès du Comité Technique Permanent de la Sélection, le CTPS. Le CTPS est un organisme composé de l'ensemble des partenaires publics et privés qui composent la filière des semences en France, il est chargé de la gestion du Catalogue Officiel des variétés (GNIS, 2009b).

La deuxième étape concerne l'évaluation de la variété. Cette évaluation est confiée par le CTPS au GEVES (Groupe d'Etudes et de contrôle des Variétés Et des Semences). Dans son introduction aux principes de la DHS de 2002, l'UPOV indique que la variété proposée doit alors être testée selon les critères DHS ce qui signifie qu'elle doit être Distincte des autres variétés sur au moins « *un critère d'importance* », Homogène c'est-à-dire être « *suffisamment uniforme dans ses caractères pertinents* » et Stable dans le temps, par rapport à ses caractéristiques (UPOV, 2002).

Pour ces tests DHS, peuvent être utilisés : des critères qualitatifs ou pseudo-qualitatifs comme la couleur de l'épi et des critères quantitatifs comme la hauteur de la plante. Ces critères sont alors mesurés sur une échelle comprenant entre deux et une douzaine de niveaux. Ces tests sont menés par le GEVES sur une période variant de 1 à 3 ans en plein champ, sur plusieurs sites répartis dans différentes régions de la France.

La conformité par rapport à ces critères est testée de manière statistique. Concernant l'homogénéité, moins de 0,3% des plantes pour le blé (3 % pour le maïs) doivent se situer hors de la fourchette prévue. Pour les espèces de grande culture, les variétés doivent également être testées selon leur Valeur Agronomique et Technologique (VAT) qui mesure par exemple la force boulangère de la farine obtenue à partir du grain (valeur technologique) ou le rendement moyen de la variété (valeur agronomique). Ces tests, également menés par le GEVES, durent 2 ans (UPOV, 2002 ; GNIS, 2009b ; BONNEUIL *et al.*, 2006).

Après cette évaluation, le GEVES envoie au CTPS un rapport technique d'expérimentation où sont consignés les résultats de la variété par rapport aux caractères choisis pour l'évaluation de la DHS et de la VAT.

Le CTPS analyse alors les résultats obtenus et, si les critères de DHS et de VAT sont respectés, soumet une proposition d'inscription au Ministère de l'Agriculture qui permet alors l'inscription au sein du Catalogue Officiel après la publication du nom de la variété dans le Journal Officiel. Ainsi, la mise sur le marché d'une nouvelle variété est très règlementée ; quant à son utilisation, certaines libéralités existent et permettent l'utilisation des semences de ferme.

c. Utilisation des semences de ferme

Variétés « conventionnelles »

D'un point de vue commercial, comme il a été abordé dans le I.1.b., l'utilisation des semences de ferme est très disparate selon les espèces. Elles représentent entre 30 et 70 % pour les espèces autogames mais sont quasi-inexistantes pour les espèces allogames.

D'un point de vue législatif, à la différence du système de brevet comme il est mis en place aux Etats-Unis, le COV n'interdit pas à l'agriculteur d'utiliser une partie de la récolte de l'année précédente pour semer ses champs. Toutefois, de nombreuses incitations poussent les agriculteurs à choisir des semences certifiées. En 1989, un accord entre la FNSEA et le ministère de l'Agriculture interdit la mise en commun de matériel ou le travail à façon pour le tri et le traitement du grain. Ainsi, seuls les agriculteurs ayant leurs propres machines peuvent continuer à utiliser des semences de ferme. En 1997, le versement des aides PAC pour le blé dur, le lin, le chanvre et la vigne est conditionné à l'utilisation de semences ou de plants certifiés. Enfin, en 2001, pour le blé tendre, la Contribution Volontaire Obligatoire (CVO) est mise en œuvre afin de rétribuer le travail des obtenteurs lésés lorsque des semences de ferme sont utilisées (BONNEUIL et al., 2006 ; GNIS, 2009a).

Par contre, si le semis d'une partie de la récolte est toléré par la législation, les échanges de semences, certifiées ou non, entre agriculteurs sont interdits par la loi exceptés les échanges à titre amateur, comme décrit par l'arrêté ministériel du 26/12/1997 sur les variétés anciennes pour jardiniers amateurs, ainsi que les échanges dans le but de la recherche pour de nouvelles variétés, comme il est stipulé dans la Convention UPOV. Toutefois, les variétés pour jardinier amateur ne concernent que de très faibles quantités de graines pour des variétés potagères et le but de « recherche pour de nouvelles variétés » n'est pas reconnu aux agriculteurs. Concrètement, un agriculteur n'a pas d'autorisation légale d'échanger des semences avec ses confrères, notamment en grandes cultures (ZAHARIA et KASTLER, 2003 ; GNIS, 2009a).

Variétés de conservation

Toutefois, depuis 1998 et la directive 98/95/CE, une distinction est faite entre les variétés « conventionnelles » issues des travaux de sélection récents et les variétés dites « de conservation » c'est-à-dire des variétés dont la conservation et l'utilisation sont primordiales dans le but de maintenir la biodiversité cultivée. Dans le but de préserver cette fonction, ces variétés ont obtenu des dispositions particulières de la loi (ZAHARIA et KASTLER, 2003).

Dans cette directive, les variétés de conservation sont définies comme des variétés d'intérêt pour la « *conservation in situ et l'utilisation durable des ressources génétiques des*

plantes, y compris les mélanges d'espèces [...] qui sont associés à des habitats naturels et semi-naturels spécifiques et sont menacées d'érosion génétique ». La directive considère également les variétés adaptées à la culture en conditions biologiques. Pour l'ensemble de ces variétés, la directive précise que les conditions d'inscription au Catalogue seront assouplies mais sans préciser les modalités de cet assouplissement, à la discrétion de chaque Etat membre. En France, le décret ministériel du 2002-458 du 8 avril 2002 indique simplement que : « *des conditions particulières de commercialisation sont fixées, en tant que de besoin, par arrêté du ministre de l'agriculture* » ce qui ne définit pas les règles quant à l'inscription au Catalogue. De plus, même si la législation permettrait l'inscription, les coûts d'inscription et de maintien d'une variété au Catalogue rendraient impossible pour un agriculteur d'enregistrer « ses » variétés (ZAHARIA et KASTLER, 2003).

La directive 2008/62/CE, « *introduisant certaines dérogations pour l'admission des races primitives et variétés agricoles naturellement adaptées aux conditions locales et régionales et menacées d'érosion génétique, et pour la commercialisation de semences [...] de ces races primitives* », précise plus clairement les conditions de cet assouplissement. Elle définit le concept nouveau de « races primitives » qui sont : « *un ensemble de populations ou de clones d'une espèce végétale naturellement adaptés aux conditions environnementales de leur région* ». Il est précisé dans l'article 3 de la directive que les « races primitives » peuvent être considérées comme des variétés de conservation.

Dans cette directive, les critères de distinction et de stabilité des variétés de conservation sont, par défaut, ceux de la Convention UPOV dans les pays signataires. Par rapport à l'homogénéité, l'évaluation est faite sur la proportion de plantes « hors-type », qui ne doit pas dépasser 10 %. Pour les inscrire, il faut fournir la description de cette variété et sa dénomination, les résultats des essais non officiels et les connaissances (sur la culture ou l'utilisation) liées à cette variété.

Bien qu'assouplies, ces conditions restent strictes et laissent place à une certaine liberté dans la retranscription dans le droit national de chaque Etat membre de l'Union Européenne. Ces retranscriptions n'ont été que très partielles et un flou total existe pour les coûts d'inscription et de maintien et les exigences de chacun des pays par rapport au descriptif des variétés à fournir. Ainsi, un des buts du projet *Farm Seed Opportunities* est d'apporter des éléments afin de mettre en place une législation juste et efficace par rapport à l'inscription des variétés de conservation ou issues de sélections paysannes.

d. Contestation des critères DHS

Le système d'homologation des variétés par rapport aux critères DHS reste donc très contraignant et assez flou. En outre, bien qu'elle permette de s'en écarter légèrement, la directive 2008/62/CE reste très liée au concept de la variété stable et homogène. Or, cette considération de la variété stable et homogène comme unité de base du système de recherche, appelé « paradigme fixiste de la variété » par Christophe Bonneuil *et al.* (2006) est de plus en plus remis en cause, tant par la communauté scientifique que par les agriculteurs.

Limites de l'homogénéité

Durant ces cinquante dernières années, la variété stable et homogène a été de plus en plus utilisée du fait de sa reproductibilité, sa facilité à cultiver comme à récolter et à vendre. La capacité des variétés DHS à être identifiées aisément a permis d'instaurer la variété fixe, lignée-pure ou plus encore, hybride, comme l'unique système pouvant protéger

l'obtenteur et donc les entreprises semencières. Elle a permis de guider le progrès génétique et d'améliorer grandement la productivité des systèmes agricoles (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Bien qu'adaptée aux besoins de l'agro-alimentaire souhaitant un produit standardisé, la fixité des variétés a court-circuité les mécanismes de base de l'évolution et a contraint pour longtemps les agriculteurs à appliquer les itinéraires techniques intensifs pour lesquels ces variétés étaient destinées. En effet, visant une adaptation à large échelle du fait de la recherche de rentabilité des semenciers, ces variétés nécessitent, pour la grande majorité d'entre elles, l'emploi massif d'intrants chimiques et minéraux afin d'atteindre le « standard environnemental » qu'exigent ces variétés. Une double dépendance des agriculteurs s'est donc créée, l'une par rapport aux firmes semencières et l'autre en lien avec les industries phytosanitaires (CHEVASSUS-AU-LOUIS, 2006 ; BONNEUIL et HOCHEREAU, 2008).

La standardisation des variétés est donc allée de pair avec la standardisation de l'environnement de culture (DESCLAUX *et al.*, 2008)

Cette standardisation a provoqué un appauvrissement de la diversité génétique des variétés agricoles. En 1984 déjà, MM. Branlard et Chevalet pointaient du doigt « *un appauvrissement progressif de la diversité des blés cultivés en France* ». Leur étude montre que, en 1950, les 80 principales variétés de blé étaient issues de seulement 8 géniteurs provoquant ainsi des problèmes vis-à-vis de la résistance aux maladies. La situation ne s'est pas améliorée puisque, en 2002, 7 variétés couvraient 50 % de la surface française en blé et 28 variétés en couvraient 80%. MM. Branlard et Chevalet conseillaient déjà de recourir à des mélanges de variétaux et à des introductions de génotype « exotiques » c'est-à-dire non originaires de France (BRANLARD et CHEVALET, 1984 ; ZAHARIA, 2005).

De plus, des travaux scientifiques remettent aujourd'hui en cause les performances des variétés fixes avec un unique génotype, 100 % homogène à l'échelle d'une parcelle mais également quasi-homogène au niveau d'un territoire.

Intérêts des variétés hétérogènes

Une expérience menée à grande échelle a permis de mettre en évidence que des variétés cultivées en mélange et donc ni homogènes ni stables permettent d'augmenter le rendement et de limiter énormément l'utilisation de pesticides. En effet, une expérience menée par Youyoung Zhu dans la province chinoise du Yunnan sur 800 ha de cultures de riz a montré que le rendement moyen des parcelles cultivées en mélange avait augmenté de 89% tout en supprimant totalement l'emploi de pesticides contre *Magnaporthe grisea*, l'agent responsable de la pyriculariose du riz, responsable des pertes de récolte importantes, pouvant aller jusqu'à une destruction totale de celle-ci. (ZHU *et al.*, 2000).

Ces capacités peuvent en partie être expliquées par la difficulté que rencontrent les pathogènes à se développer sur différents phénotypes de plantes mais également grâce à la réduction de l'impact de certains facteurs abiotiques comme le gel. De plus, un mélange de variétés crée automatiquement une plus grande diversité de pathogènes dont la compétition provoque une réduction de leur capacité d'attaque et de dégâts (WOLFE, 2000).

Les mélanges variétaux permettent également d'obtenir une meilleure qualité de produits comme le montre une expérience menée par M. Rolland de l'INRA de Rennes. L'association variétale de blés rustiques Caphorn-Koreli-Renan permet d'obtenir une meilleure valeur boulangère que chacune de ces trois variétés cultivées séparément (ROLLAND, 2009).

Toutefois, malgré ces nets avantages, il est actuellement impossible d'inscrire au Catalogue Officiel un mélange de variétés.

Contestation de la VAT

Ces études mettent en relief la nécessité d'aborder différemment la définition de la variété et les conditions de son inscription : la DHS mais également la VAT, qui est elle aussi de plus en plus soumise à questionnements notamment avec les « variétés à usages industriels réservés » qui ne sont pas soumises à ces tests. Il apparaît en effet que les usages très diversifiés des variétés au sein d'une même espèce semblent peu compatibles avec la mesure des critères VAT. Par exemple, une variété sélectionnée pour l'AB doit impérativement réussir les tests de rendements de la VAT, effectués en conditions d'agriculture conventionnelle (BONNEUIL *et al.*, 2006).

La critique des évaluations DHS et VAT par de nombreux agriculteurs, au travers notamment des réseaux paysans, provoque une remise en question de la manière d'aborder les problématiques de recherche. L'expérience de Youyoung Zhu prouve notamment : (i) qu'il est nécessaire d'avoir une vision plus globale de la recherche, dépassant celui des champs d'expérimentation ; (ii) qu'une implication des agriculteurs dans la recherche est indispensable ; en effet, M. Zhu a dû, afin de pouvoir lancer le projet, recevoir le soutien des agriculteurs qui devaient semer la quasi intégralité de leurs champs avec un mélange de variété qu'ils ne connaissaient pas. Un recadrage de la Recherche actuelle prenant plus en compte les terroirs comme les agriculteurs semble essentiel afin de réformer le système « chercheur = innovateur et agriculteur = usager », désormais dépassé (BONNEUIL *et al.*, 2006 ; CALAME, 2007).

3. La recherche participative sur les semences

a. Les semences paysannes

Définition des variétés paysannes

Les semences paysannes sont des semences adaptées à l'agriculture paysanne. La variété paysanne se définit comme une variété développée par un agriculteur ou un groupe d'agriculteurs, pour un usage et un environnement spécifiques. De ce fait, les variétés paysannes ont une très grande diversité du fait des différentes utilisations de celles-ci et des disparités d'environnements dans lesquels elles sont cultivées.

Elles ont également la caractéristique d'être adaptées à une agriculture biologique ou à faibles intrants. L'agriculture paysanne n'ayant que la gestion technique des cultures pour amener une « standardisation » de l'environnement, c'est donc la variété qui doit s'adapter à l'environnement et pas l'inverse. Pour cela, des variétés hétérogènes (populations ou mélanges de variétés) permettent d'avoir un effet tampon par rapport aux conditions de culture qui peuvent être difficiles (DRYER et TAYLOR, 2008 ; BONNEUIL *et al.*, 2006 ; CHABLE, 2009).

De plus, l'hétérogénéité génétique au sein d'une variété paysanne permet qu'elle évolue avec son milieu et s'adapte plus facilement aux pressions de sélection, naturelle et/ou humaine (SERPOLAY *et al.*, en révision ; CHABLE *et al.*, 2009).

Tableau 3 : Liste non exhaustive des concepts rattachés aux termes employés pour désigner une variété (CHABLE *et al.*, 2009)

<i>Terme utilisé pour désigner une variété</i>	Concept de référence
<i>Variété amateur</i>	Sans valeur pour la production commerciale
<i>Race primitive</i>	Population à pollinisation libre, avec un phénotype distinct
<i>Variété ancienne</i>	Anciennement inscrite au Catalogue
<i>Variété locale</i>	Référence à l'importance géographique de la variété
<i>Variété de conservation</i>	Référence à l'importance juridique de la variété et de son importance pour le maintien de la biodiversité
<i>Variété traditionnelle</i>	Référence à l'importance « patrimoniale » de la variété
<i>Cultivar</i>	Référence au caractère botanique spécifique de la variété
<i>Ressource génétique</i>	Référence au concept technique de la variété
<i>Variété commerciale</i>	Référence à son importance économique
<i>Variété paysanne</i>	Prend en compte le caractère social de la variété, le rôle des agriculteurs est pris en compte

Les semences paysannes, multipliées et sélectionnées à la ferme, sont une catégorie particulière de semences au delà des simples « semences de ferme », issues de variétés modernes uniquement multipliées à la ferme. Les variétés paysannes se distinguent donc des autres variétés du fait de leur origine « sociale », puisque faites par des paysans et en lien avec un terroir. Toutefois, une variété peut être, par exemple, à la fois locale et paysanne (Tableau 3) (CHABLE *et al.*, 2009).

Les raisons pour lesquelles un agriculteur décide de produire des semences paysannes se retrouvent en partie chez les agriculteurs qui produisent leurs semences de ferme : rentabilité économique, agriculture biologique nécessitant l'emploi de semences biologiques auxquelles s'ajoutent d'autres exigences liées à l'inadaptation des variétés proposées ou la satisfaction des besoins des consommateurs.

Répondre aux attentes des consommateurs

La période des Trente Glorieuses (1945-1973) a été une période où les agriculteurs souhaitaient avant tout avoir des variétés productives afin de satisfaire la demande en denrées alimentaires.

Toutefois, la situation actuelle est tout à fait différente de celle d'alors. En effet, les excédents agricoles et les « montagnes de beurre » créées par le soutien à la production de la PAC à partir des années 1980 ont fait basculer l'agriculture d'une économie de l'offre, où les agriculteurs et les sélectionneurs régissaient les marchés, à une économie de la demande où ce sont donc les consommateurs qui fixent leurs critères de choix (BUREAU, 2007). Ensuite les nombreux « scandales » liés à l'agriculture dans les années 1990-2000 : pollution de l'eau par les nitrates, crise de la vache folle ou contestation de la culture d'OGM, ont provoqué une prise de conscience de la part des consommateurs (BUREAU, 2007 ; BONNEUIL *et al.*, 2006).

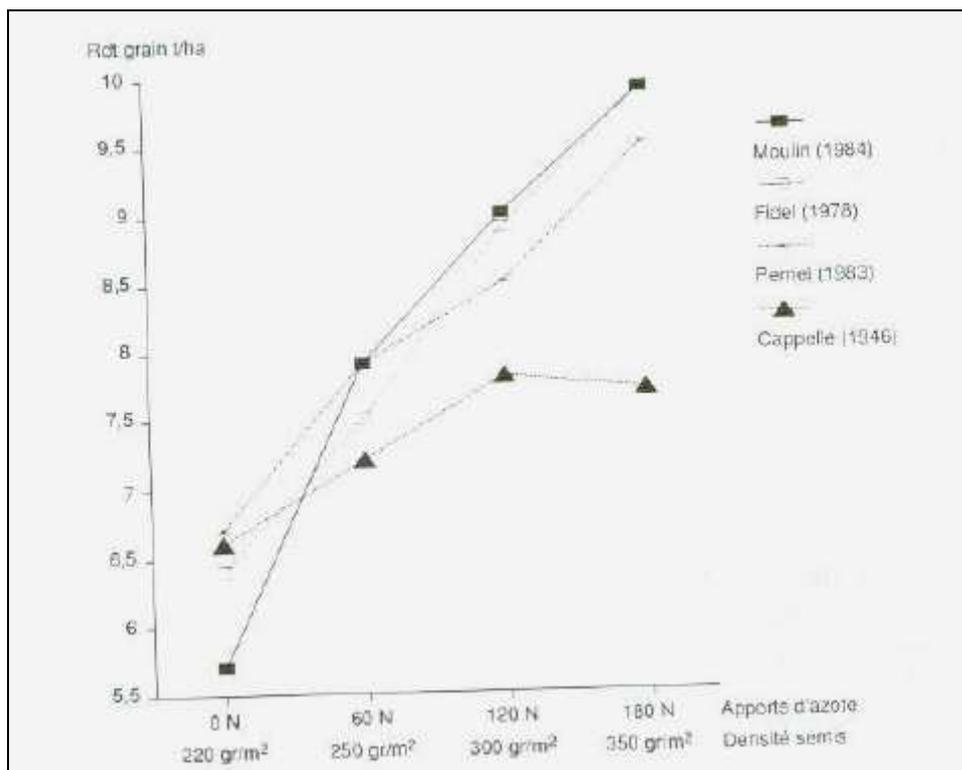


Figure 2 : Comportement selon quatre niveaux d'intensification de quatre variétés de blé (Cappelle, variété phare de l'après-guerre et 3 variétés des années 80) (AURIAU *et al.*, 1992)

Ces éléments cruciaux ont provoqué, chez le consommateur, des recherches pour des produits de qualité et très spécifiques mais également des manières de consommer différentes comme le mettent en valeur les AOC, les produits certifiés « Label Rouge », « Commerce équitable » ou « Agriculture Biologique » ou comme le dénote le succès des AMAP (Associations pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne). Les produits labellisés comme la commercialisation en circuit court ont amené à une reconsidération de la production agricole par le grand public (BONNEUIL *et al.*, 2006).

De plus, les produits issus des variétés paysannes ont souvent des caractéristiques distinctes des variétés commercialisées actuellement. Dérivant de variétés plus anciennes, les variétés paysannes de blé ont, par exemple, des taux de gluten beaucoup plus faibles que les variétés commerciales modernes. En effet, ce caractère a été peu travaillé par les agriculteurs alors que l'industrie, souhaitant des blés de « force » permettant de fabriquer le pain plus industriellement, a provoqué une sélection de variétés à forte teneur en gluten. L'augmentation de la consommation de gluten a alors provoqué de nombreuses allergies ou intolérances au gluten qui peuvent être amoindries ou limitées par la consommation de farines issues de variétés paysannes (BIDON et CHARLES, 2010).

Par ricochet, les nouveaux souhaits des consommateurs ont créé chez les agriculteurs des besoins nouveaux par rapport au mode de production, de vente et donc, de choix de variété afin de se différencier au sein d'un marché à très forte concurrence. Les OGM du côté « productiviste » et les semences paysannes par rapport à la différenciation des produits sont deux illustrations de cette nouvelle demande des agriculteurs (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Développer des variétés adaptées

Toutefois, l'adaptation aux goûts des consommateurs n'est pas l'unique but d'un agriculteur produisant ses semences. Les agriculteurs-sélectionneurs se définissent eux-mêmes avant tout comme des paysans c'est-à-dire des acteurs qui ont un rôle important à jouer sur leur territoire et une responsabilité vis-à-vis de celui-ci. De plus, le paysan a la volonté de reprendre un rôle actif et prépondérant au sein de la recherche agronomique. Ces paysans, afin d'avoir une autonomie plus importante, ne font pas simplement un semis de la récolte précédente mais effectuent un véritable travail de sélection sur les semences (VERNOOY, 2003 ; CHABLE, 2009).

En effet, les paysans pratiquant la sélection recherchent des caractères qui ne sont pas proposés dans les variétés inscrites au Catalogue. Ils doivent donc eux-mêmes créer les variétés qu'ils souhaitent. Les critères de sélection des paysans sont très souvent liés à la qualité des produits, par rapport à ce qui est recherché par les consommateurs, et à la stabilité de rendements (CHABLE, 2009). Par exemple, les paysans-boulangers recherchent souvent des variétés rustiques avec des protéines de gluten différentes, les rendant aptes à la panification artisanale. En revanche, certains paysans-éleveurs vont plutôt rechercher des variétés avec une forte production de paille de bonne qualité pour leur troupeau.

Par rapport à l'utilisation de l'azote, les paysans vont plutôt rechercher des variétés qui arrivent à bien produire avec peu d'intrants plutôt que des cultivars valorisant bien les apports azotés. La figure 2 montre par exemple que la production avec peu d'intrants a été un axe de recherche peu exploré jusqu'à la fin des années 1990. Comment l'affirmaient déjà Auriau *et al.* (1992), « le progrès génétique pour la productivité s'exprime mieux en conditions intensives ».

Un autre exemple sur le haricot montre que la sélection moderne a privilégié les variétés avec des gousses courtes, bien ancrées sur la plante et solides afin d'adapter les plantes à la récolte mécanique alors que les maraîchers, récoltant les gousses à la main, vont privilégier les variétés avec des gousses longues afin d'augmenter la productivité lors de la cueillette (FOUILLoux et BANNEROT, 1992).

Plus généralement, les paysans vont plutôt rechercher la valeur du produit final plutôt que l'amélioration « des plantes », simples intermédiaires à la production. Certains vont souhaiter faire évoluer ce produit mais d'autres, attachés à une variété ancienne ou de pays, vont plutôt chercher à conserver ses caractéristiques. Une variété peut être hétérogène phénotypiquement au niveau du champ mais être plus stable pour d'autres caractères comme le rendement ou la qualité du produit, grâce à l'effet tampon dû à la diversité intra-variétale (DRYER et TAYLOR, 2008).

Maintenir la biodiversité cultivée

En lien avec la sélection et la création de variétés, ces paysans permettent également de maintenir la biodiversité cultivée dans les champs.

Les banques de semences comme le centre Vavilov, qui contient 31000 entrées pour le blé tendre, ou le centre du CIMMYT au Mexique qui a collecté plus de 15 000 entrées pour le maïs, sont essentielles à la conservation de la diversité végétale. Elles permettent notamment de fournir des semences avec une base génétique assez large à des agriculteurs qui souhaitent engager la sélection de leur propre variété ou de distribuer des semences diversifiées, lorsque le processus de sélection à la ferme a été interrompu, par exemple après une catastrophe naturelle (FRASCAROLI, 2009 ; ANGLADE *et al.*, 1992 ; DRYER et TAYLOR, 2008).

Toutefois, la conservation *ex situ* a plusieurs limites. La première est qu'elle ne permet pas l'évolution des variétés, par exemple selon l'évolution du climat. Ensuite, les problèmes liés au temps de conservation des semences et du maintien de leur capacité germinative sont très délicats à gérer. En effet, les semences conservées dans les banques de semences doivent être ressemées plus ou moins régulièrement selon l'espèce afin de conserver un pouvoir germinatif acceptable. Or, lorsque le nombre d'entrées est très important, l'espace et les moyens financiers et temporels pour semer peuvent manquer. Le risque majeur est la dérive génétique, c'est-à-dire une perte d'allèles rares dans la population, qui peut être importante lorsque la parcelle semée pour la multiplication est trop petite. La destruction d'une entrée peut également être provoquée si le pouvoir germinatif a été réduit à néant par un accident survenu lors de la conservation ou un temps trop long entre deux semis (FRASCAROLI, 2009).

Enfin, la conservation *ex situ* ne permet pas de conserver l'ensemble de la diversité présente. Certaines variétés ou certains allèles rares risquent alors de disparaître dans la sélection des échantillons des semences conservées (FRASCAROLI, 2009).

Ainsi, les paysans pratiquant la sélection permettent une conservation *in situ* très intéressante tant d'un point de vue spatial, en créant des variétés spécifiques à des zones diversifiées, que temporel lors des cycles végétatifs, en conduisant à une adaptabilité face aux aléas climatiques. Du fait qu'ils pratiquent tous des pressions de sélection différentes (intensité, critères de sélection, itinéraire cultural,...) dans des conditions pédo-climatiques très contrastées, les variétés évoluent différemment d'un lieu de culture à l'autre par les différences du couple « pratiques-environnement » (FRASCAROLI, 2009).

Les nombreux programmes de sélection ou de maintien à la ferme menés par de grandes organisations comme la FAO (Food and Agriculture Organisation), le CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research) qui coordonne plus de 80 projets ou l'ICARDA (International Center of Agricultural Research in the Dry Areas) prouvent l'utilité de cette gestion à la ferme de la biodiversité en subventionnant de nombreux projets de sélection ou de conservation *in situ* de la biodiversité (FRASCAROLI, 2009 ; BONNEUIL *et al.*, 2006).

Or, pour maintenir correctement cette biodiversité, l'ensemble des auteurs : Dryer et Taylor (2008), Louette *et al.* (1997), Chable *et al.* (2009) s'accordent pour dire qu'il est nécessaire que des échanges entre paysans aient lieu afin de maintenir la diversité cultivée. Après avoir étudié des populations de maïs utilisées par différentes communautés de paysans du Mexique, Dryer et Taylor notent l'importance de l'introduction de nouvelles variétés, venues d'autres régions, pour faire apparaître de nouveaux caractères au sein du *pool* de variétés utilisées par une population. Ils montrent également que sans échanges, il y a nécessairement une perte de diversité et que finalement ce sont la somme des actions individuelles de chacun des paysans qui permet de maintenir la biodiversité cultivée.

Toutefois, en France et dans les pays ayant ratifié la convention UPOV, les échanges de semences sont interdits par la loi bien qu'ils ne portent pas préjudice aux entreprises semencières car ceux-ci concernent la plupart du temps des variétés qui ont plus de 30 ans et donc dont le COV a expiré. Or, afin de pouvoir pratiquer une sélection, il est impératif de pouvoir échanger des semences entre paysans afin d'avoir de la variabilité, base du travail de sélectionneur. D'ailleurs, toutes les entreprises semencières utilisent les variétés des concurrents afin de développer de nouveaux cultivars. Outre l'échange, la sélection requiert également d'avoir accès aux ressources génétiques des banques de semences. Celles-ci, bien que théoriquement libres d'accès, requièrent très souvent que la demande passe par un chercheur qui sait comment « faire sortir » des ressources génétiques des banques de gènes (CHABLE, 2009 ; BONNEUIL *et al.*, 2006 ; FRASCAROLI, 2009).

La volonté des paysans, de plus en plus nombreux, à vouloir développer leurs propres variétés et les difficultés qu'ils ont rencontré, notamment par rapport à l'accès aux ressources génétiques, ont nécessité qu'ils s'organisent afin de pouvoir surmonter ces contraintes. Ce mouvement a abouti à la création de réseaux paysans en Europe, à partir de 1999 : la *Red de Semillas* en Espagne, la *Rete Semi Rurali* en Italie et le Réseau Semences Paysannes (RSP) en France (CHABLE, 2009).

b. Les réseaux de semences paysannes

Les réseaux de semences paysannes se distinguent des autres groupements d'agriculteurs par le fait qu'ils rassemblent non seulement des paysans mais également d'autres personnes comme des chercheurs, des associations ou des consommateurs qui se sentent impliqués dans le maintien de la biodiversité cultivée. Cette volonté de rassemblement est une poursuite de la logique de ces agriculteurs qui sont régulièrement en contact avec leurs clients puisqu'ils valorisent très souvent leurs produits dans des circuits courts (CHABLE *et al.*, 2009).

Ils ont d'une part la capacité à participer, en partenariat avec différentes institutions, à des projets de recherche mais également à communiquer, par le biais de forums, de conférences ou autres manifestations à destination du grand public. Dans le cas du RSP, les membres sont des syndicats ou coopératives agricoles, des institutions publiques comme les Parcs Nationaux, des associations d'agriculteurs mais également de petites entreprises

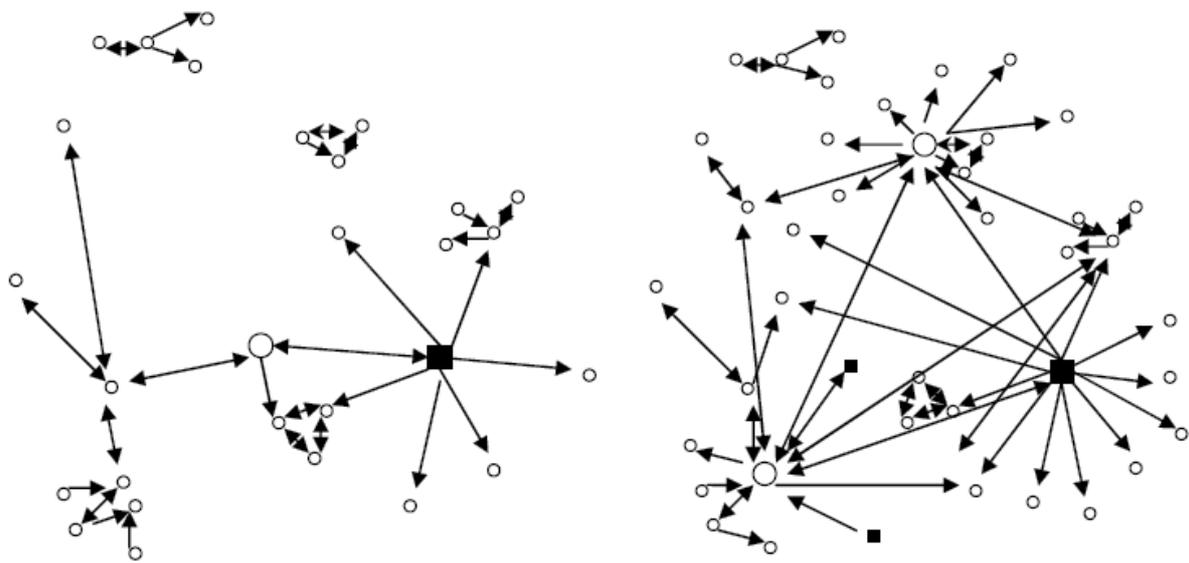


Figure 3 : Le flux de ressources génétiques de blé au sein du Réseau Semences Paysannes. A droite : au cours de la période 1980 – 2000 (avant la création du réseau) ; à gauche, durant la période 2000-2005. Les carrés noirs représentent les banques de semences, les ronds blancs sont les agriculteurs cultivant des variétés paysannes

semencières privées. Son but est de développer les semences paysannes en renforçant les groupes d'agriculteurs-sélectionneurs, en essayant de faire évoluer la loi en faveur des semences paysannes et en communiquant auprès du grand public (CHABLE *et al.*, 2009).

Ensuite, ces réseaux paysans sont indispensables pour la conservation des espèces car ils permettent un transfert des savoirs perdu lorsque la transmission « de génération en génération » a été interrompue. De plus, ils facilitent les échanges de semences par la mise en contact d'agriculteurs (Figure 3). Une poignée de chercheurs a ensuite décidé de s'impliquer dans des projets de recherche en partenariat avec les paysans de ces réseaux, parfois à l'encontre des institutions nationales ou de la législation (VERNOOY, 2003).

Ces réseaux sont la base indispensable à tout projet de recherche participative car ils permettent de mettre en place un réseau d'essais chez les agriculteurs.

c. Naissance de la recherche participative

La remise en question par les paysans de la sélection variétale moderne au travers de leurs propres travaux de sélection et les réseaux semences paysannes a créé le terreau nécessaire à la construction d'une organisation collective de la sélection pour créer de nouvelles variétés.

Certains scientifiques réfutent l'intérêt de la recherche en génétique végétale basée sur les biotechnologies végétales pour se tourner vers le développement de variétés paysannes. Sur le fond, ces chercheurs proposent des alternatives aux biotechnologies pour apporter des réponses rapides et durables à des grands défis planétaires comme le réchauffement climatique ou la sous-alimentation. Par exemple, de nombreux caractères de rusticité étant multi-géniques, ils sont hors du champ d'action des technologies génomiques (BERTOLINI, 2009). Les OGM cultivés aujourd'hui illustrent bien le champ d'action limité de ce type de variétés. En effet, la tolérance à un herbicide et la production d'une toxine insecticide, caractères tous deux mono-géniques, représentent 99 % des ventes d'OGM dans le monde. De plus, ces technologies sont souvent très coûteuses, notamment pour les paysans du Sud, qui ne peuvent supporter le coût des semences, et des traitements associés à celles-ci. Sans parler d'OGM, qui ne représentent encore aujourd'hui qu'une infime partie des ventes totales de semences, les variétés hybrides empêchent également le semis d'une partie de la récolte et entraînent donc une dépendance des agriculteurs vis-à-vis des semenciers (CECCARELLI, 2009a ; BONNEUIL *et al.*, 2006).

De plus, alors même que le système génique n'est pas compris dans son ensemble, les récentes découvertes sur les mécanismes de régulation épigénétiques (agissant au-delà du génome) qui « jouent » sur la condensation de l'ADN par la méthylation de la cytosine de l'ADN, l'acétylation ou la phosphorylation des histones remettent en question l'importance de l'environnement de sélection. Celui-ci pourrait avoir un rôle très important lors de la conception d'une variété (PRAY, 2004 ; CHABLE *et al.*, 2008).

Sur la forme, la recherche en laboratoire et en stations et sa simplification rend celle-ci incompatible avec les besoins d'un certain nombre d'agriculteurs en situation marginale. En effet, les travaux de Fisher ont conduit à faire des expériences dans lesquelles un unique modèle est établi avec plusieurs micro-parcelles au sein desquelles différents traitements sont appliqués avec un plan prédéfini selon une ou deux variables seulement. Or, ce modèle mécaniste et cartésien dans lequel on isole chaque élément d'un système afin d'appréhender le système dans son ensemble arrive à ses limites. Dans une zone donnée,

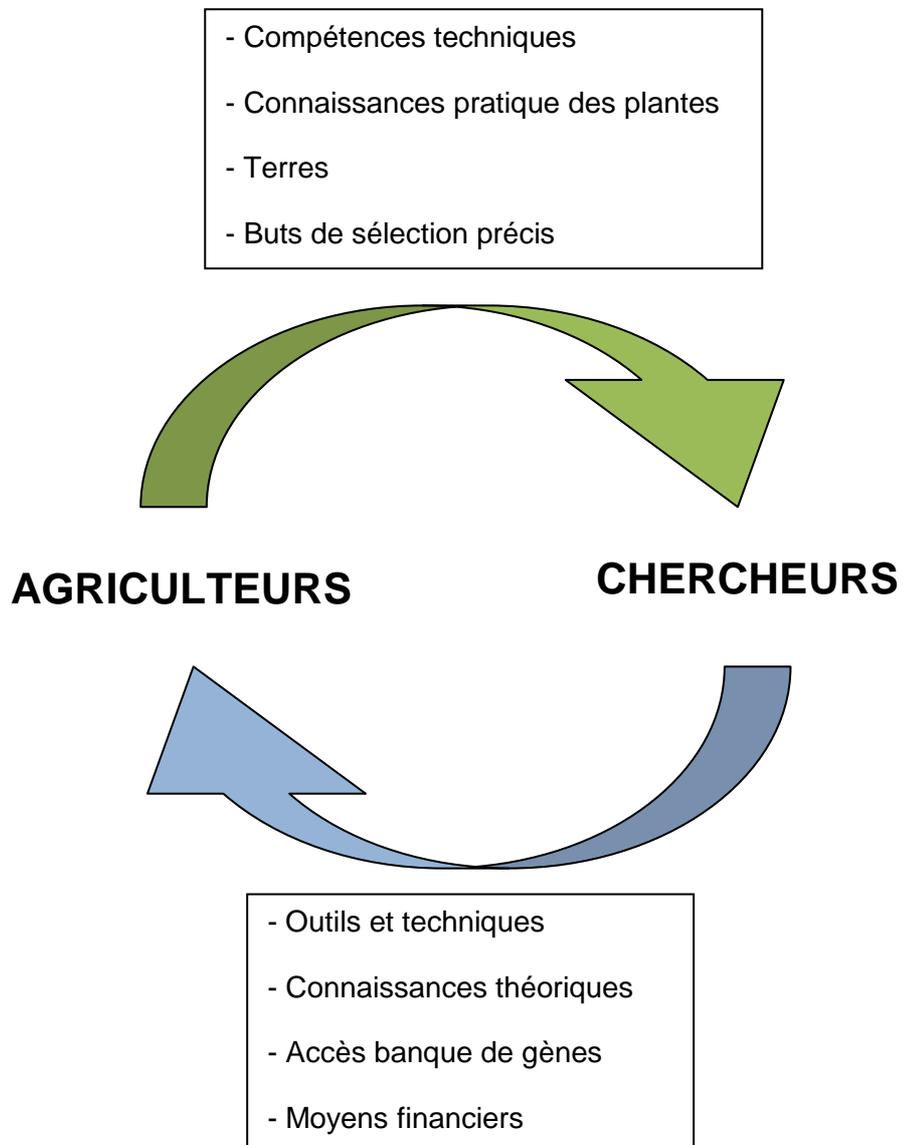


Figure 4 : Illustration du processus circulaire de recherche, d'après LANCON, 2001, CHABLE, 2009, ATLIN *et al.*, 2001

les conditions pédoclimatiques, l'itinéraire cultural, les variables biotiques changent énormément d'un lieu à un autre et selon l'année. De plus, la volonté d'avoir des tests statistiques très robustes a provoqué une augmentation du nombre de répétitions lors des expérimentations, responsable *in fine* de la délocalisation des essais vers les centres de recherche car les agriculteurs ne pouvaient plus suivre les protocoles adéquats (BONNEUIL *et al.*, 2006 ; CALAME, 2007).

Or, cette vision a été imposée depuis longtemps par les centres de recherche comme l'INRA dont le directeur Jacques Poly déclarait, en 1976, qu' « *il avait parfaitement compris que l'ère de la recherche agronomique tournée vers le paysan était terminée* ». Elle a donc progressivement éloigné les chercheurs et les centres de recherche des champs des agriculteurs pour créer une structure de la recherche dont l'agriculteur est un simple usager des produits de la recherche qui lui sont servis « clés en main » (CALAME, 2007).

Certains de ces paysans et de ces chercheurs se sont alors réunis afin de proposer un autre mode d'organisation de la recherche appelé « Recherche participative ». Ce type de recherche, porté notamment par les réseaux semences paysannes, est caractérisé par le fait que les champs d'expérimentation se situent à la ferme et que ceux-ci participent activement à toutes les étapes de la recherche : depuis l'élaboration du protocole jusqu'à la synthèse des résultats (CHABLE, 2009).

En effet si, par exemple, à l'issue de travaux de recherche participative, les résultats scientifiques ne sont pas vulgarisés afin d'être compris par les paysans, le travail mené n'aurait aucun sens. Chable et Berthelot, en 2006, définissent la participation comme : « *un dialogue à toutes les étapes de la reconquête de l'autonomie semencière des paysans, dans une conception partagée de principes fondamentaux sur la nature du vivant* ».

La recherche participative essaie d'avoir une vision holistique, et non mécaniste, des sujets qu'elle traite en essayant de prendre en compte, au cours des expérimentations, un maximum de facteurs présents « dans la réalité » du terrain.

Le but est de sortir du modèle *top down* de la recherche où les décisions sont prises « en haut » c'est-à-dire par les centres nationaux et les chercheurs et appliqués « en bas », par les agriculteurs, pour se tourner vers un processus de recherche circulaire basé sur l'échange de savoirs et de savoir-faire où le paysan apporte autant au chercheur que le chercheur apporte au paysan (Figure 4) (LANCON, 2001 ; CALAME, 2007 ; CHABLE, 2009).

En conséquence de ces principes, les méthodes d'expérimentation et les dispositifs expérimentaux sont différents de ceux pratiqués en recherche « conventionnelle ». Bien qu'il soit le premier projet européen de recherche participative sur les semences, « *Farm Seed Opportunities* », s'est donc attaché à développer les méthodes de travail élaborées pour d'autres programmes participatifs de différentes envergures.

4. « Farm Seed Opportunities »

a. L'organisation du projet

Présentation générale

Le projet « Farm Seed Opportunities » (FSO), les « Chances des Semences Paysannes », est un projet européen de support scientifique aux politiques européennes. Ce projet s'attache particulièrement à déterminer « *les atouts et les contraintes [des semences paysannes] en matière de marché actuel et potentiel notamment en prenant en compte la qualité des semences* » (BOCCI et CHABLE, 2008). En tant que support aux politiques, son but est de développer des instruments d'application des directives 98/95/CE et 2008/62/CE mais aussi de proposer des pistes complémentaires à cette directive pour couvrir la diversité des situations législatives sur les semences en Europe.

Les onze partenaires présents dans 6 pays européens (Tableau 4) : organismes de recherche publics tel l'INRA et privés comme le Louis Bolk Institute, réseaux paysans comme le RSP et des associations comme l'Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica ont permis une complémentarité d'approches des thèmes étudiés par le projet et surtout d'impliquer les principaux acteurs de la filière : chercheurs, artisans semenciers, producteurs et organismes de conservation.

Tableau 4 : Les partenaires du projet FSO

Partenaires			Site Internet
AIAB	Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica	Italie	www.aiab.it
CGN	Centre for Genetic Resources	Pays-Bas	www.cgn.wur.nl/UK/
FIBL	Research Institute of Organic Agriculture	Suisse	www.fibl.org
IGSA	Provincia di Vicenza – Istituto di Genetica e Sperimentazione Agraria "N. Strampelli"	Italie	www.biodiversitaveneto.it
IIED	International Institute for Environment and Development	Grande-Bretagne	www.iied.org
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique	France	www.rennes.inra.fr/sad/
IT	Inra Transfert	France	www.inra-transfert.fr
LBI	Stichting Louis Bolk Institut	Pays-Bas	www.louisbolk.nl
PRI	Plant Research International	Pays-Bas	www.pri.wur.nl/UK/
RAS	Red Andalus de Semillas	Espagne	www.redandalusadesemillas.org
RSP	Réseau Semences Paysannes	France	www.semencespaysannes.org
WU	Wageningen Universiteit	Pays-Bas	www.tad.wur.nl/uk/

Objectifs

Le projet était coordonné par le Dr. Véronique Chable, chercheur à l'INRA de Rennes, au sein de l'unité SAD-Paysage.

Les finalités du projet FSO sont « *de contribuer à la conservation, à l'amélioration et la gestion de la biodiversité cultivée dans les fermes* » et d'élargir le marché des variétés paysannes¹. Pour y parvenir, les objectifs fixés sont d'améliorer « *l'organisation de la sélection participative et la production de semences en Europe* » et de fournir des « *propositions définissant la mise en application des lois réglementant le marché des semences et la protection des variétés pour faciliter la commercialisation des variétés de pays, de conservation et amateur dans le cadre de la directive européenne 98/65/CE* » (voir Annexe I – présentation du projet). FSO a donc pour ambition de changer la perception des semences de ferme et paysannes.

D'un point de vue scientifique, FSO a pour but de mieux comprendre les méthodes de conservation et de sélection à la ferme et d'améliorer les connaissances sur les variétés paysannes.

D'un point de vue économique, il s'agit de permettre une meilleure adéquation avec les besoins du consommateur en termes de variétés locales. Enfin, sous l'angle social, l'objectif est de proposer des évolutions de la réglementation semencière permettant une reconsidération des semences paysannes et donc du travail des agriculteurs.

Axes de travail

Afin d'accomplir ces différentes missions, la question des semences paysannes a été abordée selon quatre axes de travail :

- « *la détermination des attentes des acteurs* », qui permet de définir un certain nombre de concepts liés aux variétés paysannes et de cerner les besoins de tous les membres de la filière ;

- « *l'amélioration de la conservation et de la multiplication* », avec pour buts de mieux conserver et sélectionner les variétés paysannes et de fournir des données permettant de caractériser l'identification des variétés paysannes et d'élaborer des propositions réglementaires afin d'harmoniser la législation européenne ;

- « *l'amélioration de la production et de la commercialisation* » dont l'objectif est de montrer quelles sont les contraintes économiques (packaging, distribution,...) et techniques, comme la qualité des semences ou la traçabilité, qui pèsent sur la production de semences à la ferme ;

- « *la communication, prise de décision et diffusion* » qui doit synthétiser les résultats des trois premiers axes afin d'élaborer des propositions législatives concernant le marché des semences et de nouvelles méthodes de sélection à la ferme. Enfin, il a pour but de diffuser les résultats au grand public.

¹ Dans le cadre de FSO, les « variétés paysannes » englobent les variétés amateurs, de conservation et les *landraces*.

Le projet a débuté le 1^{er} janvier 2007 pour une durée de trois ans finalement prolongée jusqu'à fin mars 2010 afin de rédiger des supports de communication des résultats.

La durée totale du projet et la répartition des partenaires en Europe a donc conditionné, dans le temps et dans l'espace, les expérimentations qui ont été faites dans le cadre du deuxième axe de travail : « amélioration de la conservation et de la multiplication ».

b. L'axe de travail « Amélioration de la conservation et de la multiplication »

Ce « *workpackage* », dirigé par le Dr. Isabelle Goldringer, chercheur à l'INRA du Moulon dans l'unité mixte de recherche (UMR) de génétique végétale, était composé de trois parties. Tout d'abord, un inventaire de l'ensemble des programmes de sélection de variétés paysannes existants en Europe : leur histoire, leur développement récent ainsi que leur fonctionnement.

La seconde tâche porte sur une évaluation phénotypique des variétés paysannes avec pour objectif d'analyser l'évolution des variétés paysannes durant la multiplication à la ferme et de chercher quels en sont les mécanismes sous-jacents. Elle dépendrait de plusieurs facteurs : le niveau d'hétérogénéité des variétés, les échanges de semences entre paysans, les conditions de culture et les critères de sélection. Un dispositif spécifique a donc été mis en place afin de pouvoir :

- comparer des variétés homogènes et des variétés hétérogènes pour leur stabilité par rapport à des environnements contrastés ;
- évaluer l'évolution des variétés après 2 années de multiplication ;
- mesurer l'impact du déplacement des variétés d'un environnement à un autre.

Enfin, la dernière tâche a pour but de développer des méthodes innovantes pour la conservation et la multiplication des semences à la ferme afin de répondre aux questions suivantes : comment élaborer un plan de sélection à la ferme en intégrant le temps, l'espace et les contraintes économiques ? Quelles sont les stratégies pratiques à mettre en œuvre (nombre de lieux, taille des micro-parcelles, isolation, échanges,...) ?

Bien que les axes de travaux et les tâches soient séparés dans la description du projet, dans les faits, les groupes de travail interagissent entre eux et les différentes études effectuées se complètent et peuvent être utilisés pour différents objectifs.

c. Les travaux de stage

Le stage s'est déroulé au sein de la tâche concernant la caractérisation de l'évolution des variétés paysannes et l'identification des facteurs clé de celle-ci. Il était basé à l'INRA de Rennes, dans l'unité SAD-Paysage. Sa thématique était en lien à la fois avec Véronique Chable, la coordinatrice du projet FSO, et Isabelle Goldringer, responsable de l'axe de travail « amélioration de la conservation et de la multiplication ».

Les missions principales étaient le suivi des expérimentations, les mesures au champ et le traitement statistique des données.

Il est nécessaire de rappeler que les expérimentations, qui étaient le cœur de la mission du stage, se placent dans un contexte plus large et plus complexe.

d. Emergence de la problématique

En bref, l'utilisation des semences de ferme en Europe a repris de son importance lors de l'essor de l'agriculture biologique, lorsque, en 2004, la réglementation européenne a rendu obligatoire la certification « Agriculture Biologique » pour les semences destinées à produire des aliments « bio ». Or, du fait que les marchés de semences AB soient relativement peu développés, les entreprises semencières n'ont pas ou peu créé de variétés spécifiques à l'agriculture biologique. De nombreux agriculteurs se sont donc mis à produire eux-mêmes leurs semences.

Or, depuis plus d'un siècle, la législation semencière est de plus en plus stricte. Le Catalogue Officiel des espèces et variétés français, tolère que les agriculteurs ressèment une partie de leur récolte mais leur interdit strictement l'échange de semences. L'échange étant à la base de la sélection, l'agriculteur qui souhaite améliorer sa variété ou introduire une nouvelle espèce sur sa ferme se retrouve donc dans une impasse.

De plus, l'agriculteur ne peut pas inscrire ses propres variétés au catalogue car les critères DHS, nécessaires à l'inscription, sont draconiens. Ils excluent des variétés comme les populations et les mélanges de variété, ni stables, ni homogènes. Or, certains agriculteurs utilisant peu d'intrants ont besoin de variétés hétérogènes qui, grâce à leur effet tampon par rapport à l'environnement, permettent une plus grande stabilité de rendement et de qualité.

Les améliorations législatives récentes comme la directive 2008/62/CE comportent de relatives avancées par rapport à l'impasse dans laquelle se trouvent les agriculteurs pratiquant la sélection à la ferme. Toutefois, ces avancées restent partielles puisque les critères DHS restent en place et elles sont réservées uniquement aux variétés de conservation dans une zone de culture précise.

L'INRA, en tant que centre public de recherche, et le projet *Farm Seed Opportunities*, en tant que support scientifique aux politiques européennes, ont donc pour but d'apporter des solutions à ces insuffisances en proposant des arguments visant à une harmonisation judicieuse de la législation européenne. La problématique du stage était donc : **Comment mettre en accord l'évolution des variétés non inscrites au catalogue ou anciennes avec la réglementation afin de permettre aux agriculteurs de multiplier et distribuer librement les semences de ces variétés ?**

Afin de répondre à cette problématique, une méthodologie précise a été mise en place. Elle est fondée sur une expérimentation de large ampleur menée sur le terrain, qui cherchait à intégrer les composantes majeures sous-tendant l'évolution des variétés paysannes.

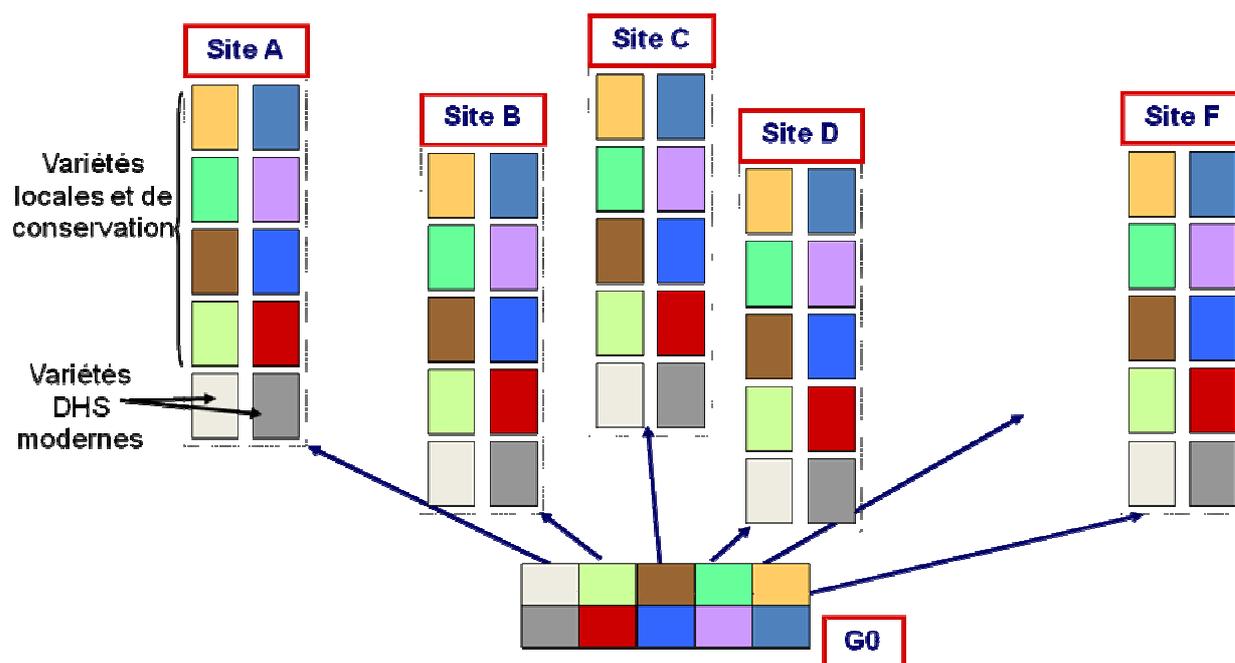


Figure 5 : Distribution des semences la première année du projet (fin 2006 pour le blé, 2007 pour haricots, épinards et maïs) (GOLDRINGER, 2009)

II. Méthode de travail

1. Principes généraux

a. Objectif de l'expérimentation

L'objectif global de l'expérimentation est de caractériser l'évolution des variétés cultivées en conditions paysannes.

Cette expérimentation a donc pour but de produire des données pour discuter la législation semencière européenne actuellement en place et apporter des éléments expérimentaux aux scénarios réglementaires proposés.

Pour observer au mieux le potentiel évolutif, le nombre de variétés étudiées, le nombre de caractères étudiés et le nombre de lieux ayant accueilli les essais ont été maximisés, dans la limite des moyens humains et matériels disponibles.

b. Protocole général d'expérimentation

Mise en place et deux premières années

La partie expérimentale du projet FSO s'est déroulée sur trois années consécutives. Quatre espèces ont été choisies : blé, épinard, maïs et haricot ; pour deux raisons principales :

- avoir des espèces avec un régime de pollinisation différent, deux espèces allogames, à pollinisation croisée (épinard et maïs) et deux autogames, qui s'autofécondent (blé et haricot) ;

- avoir des espèces représentant des types de culture différents, deux espèces étant des espèces maraîchères (épinard et haricot) alors que le maïs et le blé sont des espèces de grande culture.

Les expérimentations ont eu lieu dans trois pays différents : France, Italie et Pays-Bas, afin d'avoir une gamme d'environnements contrastés. Dans chacun des pays, des agriculteurs partenaires ont accueilli les essais durant les trois années du projet.

Chacun des agriculteurs a fourni une variété locale qu'il utilise et qui est donc adaptée à son environnement et ses pratiques. Dans certains cas, bien qu'étant locale, la variété provenait d'une banque de semences ou d'un agriculteur voisin. A ces variétés paysannes et locales, une ou deux variétés modernes ont été choisies afin de servir de variétés témoins à l'expérience. Elles permettent également de voir comment des variétés commerciales modernes réagissent au cours du temps à des conditions de culture à faible intrants.

L'ensemble de ces variétés (variétés locales et commerciales) a alors été distribué à tous les agriculteurs qui avaient fourni une variété (Figure 5).

Pendant deux années, 2007 et 2008, dans leurs champs, les agriculteurs ont multiplié les variétés en *bulk*, sur des micro-parcelles, avec une seule répétition. La méthode *bulk* signifie que d'une année sur l'autre, la taille de la parcelle élémentaire reste identique. Une variété multipliée pendant deux ans chez un agriculteur est appelée une « version ».

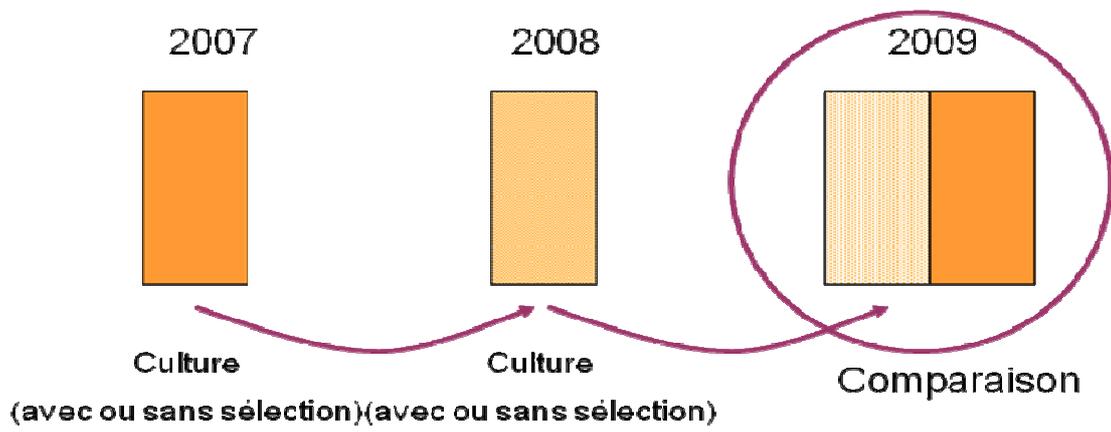


Figure 6 : Mesure de l'évolution au cours du temps des variétés multipliées en micro-parcelles par les paysans.

Chaque agriculteur a donc créé sa propre version de chaque variété qui lui a été fournie au départ. Par exemple, la variété Flageolet Chevrier (haricot) multipliée deux ans chez René Groenen est appelé la version : « Flageolet Chevrier - René Groenen » soit « FC RG » en abrégé.

Pour les espèces allogames, les témoins hybrides n'ont pas été multipliés chaque année du fait de la ségrégation qui aurait eu lieu en F2. De plus, pour ces espèces, des dispositifs ont été mis en place pour éviter des pollinisations avec d'autres variétés de la même espèce : chaque variété était cultivée avec une distance d'isolement minimum par rapport aux autres individus de la même espèce ou des tunnels de pollinisation, pour les épinards, étaient installés pendant la floraison ou bien, les variétés cultivées dans le même champ avaient un important décalage dans leur floraison.

Pendant ces deux années, des pressions de sélection plus ou moins fortes, naturelles et humaines, ont été exercées et ont donc influé sur l'évolution des variétés chez chacun des agriculteurs. En 2007, des mesures ont été faites afin de voir comment les variétés réagissaient à un changement brutal d'environnement. En 2008, les mesures ont permis d'affiner le protocole de mesure pour l'année 2009 qui était l'année d'évaluation de l'évolution des variétés.

2009, année des mesures et des comparaisons

En 2009, deux dispositifs ont été mis en place :

- l'un chez les agriculteurs, comme en 2007 et 2008, mais avec deux répétitions. Afin de pouvoir mettre en évidence l'évolution des variétés, des témoins ont été mis en place avec les semences fournies en 2006 ou, pour le blé, des semences de la récolte 2008 de la culture en plein champ des agriculteurs de la ferme d'origine de la variété (Figure 6). Ainsi, pour chacune des variétés, il y avait donc, chez chacun des agriculteurs, deux micro-parcelles de la version qu'ils avaient multipliée pendant deux ans et deux micro-parcelles témoins où étaient semées les semences de l'agriculteur qui avait fourni la variété la première année. Le dispositif expérimental était composé de deux blocs (un par répétition) en *split-plot* c'est-à-dire qu'au sein de chacun des blocs, les deux versions (témoin et troisième génération de multiplication) d'une même variété étaient regroupées en sous-bloc.

- l'autre dispositif était un essai global mis en place au Rheu, à proximité de Rennes, sur des terres cultivées en agriculture biologique. Toutes les variétés et les versions de tous les agriculteurs étaient présentes auxquelles s'ajoutaient un ou deux témoins. Le témoin commun à toutes les espèces était issu des semences qui avaient été distribuées en 2006/2007 à tous les agriculteurs et était présent pour toutes les espèces, appelé « témoin 2006 ». Le dispositif parcellaire était également un *split-plot*. Chaque bloc était divisé en sous-blocs selon la variété, appelé facteur principal. Chaque sous-bloc est subdivisé en parcelles élémentaires selon un deuxième facteur, appelé facteur subsidiaire, dans notre cas les versions. Au sein de chaque sous-bloc, les parcelles sont appliquées au hasard (VILAIN, 1999).

Malgré leurs noms, c'est bien le facteur subsidiaire qui est privilégié. En effet, le facteur principal se confond avec l'effet terrain alors que le facteur subsidiaire, dont les différences entre traitement sont supposées plus faibles, est testé plus finement (VILAIN, 1999). Puisque les expérimentations (au Rheu et à la ferme) visent à mettre en évidence les différences entre versions, ce dispositif est le plus adéquat.

c. Mesures effectuées en 2009

En 2009, le but des mesures était de représenter au mieux la diversité présente dans les parcelles afin d'apprécier le plus précisément possible l'évolution des variétés. Pour toutes les espèces, des mesures quantitatives et qualitatives ont été effectuées : des observations au niveau parcellaire et d'autres faites sur des plantes individuelles. Par exemple, pour le blé, la note de verse dans le premier cas et la couleur de l'épi dans le second.

En règle générale, les mesures faites chez les paysans et sur la station expérimentale étaient les mêmes. Toutefois, le but de l'essai du Rheu était de pouvoir compléter les mesures des plantes par des mesures phénologiques comme la date de floraison. En effet, étant donné que pour mesurer ces critères, il convient d'effectuer la notation tous les 2-3 jours, il est impossible d'évaluer la phénologie des plantes sur le réseau d'essais à la ferme du fait de la dispersion géographique des essais ; et il n'est pas possible non plus de demander aux agriculteurs d'effectuer ces notations là.

Outre l'adaptation à la répartition des essais, les critères choisis doivent être adéquats afin de permettre une description phénotypique très précise des plantes. Pour cela, les caractères mesurés s'inspirent en partie de ceux utilisés par l'UPOV lors des tests de DHS qui permettent une description fine des plantes (Annexe II). Ces mesures ont été complétées par des caractères choisis par les membres de l'équipe de recherche d'après leur propre expérience, des recherches bibliographiques et sur des conseils d'agriculteurs. Les méthodes de mesure ont été ajustées aux essais et diffèrent également parfois.

Par exemple, la densité des épillets sur les épis de blé qui, à l'UPOV, est simplement noté sur cinq classes (de très lâche à très dense) a, dans le cadre du projet, été mesurée précisément, en divisant le nombre d'épillet par la longueur de l'épi, car ce critère semblait permettre de bien différencier les variétés entre elles.

De plus, alors que l'UPOV ne réalise, pour l'homogénéité, que des mesures au niveau parcellaire, la plupart de ces mesures ont été faites sur des plantes individuelles afin de mesurer au mieux la diversité présente au sein des variétés.

Enfin, la notation des maladies a été simplifiée en notant uniquement « l'état sanitaire », alors que l'UPOV distingue chacune des maladies principales ce qui nécessite des notations pendant différentes périodes de la saison. Or, il n'était pas possible pour l'équipe de recherche de se déplacer sur toutes les fermes et impossible également de demander de faire cette évaluation là par les agriculteurs participant au projet du fait de la difficulté et du temps qu'il faut pour reconnaître et quantifier les différents types d'attaques.

d. Un protocole choisi pour des raisons techniques

La répartition des essais en Europe s'explique par la volonté d'avoir des environnements assez contrastés afin de voir comment les variétés locales peuvent évoluer voire s'adapter à des conditions pédoclimatiques très différentes de ses conditions habituelles de culture.

De plus, le fait d'avoir un nombre assez important de lieux d'essai compense le faible nombre de répétitions chez les agriculteurs (2 répétitions). L'avantage de cette méthode est que la réponse de la variété par rapport à son environnement de culture est directe puisque les essais sont réalisés dans les champs des agriculteurs qui utilisent ou pourraient utiliser la variété.

A l'inverse, des essais réalisés en station expérimentale, n'apportent qu'une réponse corrélée du fait que l'environnement d'essai diffère de l'environnement de culture (CECCARELLI, 2009b ; VAN EEUWIJK *et al.*, 2001).

Ensuite, les critères mesurent aussi bien des caractères multi-géniques comme la taille de la plante ou la date d'épiaison que des caractères mono-géniques ou oligo-géniques comme la couleur des fleurs ou la longueur des barbes. Cette diversité permet donc de se rendre compte de l'évolution de ces deux types de caractères.

En raison des périodes de végétation des quatre espèces présentes dans le cadre de FSO, la mission du stage était uniquement centrée sur trois de ces espèces : le blé, le maïs et les haricots, délaissant ainsi les épinards, dont les mesures ont été réalisées en avril-mai.

e. Traitement statistique

Essais à la ferme

Le réseau d'essais à la ferme avait pour but d'évaluer l'évolution d'une variété paysanne cultivée hors de sa région d'origine après deux années de multiplication. Les analyses statistiques n'ont donc pas cherché à comparer les résultats des agriculteurs entre eux puisque il semble évident que des plantes cultivées en Hollande dans un sol riche et un climat océanique soient différentes de plantes cultivées dans le Sud de la France dans un sol « pauvre » et un climat sec.

Le traitement statistique s'est donc plutôt attaché à comparer la troisième génération de multiplication (3G) avec la version témoin du même paysan. La version 3G est la version de la variété qui a été multipliée deux ans chez l'agriculteur.

Pour cela, les moyennes ajustées de l'effet répétition de chaque couple variété-version ont été calculées afin de pouvoir réaliser, chez chaque agriculteur, des tests de comparaison de moyenne entre la moyenne des plantes 3G et la moyenne des plantes témoins. Les moyennes ajustées permettent de ne pas biaiser l'estimation d'une moyenne lorsque des données manquantes existent ou si les nombres de plantes par traitement sont inégaux entre répétitions. Les variables pseudo-qualitatives pouvant être classées selon une graduation précise, ont été traitées comme des variables quantitatives (JULIEN *et al.*, 1995).

Deux types de modèles ont été utilisés pour calculer ces moyennes ajustées :

- un modèle hiérarchisé : réponse de la variable = effet répétition + effet variété + effet version inclus dans la variété + effet résiduel soit « variable = répétition + variété + version(variété) + résiduelle » ; ce modèle permet de tester les différences qui existent entre 3G et témoin pour l'effet version(variété) variable par variable, grâce à un test de Tukey ;

- un modèle non hiérarchisé : réponse de la variable = effet répétition + effet variété + effet version + effet résiduel soit variable=répétition+variété+version+résiduelle ; dans ce cas, la version n'est plus hiérarchisée dans la variété et l'on teste donc si des effets communs existent entre les différentes variétés cultivées chez un même agriculteur.

Ces analyses ont été faites aussi bien sur les variables mesurées à la parcelle (par exemple, pour le blé, la verse) que sur les variables mesurées sur des plantes individuelles comme par exemple, pour le blé, la hauteur des plantes. Pour toutes ces variables, les moyennes ajustées des effets des blocs de l'ensemble des couples variété-version ont été rassemblées dans un même tableau pour ne constituer qu'un seul jeu de données.

Sur les données quantitatives, des analyses de variance, Anova de type III, testant la résiduelle de l'effet version inclus dans l'effet variété (modèle hiérarchisé) ont été réalisées. Le choix du type III est justifié car ce modèle retire du calcul les zones d'incertitudes ce qui fait que le sens de déclaration des variables dans le modèle ne joue pas (DILLMANN *et al.*, 2009).

Par la différence de distribution d'échantillonnage des moyennes de plusieurs échantillons, les Anova permettent de savoir si la différence observée entre la version 3G et la version témoin est significative ou non. Elles permettent donc de statuer sur l'évolution de variétés en fonction de leur lieu de culture (VILAIN, 1999).

Pour les données qualitatives, des tests de Fischer exacts sont utilisés pour comparer les versions d'une variété. Le test de Fischer exact réalise un test du Chi-deux lorsque les conditions de Cochran sont respectées. Pour être respectées, ces conditions doivent répondre à deux critères : aucune valeur de notation avec un effectif nul et plus de 80% des valeurs de notation avec un effectif supérieur à 5. Dans le cas contraire, un test de Fischer exact est réalisé. L'ensemble de ces tests permettent de relier les données avec l'homogénéité et la stabilité des variétés requise par la DHS (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

Pour ces deux types de test (Anova et Fisher exact), 10% a été retenu comme risque de première espèce, c'est-à-dire comme risque de conclure à tort à une différence statistiquement significative, en l'occurrence entre les versions 3G et témoin. Cette valeur est courante pour les expériences agronomiques (VILAIN, 1999 ; ZHU *et al.*, 2000).

Prendre un risque de première espèce α (risque de conclure à une différence entre versions alors qu'elle n'existe pas) assez élevé (10%), par rapport à prendre un α bien plus faible (par exemple 1%) favorise l'apparition de différences significatives mais permet de diminuer le risque de deuxième espèce β (qui privilégie l'hypothèse nulle) de ne pas conclure à une différence significative entre versions 3G et témoin (RAMOUSSE *et al.*, 1996 ; VILAIN, 1999).

Les analyses de variances, les coefficients de variation et les variations résiduelles standardisées intra-variétales de la version témoin et de la version 3G permettent de discuter l'Homogénéité et la Stabilité requises par l'UPOV.

Essai du Rheu

Si l'essai multi-local chez les agriculteurs avait pour but de caractériser l'évolution des variétés après deux ans de multiplication, cet essai avait pour objectifs principaux de comparer les versions entre elles et de mesurer l'écart qu'il y avait entre chacune d'elles afin de voir de quelle manière elles avaient évolué les unes par rapport aux autres. Pour cela, des Analyses en Composantes Principales (ACP) dites analyses multi-variées ont été effectuées. En effet, celles-ci permettent de résumer un tableau « individus X variables » en perdant un minimum d'information et d'établir des liaisons linéaires entre variables en évaluant leur corrélation. L'ACP apporte des indications quant à l'intensité de l'évolution de chacune des variétés permettant de discuter leur distinction, leur homogénéité et leur stabilité (CORNILLON *et al.*, 2008).

Lorsque des données qualitatives sont présentes dans les données des ACM (Analyses des Correspondances Multiples), intégrant ce type de données, sont réalisées (CORNILLON *et al.*, 2008).

De plus, au niveau intra-variétal, cet essai a permis d'évaluer l'Homogénéité des variétés en comparant des variances et coefficients de variation intra-variétaux alors que la Stabilité a été également évaluée grâce à des Anova de type III pour les données quantitatives et des tests de Fisher exacts pour les données qualitatives. Pour les données pseudo-qualitatives, les deux types de tests peuvent être réalisés cependant, les Anova ont été privilégiées.

2. L'expérimentation « blé » en 2009

a. Essais chez les agriculteurs

Dispositif expérimental

Tableau 5 : Présentation des 10 variétés de blé du projet FSO et leur région d'origine (SERPOLAY et al., en révision)

Nom (Abréviation)	Structure de la variété	Essai le plus proche de la région d'origine	Caractéristiques
<i>Aubusson</i> (AU)	Lignée pure moderne	Absent	Variété moderne commerciale, obtenue par Nickerson. Résistante à la rouille brune et au mildiou.
<i>Renan</i> (RN)	Lignée pure moderne	Absent	Variété moderne commerciale obtenue par l'INRA, référence pour l'agriculture biologique.
<i>Blés de Redon</i> (RD)	Mélange de variétés locales	Vincent Chesnau (VC)	Mélange réalisé par un paysan breton à partir de sept épis, tous originaires de la région de Redon, en Bretagne.
Haute Loire 1433 (HL)	Variété locale, population	Florent Mercier (FM)	Variété de conservation d'une région de moyenne montagne, la Haute-Loire. Donnée par un paysan du Maine et Loire qui l'a obtenue d'une banque de semences française en 2004.
<i>Mélange de Touselles</i> (TO)	Mélange de variétés locales	Henri Ferté (HF)	Mélange réalisé par un paysan du Gard à partir de quatre différentes « Touselles », trois <i>T. aestivum</i> et un <i>T. turgidum</i> . Les Touselles sont cultivées dans le Sud de la France depuis le Moyen-âge pour leurs qualités boulangères.
<i>Rouge de Bordeaux</i> (RB)	Variété ancienne, population	Jean-François Berthelot (JFB)	Variété ancienne très connue issue de la région bordelaise, sélectionnée à partir de la variété Noé, originaire d'Ukraine, dans les années 1880.
<i>Piave</i> (PI)	Variété locale, population	Giandomenico Cortiana (GC)	Variété locale de Vénétie (Nord-Est de l'Italie), donnée par M. Pino de l'IGSA (Istituto di Genetica e Sperimentazione Agronomica di Vicenza)
<i>Solina d'Abruzzo</i> (SO)	Variété locale, population	Tonino Del Santis (TDS)	Variété locale issue d'une région montagneuse du centre de l'Italie, les Abruzzes.
<i>Zeeuwse Witte</i> (ZW)	Variété locale, population	Piet Van Zanten (PVZ)	Ancienne variété locale du Sud-ouest des Pays-Bas, réputée pour ses bonnes qualités boulangères et utilisée dans de nombreux croisements pour la sélection de blés boulangers. Elle est cultivée depuis 2005 dans le Nord des Pays-Bas par un agriculteur participant au projet.
<i>Zonnehoeve</i> (ZH)	Mélange de variétés modernes	Piet Van Ijzendoorn (PVI)	Mélange de deux variétés allemandes, Rextor et Bussard obtenues respectivement dans les années 1980 et 1990. Elle a été fournie par un agriculteur qui la cultive sur un polder du centre des Pays-Bas depuis plus de 10 ans.



Figure 7 : Répartition des essais de blé du projet FSO

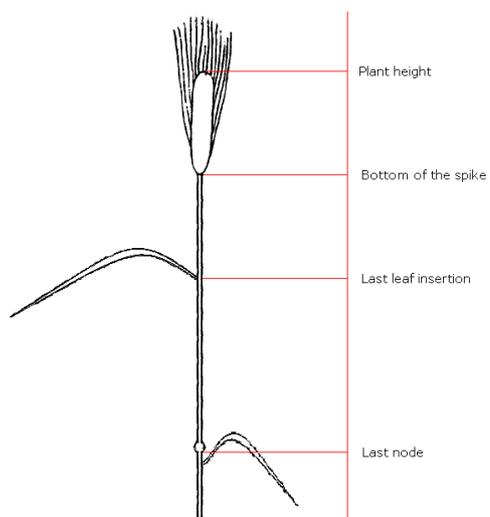


Figure 8 : Schéma d'une tige de blé avec les mesures de hauteur correspondantes.

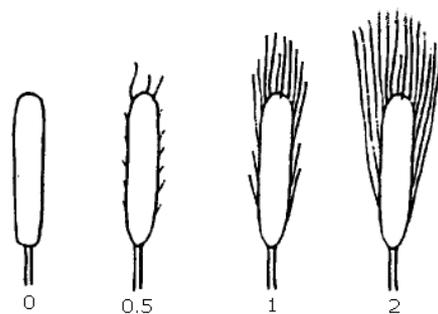


Figure 9 : Schéma de notation de la longueur des barbes (CPVO, 2008 modifié)



Figure 10 : Echelle de notation de la couleur des épis (2 à gauche, 1 au milieu et 0 à droite)

Durant deux années, les paysans ont multiplié en *bulk* les 10 variétés étudiées dans le cadre du projet FSO (Tableau 5). Lorsqu'ils accueillent une nouvelle variété dans leurs champs, les agriculteurs attendent en moyenne entre 4 et 5 ans avant d'effectuer une première sélection. Puisque dans le cadre de l'expérimentation, il était souhaité que les conditions de culture se rapprochent le plus des conditions classiques des agriculteurs, aucune sélection humaine n'a eu lieu durant ces deux années, hormis celle due aux pratiques et techniques de l'agriculteur telles le nettoyage des semences. Ainsi, seule la pression de sélection naturelle de l'environnement s'est appliquée sur ces populations.

En 2009, sept agriculteurs (Figure 7) : quatre français, deux hollandais et un italien ont semé le dispositif en *split-plot* composé de quarante parcelles, séparées en deux blocs au sein desquels les deux versions de chaque variété étaient regroupées afin de minimiser l'effet du terrain sur les plantes.

Pour chacune des 10 variétés, deux micro-parcelles d'environ 10 m² étaient semées avec les semences multipliées pendant deux ans (versions 3G), les deux autres étant emblavées avec les semences témoins. Celles-ci provenaient de la récolte 2008 en plein champ des agriculteurs ayant fourni la variété lors de la première année d'expérimentation, appelé « version originale ». Par exemple, Henri Ferté, ayant fourni la variété Touselles en 2006 a donné, en 2008, des graines qui provenaient de sa récolte 2008 en plein champ.

Si les tailles de parcelles, la méthode de semis et l'itinéraire cultural différaient d'un agriculteur à un autre, en revanche, ces composantes étaient homogènes pour chacun des essais, permettant les comparaisons entre 3G et témoin.

Mesures effectuées

Il est important de noter que toutes les mesures ont été effectuées sur des plantes en fin de période végétative, entre une et deux semaines avant leur récolte. Les plantes étaient choisies au hasard tout en excluant les épis issus des talles secondaires, qui arrivent rarement à maturité, et les rares épis appartenant à une autre variété, présents dans la micro-parcelle du fait de mélanges lors du tri ou du semis. Le « tirage » des plantes se faisait préférentiellement au centre de la micro-parcelle afin de limiter l'effet bordure. De plus, une seule tige par plante était mesurée.

Pour l'ensemble des mesures, afin d'avoir un jeu de données fiable et représentatif, 20 plantes par micro-parcelles ont été mesurées soit 40 plantes pour chaque version de chaque variété (la version 3G du paysan et la version témoin). Pour être le plus précis possible et afin de représenter au mieux la diversité de chaque variété, plusieurs séries de mesures ont eu lieu.

Tout d'abord, chez les agriculteurs, deux types de mesures ont été réalisées :

- quatre mesures quantitatives correspondant aux hauteurs : de la plante (sans les barbes), de la base de l'épi, de l'insertion de la dernière feuille et du dernier nœud (Figure 8) ; ces mesures permettent ensuite de déterminer plusieurs rapports et longueurs intéressants à analyser comme la proportion de tige couverte par la feuille ou la distance entre la base de l'épi et l'insertion de la dernière feuille ;

- deux mesures pseudo-qualitatives, la longueur des barbes, sur une échelle de 4 valeurs étalées entre 0 (non barbu) et 2 (très barbu et barbes longues) et la couleur de l'épi, selon trois couleurs, 0 (clair), 1 (moyen) et 2 (foncé) (Figures 9 et 10).

Ensuite, les épis issus des tiges mesurées ont été récoltés pour subir d'autres mesures au laboratoire de l'INRA du Moulon. Ces mesures portaient essentiellement sur les caractéristiques des épis et des épillets :

- le nombre d'épillets par épi ;
- le nombre d'épillets stériles par épi ;
- le nombre de grain par épi ;
- le poids de grain par épi ;
- la longueur de l'épi ;
- le nombre de grain par épillet.

Ces mesures permettent également de déterminer des rapports comme la densité de l'épi en divisant le nombre d'épillets par épi par la longueur de l'épi. Elles ont également permis de calculer le Poids de Mille Grains (PMG).

L'autre type de mesure concernait les mesures parcellaires. Tout d'abord, des mesures pseudo-qualitatives ont été faites :

- notation de verse, sur une échelle de 0 (pas du tout versé) à 5 (toutes les tiges au sol) ;
- notation de densité d'adventices sur la parcelle élémentaire, permettant d'évaluer la couverture du sol par le blé et sa rapidité de levée, de 0 (absence d'adventices) à 5 (les adventices dominant totalement la parcelle) ;
- notation de « l'état sanitaire », permettant d'évaluer la résistance des différentes variétés et versions aux maladies, de 0 (parcelle très saine) à 5 (parcelle très infectée).

Afin de diminuer au maximum l'effet de l'expérimentateur sur ces mesures subjectives, une seule personne a réalisé ces mesures pour l'ensemble des essais.

De plus, une mesure au NIRS, Near Infra-Red Spectroscopy, a permis d'évaluer le taux de protéines du blé grâce à des échantillons de 6 grammes de grains par micro-parcelle analysés par une Foss NIRSystem 6500.

Pour chaque couple variété-version, les moyennes des données à la plante ont été intégrées aux données parcellaires pour former une série 24 variables différentes est disponible (Tableau 6).

Tableau 6 : Liste des variables utilisées pour le traitement statistique des données de l'expérimentation de blé chez les paysans en 2009. Les données sont des données mesurées plante à plante hormis les variables sur fond grisé qui sont des données parcellaires.

Nom de la variable	Abréviation	Type de variable	Obtention
<i>Hauteur de la plante</i>	PH_mm	Quantitative	Mesurée au champ
<i>Hauteur de la base de l'épi</i>	BE	Quantitative	Mesurée au champ
<i>Hauteur de l'insertion de la dernière feuille</i>	LI	Quantitative	Mesurée au champ
<i>Hauteur de la base du dernier nœud</i>	ND	Quantitative	Mesurée au champ
<i>Type de barbes</i>	awns	Pseudo-qualitative	Évaluée au champ
<i>Couleur de l'épi</i>	CO	Pseudo-qualitative	Évaluée au champ
<i>Longueur de l'épi</i>	SL_mm	Quantitative	Calculée
<i>Longueur de la tige : BE-ND</i>	PL_mm	Quantitative	Calculée
<i>Longueur entre la base de l'épi et l'insertion de la dernière feuille : BE-LI</i>	LLSD_mm	Quantitative	Calculée
<i>Proportion entre la tige recouverte par la feuille et la longueur totale de la tige : (LI-ND)/PL_mm</i>	leaf.prop	Quantitative	Calculée
<i>Longueur de l'épi</i>	SL_cm	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Nombre d'épillets par épi</i>	Sp_Tot	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Nombre d'épillets stériles</i>	sterile	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Nombre de grains par épi</i>	KN_spike	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Nombre de grains par épillet</i>	KN_spikelet	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Poids du grain par épi</i>	GW_spike	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Poids de Mille Grains</i>	TKW	Quantitative	Mesurée en laboratoire
<i>Densité de l'épi : Sp_Tot/SL_cm</i>	density	Quantitative	Calculée
<i>Proportion d'épis stériles : sterile/Sp_Tot</i>	sterile.prop	Quantitative	Calculée
<i>Note d'adventices</i>	adventices	Pseudo-qualitative	Évaluée au champ
<i>Note de verse</i>	verse	Pseudo-qualitative	Évaluée au champ
<i>Note d'état sanitaire</i>	maladie	Pseudo-qualitative	Évaluée au champ
<i>Poids de la récolte</i>	poids	Quantitative	Mesurée
<i>Taux de protéines</i>	NIRS	Quantitative	Mesurée

b. Essai global du Rheu

Dispositif expérimental

L'essai réalisé au Rheu (35) par l'INRA de Rennes regroupait les dix versions de chaque variété : huit versions multipliées par les agriculteurs durant deux ans et deux versions témoins, l'une semée avec les semences distribuées en 2006 à tous les agriculteurs (version 2006) et l'autre avec les semences données en 2008 par l'agriculteur ayant fourni la variété en 2006 (version originale). Le semis et l'entretien ont été réalisés par l'INRA de Rennes et par le lycée agricole du Rheu, propriétaire des terrains.

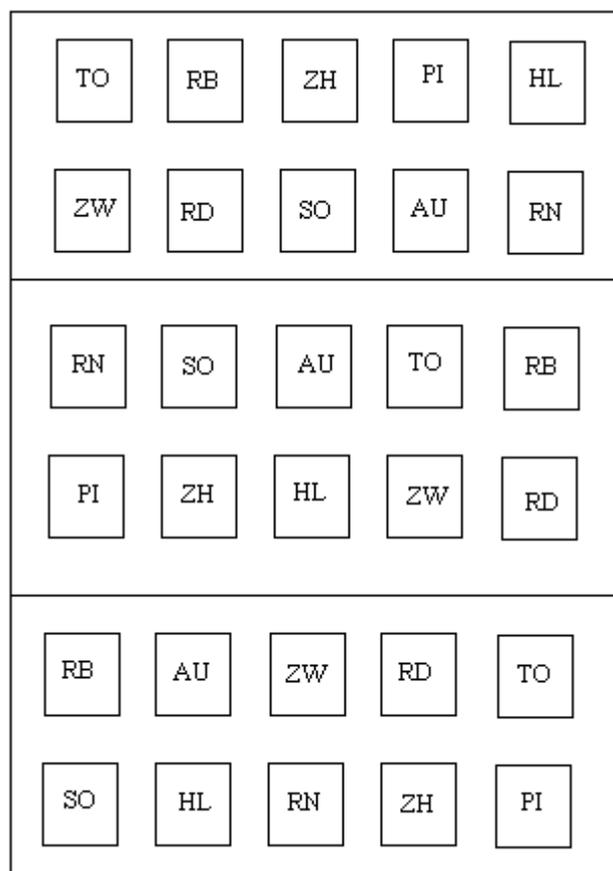


Figure 11 : Plan schématisé de l'essai FSO du Rheu pour le blé. Au sein de chaque sous-bloc (RB, AU, ZW, RD, TO, SO, HL, RN, ZH et PI), les 10 versions des variétés sont présentes.

Le dispositif mis en place était un *split-plot* composé de trois blocs où les versions d'une même variété étaient regroupées dans un sous-bloc (Figure 11).

Les parcelles élémentaires mesuraient 4 m² afin d'être suffisamment représentatives de chaque version. Le semis a été fait en ligne, à une densité d'environ 150 grains/m² afin de se rapprocher des pratiques des agriculteurs. Les travaux du sol comme les interventions durant la végétation sont identiques pour tout l'essai.

Mesures réalisées

Les mesures sur les plantes ont été les mêmes que celles effectuées chez les paysans bien que, dans le cadre du stage, sur cet essai, seuls les épis de cinq variétés, Renan, Piave, Rouge de Bordeaux, Solina et Mélange de Redon aient été mesurées en laboratoire. Compte tenu que trois répétitions étaient présentes sur cet essai, seules 15 plantes par parcelle élémentaire ont été mesurées.

Les observations supplémentaires effectuées au Rheu sont des mesures de développement. La densité de plantes en sortie d'hiver a été mesurée puis l'épiaison a été datée selon trois stades caractéristiques : début d'épiaison (moins de 5% d'épis sortis de la gaine), milieu d'épiaison (environ 50% d'épis sortis de la gaine) et fin d'épiaison (plus de 95% d'épis sortis de la gaine).

De plus, il est important de noter que si chez les paysans, les plantes ont été mesurées puis récoltées légèrement avant maturité, sur l'essai du Rheu, la grande majorité des plantes étaient à maturité voire, pour certaines, à une maturité avancée.

Afin de compléter la vision de l'évolution des espèces autogames, une production légumière a été également étudiée dans le cadre du projet FSO : les haricots.

3. L'expérimentation « haricots » en 2009

a. Gestion de la diversité et de l'apparition de hors-type

Comme pour l'expérimentation concernant le blé, deux dispositifs étaient mis en place pour le haricot, l'un chez les agriculteurs et l'autre mené par l'INRA au Rheu, sur le même site que l'expérimentation du blé. Toutefois, seul l'essai du Rheu a permis de réaliser des mesures précises permettant d'évaluer les critères de distinction, d'homogénéité et de stabilité des variétés étudiées. En effet, la difficulté du suivi des essais chez les agriculteurs a empêché de faire des mesures dans le cadre d'un protocole scientifique rigoureux mais est cependant très intéressant dans le but de comprendre un peu mieux comment les agriculteurs gèrent la diversité des variétés et l'apparition de hors-type dans leurs champs.

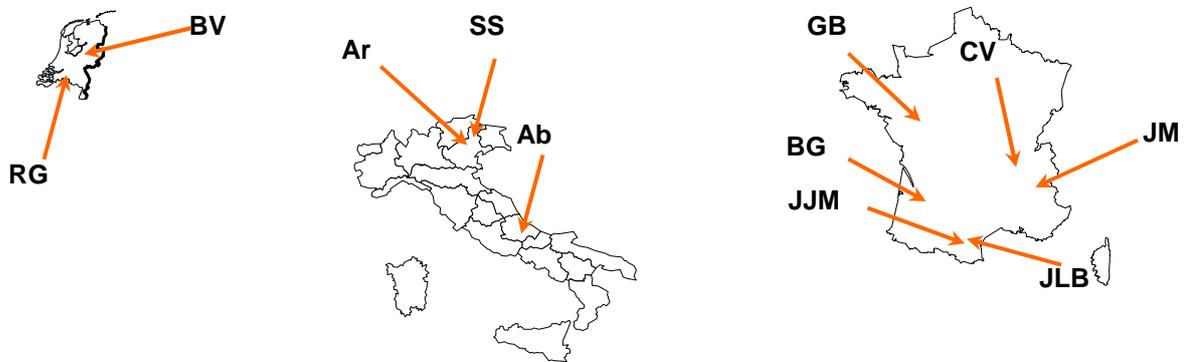


Figure 12 : Répartition des essais de haricots du projet FSO

Tableau 7 : Présentation des 9 variétés de haricots du projet FSO et de leur région d'origine.

Nom de la variété	Provenance	Caractéristiques principales	Utilisations
<i>Coco du Cheylard (CC)</i>	Ardèche – paysan	Variété précoce, non grimpante, résistante à la rouille. Gousses tachetées, grains violets et blancs	Haricots secs, demi secs ou verts
<i>Flageolet Chevrier (FC)</i>	Lot-et-Garonne – groupement de producteurs de semences : Biau Germe (BG)	Variété précoce, non grimpante, assez sensible aux maladies. Grains réniformes, petits et blancs. Initialement originaire de l'Île de France	Flageolet
<i>Gialet</i>	Vénétie (Italie) – paysan (Ar)	Variété très tardive, grimpante, assez résistante aux pathogènes. Grains ronds et jaunes	Haricots secs ou demi secs
<i>Haricot Cerise (HC)</i>	Ardèche – paysan : Colette Vialle (CV)		
<i>Princesse de Chambord (PC)</i>	Maine-et-Loire – paysan	Variété non grimpante. Grains ronds de type « haricot riz »	Haricots verts
<i>Scalda</i>	Vénétie (Italie) – paysan (Ar)	Variété tardive, grimpante. Grains réniformes, beiges tachetés	Haricots secs ou demi secs
<i>Suisse Rouge (SR)</i>	Drôme – paysan : Jérôme Mougnoz (JM)	Variété semi-grimpante, très touffue. Grains oblongs, couleur de jaune pâle à rouge. Variété inscrite dans le premier catalogue Vilmorin	Haricots secs ou demi secs
<i>Waldebeansje (WB)</i>	Pays-Bas – banque de semences	Variété précoce, naine, résistante au froid et aux maladies. Grains oblongs, couleur jaune-marron	Haricots secs ou demi secs
<i>Walcherse Witte (WW)</i>	Pays-Bas	Variété légèrement grimpante	

En 2007, au départ de l'expérimentation, 9 variétés fournies par des agriculteurs ou des banques de semences ont été distribuées chez les agriculteurs participant au projet (Tableau 7). A la différence du protocole établi pour le blé, tous les agriculteurs ayant fourni une variété n'ont pas forcément participé au projet et, vice-versa, tous les paysans ayant participé au projet n'ont pas fourni de variété. De même, tous les agriculteurs n'ont pas forcément accueilli toutes les variétés, certains ayant choisi ou exclu certains types comme par exemple les agriculteurs hollandais qui n'ont pas cultivé de variétés grimpantes.

Les agriculteurs, différents de ceux qui accueillait les essais de blé, étaient également répartis en Italie, France et Pays-Bas (Figure 12).

Durant les deux années de multiplication, les agriculteurs ont appliqué des pressions de sélection différentes sur des critères différents, en fonction de leurs buts de production : sélection massale négative (suppression des plantes et/ou des semences ne correspondant pas au type voulu) ou sélection massale positive (conservation des plantes et/ou des semences correspondant au type souhaité) (Tableau 8).

Tableau 8 : Sélections réalisées par les paysans sur les haricots lors de la première année de multiplication

<i>Essai</i>	<i>Stratégie de sélection</i>
Bart Vosselman (BV)	Suppression des plantes touchées par des virus, avant la floraison
Biau Germe (BG)	Suppression des hors-types (exemple : dans Gialet, les plantes violettes ; dans Suisse Rouge, les plantes avec des fleurs lilas)
Gérard Bernier (GB)	Sélection sur les graines ; semis des hors-types de Flageolet Chevrier séparément
Jean-Luc Brault (JLB)	Séparation des différents types durant la croissance (couleur des fleurs, type de plantes) puis séparation selon les différents types de graines. Chaque type est semé séparément en 2008.
Jean-Jacques Mathieu (JJM)	Une variété perdue (Walcherse Witte) et pas de sélection pour les autres
Jérôme Mougnoz (JM)	Sélection sur les semences : séparation des différents types de graines ; certains types sont supprimés et d'autres semés séparément en 2008.
Rene Groenen (RG)	Suppression des plantes touchées par les virus, avant la floraison
Stefano Sanson (SS)	Suppression des plantes touchées par des virus puis sélection lors de la récolte : sur les gousses (choix des gousses saines avec au moins 4 graines) puis sur les graines (suppression des hors-types et choix des graines saines et les plus similaires au type original)

De plus, il est important de noter que le haricot a une forte capacité à créer des « hors-type », appelés « variants » dont l'origine est encore mal connue : hybridation, expression d'allèles récessifs, phénomènes épigénétiques, ... Ces variants, repérables par le port de la plante, la couleur des fleurs ou des graines, sont traités de manière totalement différente d'un agriculteur à un autre : certains souhaitent les conserver afin de les développer et de, pourquoi pas, créer de nouvelles variétés alors que d'autres les éliminent dès leur apparition.

Ainsi, afin d'évaluer comment se déroulent ces différentes gestions de la non stabilité et de la non homogénéité des variétés, des études de descendance des variants ont été effectuées au Rheu.

b. Essai global du Rheu ***Dispositif expérimental***

Ainsi, en plus du dispositif classique étudiant les descendants des deux années de multiplication, certains variants apparus dans les essais à la ferme durant la multiplication ont été semés au Rheu en 2009, dans des parcelles regroupant les variants communs : même origine, même couleur de graine et même port de plante.

A maturité, sur chaque parcelle, une gousse par plante a été récoltée. Les différentes couleurs de grain ont été notées pour permettre, en étudiant la descendance d'un lot de graines apparemment identique, de mieux comprendre ce phénomène de disjonction. Le même travail sur la descendance devrait être réalisé pour les variants cultivés chez les agriculteurs en 2009.

1	WB BV WB JJM WB Tem WB JM	SR Tem SR Ar SR JM SR CV	Gialet Ar	CC Ar CC JM CC RG	FC Tem FC BV FC JJM FC CV
	WB BG WB CV WB Ar WB RG	SR JJM SR BV SR BG SR RG	Gialet JLB	Gialet Tem Gialet CV Gialet JM	FC Ar FC BG FC RG FC JM
2	SR JJM SR CV SR Ar SR BG	FC JM FC Ar FC Tem FC BG	WB JJM WB BV WB RG WB Tem	Gialet JM	CC Ar CC RG CC JM
	SR Tem SR BV SR JM SR RG	FC CV FC JJM FC RG FC BV	WB Ar WB CV WB JM WB BG	Gialet CV	Gialet Tem Gialet Ar Gialet JLB
3	FC BV FC JJM FC JM FC BG	Gialet CV	CC RG CC Ar CC JM	SR JJM SR JM SR BG SR BV	WB BG WB Ar WB JM WB JJM
	FC RG FC Ar FC Tem FC CV	Gialet JM	Gialet Tem Gialet Ar Gialet JLB	SR Tem SR CV SR RG SR Ar	WB Tem WB RG WB CV WB BV

Figure 13 : Plan de l'essai FSO du Rheu 2009 - Haricots



Figure 14 : Photographie d'une plante de haricot notée M – « marbrée »

Pour la partie centrale de l'essai, parmi les 9 variétés de départ, 5 ont été choisies afin d'être étudiées plus particulièrement sur l'essai du Rheu. Les cinq variétés ont été choisies afin d'être suffisamment représentatives de la diversité présente chez le haricot, *Phaseolus Vulgaris*, selon leur type de croissance (déterminée pour les plantes avec un port nain ou semi-grimpant et indéterminée pour les plantes avec un port grimpant), leur précocité, leur lieu d'origine et également le nombre d'agriculteur les ayant multiplié durant deux ans. Les variétés étaient : Coco du Cheylard, Flageolet Chevrier, Giolet, Suisse Rouge et Waldebeantsje.

Le dispositif mis en place était un *split-plot* à trois répétitions au sein desquelles les versions d'une même variété étaient regroupées dans un sous-bloc (Figure 13). Ce dispositif permet, dans chaque répétition, de limiter l'effet terrain entre les versions d'une même variété.

Pour chaque parcelle élémentaire, 40 plants ont été semés sur deux lignes avec environ 50 cm d'écartement entre les rangs et 30 cm sur le rang. L'itinéraire technique est homogène pour tout l'essai.

Mesures réalisées

Compte tenu de la structure et du port des plantes de haricot, il est très difficile de réaliser des mesures morphologiques comme pour le blé, à moins de passer beaucoup de temps sur chaque plante pour compter, par exemple, le nombre de nœuds ou la surface foliaire. Or, l'ampleur de l'essai par rapport au personnel et aux moyens financiers disponibles n'a pas permis ces mesures. D'autant plus que se posait la question du stade physiologique auquel la mesure doit être effectuée puisque la maturité n'est pas groupée mais souvent étalée.

Ainsi, le nombre de mesures est plus limité que pour le blé mais permet tout de même de représenter la diversité des plantes selon la version et la variété. Pour augmenter la qualité des données la robustesse des tests qui suivront les mesures, toutes les mesures plante à plante ont été effectuées pour l'ensemble des plantes de l'essai.

La date de la première fleur a été notée pour chaque plante afin d'observer les évolutions de précocité. Lors de cette notation, la couleur des fleurs de chaque plante a également été notifiée. Pour une bonne précision, un passage dans le champ expérimental tous les deux jours a alors été nécessaire.

Ensuite, deux autres notations, de vigueur et de couleur des feuilles, ont été réalisées sur des échelles de 1 (très peu vigoureuse, feuilles très claires voire jaunes) à 10 (plante très vigoureuse, feuilles vertes foncé). Etant donné la subjectivité de ces notations, deux personnes, toujours les mêmes, ont procédé à ces notations en établissant pour chaque variété dans chaque répétition, une plante avec la note maximum et une autre avec une note minimum comme il est préconisé par Fouilloux et Bannerot (1992).

Des notations de maladies ont également été effectuées sur chaque plante. Etant donné la difficulté de différencier une maladie d'une autre sur *Phaseolus Vulgaris*, c'est essentiellement une notation basée sur les symptômes qui a été faite (Tableau 9 ; Figure 14).

Tableau 9 : Echelle de notation des maladies sur l'essai de haricots. Pour chaque plante, entre 0 et 3 maladies étaient notées, associées à un niveau d'intensité.

code	maladie
H	Hypersensibilité
C	Cloquée
M	Marbrée
T	Tâches Blanches
G	Gousses Malades
A	Feuilles marrons
R	Grillée
1	Intensité de l'attaque faible
2	Intensité moyenne
3	Intensité forte

Enfin, à maturité, une gousse sur chaque plante a été récoltée afin de déterminer le nombre moyen de graines par gousse pour chacune des versions et des variants.

Le jeu de données comporte donc :

- la date de floraison (donnée quantitative) ;
- le nombre de grains par gousse (donnée quantitative) ;
- la vigueur (donnée pseudo-qualitative) ;
- la couleur des feuilles (donnée pseudo-qualitative) ;
- maladie (donnée qualitative) ;
- couleur des fleurs (donnée qualitative).

Cette diversité de caractères permet de tester la significativité des différences qui existent entre les versions d'une même variété par des tests de Fisher exact ou des Anova.

Pour compléter la vision sur les variétés paysannes et de pays, il était nécessaire d'étudier, en plus des espèces qui s'auto-polonisent dites autogames, des espèces à pollinisation croisée dites allogames telles le maïs.

4. L'expérimentation « maïs » en 2009

a. Essais chez les paysans

Dispositif expérimental

Compte tenu du régime de pollinisation allogame du maïs, des adaptations au protocole utilisé pour le blé et les haricots ont été nécessaires. En effet, un agriculteur ne pouvait pas accueillir plusieurs variétés dans le même champ à cause du risque d'hybridation entre les différentes variétés. Toutefois, le souhait était de tester la réponse des cinq variétés choisies dans le projet dans des environnements contrastés entre les essais maïs proches entre les cinq variétés du projet (Tableau 10). Ces cinq variétés devaient donc être cultivées dans une même région.

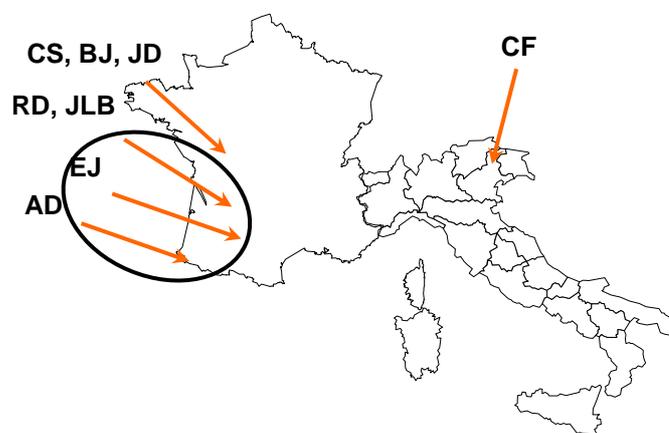


Figure 15 : Répartition des essais de maïs du projet FSO

Tableau 10 : Présentation des 5 variétés de maïs du projet FSO et de leur région d'origine.

Nom de la variété	Origine	Caractéristiques
<i>Bianco perla</i>	Vénétie (CF)	Variété tardive, très haute mais produisant peu d'épis. Résistante aux maladies. Assez homogène. Grains cornés.
<i>Grand Roux Basque</i>	Sud-Ouest	Variété précoce, relativement basse, produit plusieurs épis par plante. Sensible aux maladies. Assez hétérogène. Grains cornés.
<i>Italien</i>	Sud-Ouest	Variété relativement tardive. Sensible au charbon. Très hétérogène. Grains cornés et dentés.
<i>Narguilé</i>	Sud-Ouest	Variété relativement tardive, très vigoureuse. Sensible au charbon. Grains cornés et dentés.
<i>Sponcio</i>	Vénétie (CF)	Variété relativement précoce, peu vigoureuse. Tolérante aux maladies. Grains pointus

Ainsi, trois groupes d'agriculteurs ont accueilli les essais de maïs (Figure 15) :

- trois agriculteurs du Poitou, assez proches géographiquement les uns des autres, qui ont multiplié toutes les variétés sauf Sponcio ;
- trois agriculteurs de la Dordogne, du Gers et des Pyrénées-Atlantiques où l'unité pédoclimatique est moins respectée, qui ont multiplié toutes les variétés à l'exception de Bianco perla ;
- des agriculteurs d'une même zone montagneuse de la Vénétie, avec l'appui d'un centre de recherche régional, qui ont multiplié les cinq variétés.

Les cinq variétés choisies sont toutes des populations (permettant la multiplication) utilisées essentiellement pour le grain, à consommation animale ou humaine.

Pendant deux ans, chacun des groupes d'agriculteurs a multiplié les semences des cinq variétés en *bulk*, sur des parcelles d'une dizaine d'ares. Etant donné la taille des parcelles de multiplication, il a été demandé aux agriculteurs de choisir 600 épis par variété pour le semis de l'année suivante. Ainsi, une forte sélection a été réalisée chez chacun des agriculteurs, selon des critères et des méthodes propres à chacun (Annexe III).

En 2009, la version multipliée pendant deux ans et la version issue des graines données en 2007 lors du premier semis (témoin) ont été semées côte à côte, sur deux répétitions. Toutefois, les témoins des trois variétés françaises (Grand Roux Basque, Narguilé et Italien) n'ont quasiment pas germé ce qui a rendu impossible l'évaluation de ces variétés dans le champ des agriculteurs.

Mesures réalisées

Ainsi, chez les agriculteurs, seule l'évolution des deux variétés italiennes a pu être réellement étudiée. Pour ces deux variétés, Sponcio et Bianco perla, la hauteur des plantes à la base de la panicule et la hauteur de l'insertion de l'épi le plus haut ont été notées. En supplément de ces mesures quantitatives, une évaluation de la largeur de la tige à 1 m du

	GRB AD GRB It GRB CS GRB Tem							
Rep 3	Ita Tem Ita It Ita BJ Ita EJ				Pop JMM	Bianco It Bianco CS Bianco Tem		
	Sponcio it	Sponcio Tem	Sponcio JLB	Hyb	Narguilé JD	Narguilé Tem	Narguilé It	Narguilé AD
Rep 2	GRB AD GRB It GRB CS GRB Tem				Sponcio JLB	Sponcio it	Sponcio Tem	Hyb
	Pop JMM	Bianco CS	Bianco Tem	Bianco It	Narguilé AD	Narguilé It	Narguilé JD	Narguilé Tem
Rep 1	Sponcio it	Sponcio Tem	Sponcio JLB	Pop JMM	Ita It Ita BJ Ita EJ Ita Tem			
	Bianco CS	Bianco It	Bianco Tem	GRB CS	GRB It	GRB AD	GRB Tem	Hyb
	Ita BJ	Ita Tem	Ita It	Ita EJ	Narguilé It	Narguilé Tem	Narguilé JD	Narguilé AD

Figure 16 : Plan de l'essai FSO du Rheu 2009 – Maïs

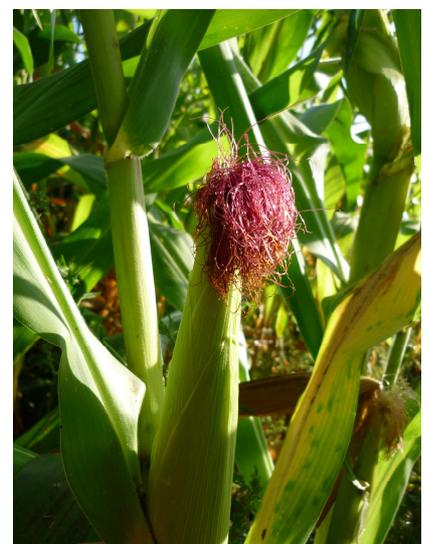


Figure 17 : Echelle de notation de la couleur des soies. A gauche, note « 0 », au centre, note « 1 » et à gauche, note « 3 ».

sol sur une échelle de 1 (tige très fine) à 5 (tige très épaisse) et une notation de présence (note=1) ou absence (note=0) de charbon du maïs, *Ustilago maydis*, ont été faites.

Pour compléter le jeu de données, des mesures en laboratoire ont été effectuées sur les caractéristiques des épis (poids du grain, nombre de grains, longueur,...).

Les différences entre la version multipliée pendant deux ans et la version témoin est faite par des tests de Fischer exact pour le charbon et des Anova pour les autres mesures qui sont quantitatives ou pseudo-qualitatives.

b. Essai global de Rennes

Dispositif expérimental

Sur l'essai du Rheu, les cinq variétés multipliées pendant deux ans par tous les agriculteurs étaient présentes. Trois ou quatre versions de chaque variété étaient présentes sur cet essai : une version « témoin », issue du lot de semences distribué en 2007 aux agriculteurs et deux ou trois versions données par les agriculteurs qui ont multiplié la variété. Toutefois, pour les trois variétés françaises, les témoins ont eu les mêmes problèmes de germination que chez les agriculteurs. En plus des cinq variétés population, un hybride simple expérimental a été semé, servant de témoin à l'expérience.

Le dispositif expérimental était un *split-plot* composé de 3 répétitions de 20 parcelles élémentaires (Figure 16). A l'intérieur de chacune des répétitions, les versions d'une même variété étaient regroupées car le but est de minimiser l'impact du sol entre les différentes versions d'une variété. Les traitements culturaux ont été identiques sur tout l'essai. Le semis en ligne a été effectué à une densité de 70 000 grains par hectare afin de se rapprocher le plus possible des conditions de semis des agriculteurs.

Mesures réalisées

Une micro-parcelle étant composée de quatre lignes d'environ 25 plantes, les notations ont été faites sur les 15 plantes centrales des deux rangs situés au milieu de la parcelle soit 30 plantes par micro-parcelle, évitant ainsi les observations sur les rangs de bordure. Cet échantillonnage permet de mesurer 90 plantes pour chaque couple variété-version et assure donc la représentativité de l'échantillon.

Sur cet essai, des notations phénologiques ont pu être réalisées : dates de début de floraison de la panicule et de sortie des soies de chacun des épis de chaque plante ont permis d'évaluer la précocité des maïs en fonction de leur lieu de multiplication.

Lors de la notation, la couleur des soies de la fleur femelle était notée de 0 (soies vert très clair, quasiment transparentes) à 3 (soies rouge foncé) (Figure 17).

Les autres mesures sont celles qui ont été effectuées chez les agriculteurs c'est-à-dire la hauteur de la plante à la base de la panicule, la hauteur de l'insertion de l'épi le plus haut, l'épaisseur de la tige à un mètre du sol et la présence ou absence de charbon. De même, les mesures sur les épis en laboratoire ont également été faites.

Du fait de l'absence de germination des trois variétés françaises, le travail d'évaluation de l'évolution était d'autant plus important que cet essai était le seul permettant de comparer l'évolution de ces variétés en examinant les différences qui existaient entre les trois versions multipliées par les agriculteurs.

L'ensemble des mesures effectuées sur le blé, le maïs et les haricots a permis de réunir une base de données conséquente, caractérisant une partie de la diversité des variétés paysannes.

Le traitement statistique de ces données a pour but de comparer les différentes versions des variétés après deux ans de multiplication dans des environnements très différents les uns des autres afin de mesurer comment s'est déroulée l'évolution des variétés. Cette comparaison servira de base aux propositions d'adaptations de la réglementation semencière à la réalité de l'évolution des variétés paysannes.

III. Résultats : caractérisation de l'évolution des variétés

1. Impacts des deux années de multiplication

D'une manière générale, après deux années de multiplication dans des lieux différents, les versions d'une même variété montrent des différences statistiquement significatives avec un risque de première espèce de 10 % pour la majorité des caractères. Ces différences attestent d'une évolution visible aussi bien sur l'essai du Rheu que sur les essais à la ferme (Annexes IV et V – Résultats des comparaisons de variance entre versions). L'annexe IV montre bien que toutes variétés ont des différences entre versions significatives pour plusieurs caractères. Les expérimentations à la ferme (Annexe V) prouvent également que les versions multipliées pendant deux ans ont évolué différemment par rapport aux versions restées dans leur zone d'origine : de nombreuses différences significatives apparaissent pour de nombreux caractères et pour toutes les variétés.

Les figures 19 à 27 illustrent que ces différences de moyennes, significatives d'un point de vue statistique, le sont également d'un point de vue agronomique. Par exemple, sur l'essai du Rheu en 2009, les dates de mi-épiaison de Zonnehoeve (Figure 19), s'étalent sur 7 jours et les dates de floraison mâle du maïs des versions des agriculteurs s'étalent sur 1 à 4 jours selon les variétés (Figure 27). Autre exemple, la hauteur moyenne des plantes varie de 1,30 m à presque 1,50 m pour les versions de la variété de blé Rouge de Bordeaux (Figure 20).

Tableau 11 : Tableau récapitulatif de l'évolution des variétés de maïs (essai du Rheu). Les tests de significativité sont des Anova de type III pour les caractères quantitatifs et pseudo-qualitatifs et des tests de Fisher exact pour les caractères qualitatifs.

Variétés	Biancoperla	Grand Roux Basque	Italien	Narguilé	Sponcio
Caractères quantitatifs					
<i>Floraison mâle</i>	***	**	***	***	***
<i>Floraison femelle</i>	***	**	***	***	***
<i>Hauteur de la plante</i>	***	NS	***	***	NS
<i>Hauteur de l'insertion de l'épi le plus haut</i>	.	NS	***	***	NS
<i>Distance entre dernier épi et base de la panicule</i>	***	NS	NS	*	NS
Caractère pseudo-qualitatif					
<i>Diamètre tige</i>	**	*	*	*	NS
Caractères qualitatifs					
<i>Couleur première fleur femelle</i>	.	.	NS	NS	.
<i>Charbon</i>	NS	*	*	*	NS

*** : P-valeur inférieure à 0,1 %

** : P-valeur inférieure à 1 %

* : P-valeur inférieure à 5 %

. : P-valeur inférieure à 10 %

NS : P-valeur non significative (supérieure à 10 %)

Les trois espèces étudiées ont montré une évolution importante. Toutefois, en observant les tableaux 11 et 12, au sein de chaque espèce, les variétés montrent des formes d'évolution différentes. Par exemple sur le tableau 11, synthétisant les résultats obtenus pour la variété de maïs Biancoperla montre des différences significatives entre versions pour beaucoup plus de caractères que Sponcio.

Tableau 12 : Tableau récapitulatif de l'évolution des variétés de haricot (essai du Rheu). Les tests de significativité sont des Anova de type III pour les caractères quantitatifs et pseudo-qualitatifs et des tests de Fisher exact pour les caractères qualitatifs.

<i>Variétés</i>	<i>Coco du Cheylard</i>	<i>Flageolet Chevrier</i>	<i>Gialet</i>	<i>Suisse Rouge</i>	<i>Waldebeantsje</i>
Caractère quantitatif					
<i>Date d'éclosion de la première fleur</i>	***	***	***	***	***
Caractère pseudo-qualitatif					
<i>Vigueur</i>	*	***	NS	*	***
Caractères qualitatifs					
<i>Couleur des fleurs</i>	NM	NM	NM	NM	***
<i>Couleur des feuilles</i>	NM	***	***	*	NM
<i>Marbrure</i>	NM	NS	NS	NS	*

*** : P-valeur inférieure à 0,1 %

** : P-valeur inférieure à 1 %

* : P-valeur inférieure à 5 %

NS : P-valeur non significative (supérieure à 10 %)

NM : Caractères non mesurés

Ensuite, certains caractères ont évolué plus que d'autres : pour les haricots (Tableau 12), les différences de « date d'éclosion de la première fleur » entre les différentes versions sont toujours significatives alors qu'elles ne le sont pas toujours pour la vigueur. Enfin, les lieux de multiplication ont également des effets différents les uns par rapport aux autres (figures 19 à 28 ; Annexe V).

L'évolution des variétés peut effectivement être abordée selon différents angles de vue. Certains paramètres semblent prépondérants dans cette évolution, notamment la structure génétique des variétés.

De plus, il est intéressant de voir quelle est l'influence du lieu de multiplication sur l'évolution des variétés. Dans ce cadre, il semble important de voir la différence de comportement entre les espèces plus ou moins sélectionnées par les paysans (maïs et haricots) et le blé, qui n'a pas fait l'objet d'une sélection volontaire de l'homme durant le projet.

Enfin, les analyses permettent d'observer si certains caractères sont plus sensibles à l'évolution que d'autres, selon le lieu de culture ou bien selon la variété.

2. Evolution selon la structure de la variété

a. Evolution globale

Cas du blé

L'étude de l'évolution selon la structure de la variété ne peut être faite précisément que pour le blé car c'est l'unique espèce pour lequel on connaît la structure de chacune des variétés et que ces structures sont suffisamment diverses (lignées pures, populations, mélanges de populations, mélanges de lignées pures) afin de les comparer les unes aux autres.

Le but est de savoir si la structure génétique supposée d'une variété influence son évolution.

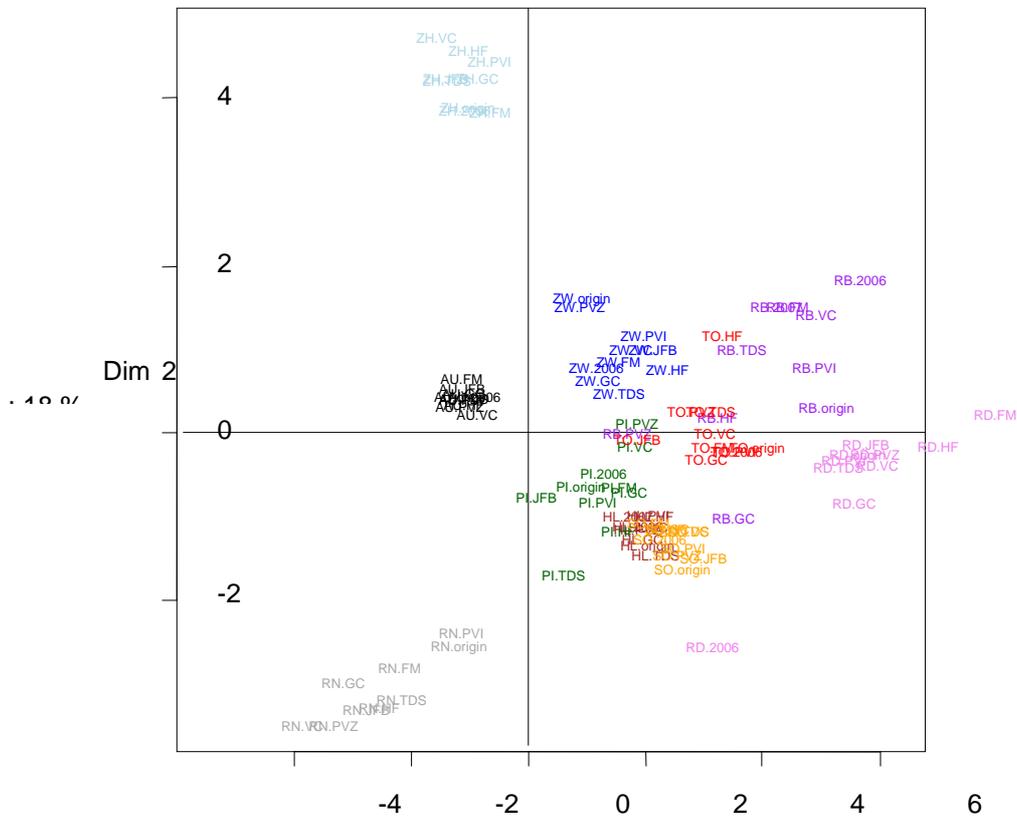


Figure 18 : Représentation graphique des deux premières dimensions de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les données 2009 de blé du Rheu. Chaque couleur représente une variété différente. Le code associé à chaque point est de la forme : « Abréviation de la variété.Initiales du paysan qui l'a multipliée », exemple : RB.GC pour le Rouge de Bordeaux multiplié par Giandomenico Cortiana.

La dimension 1 (Dim 1) représente les versions avec des plantes de grande taille avec une tendance à la verse. Elles ont des épis foncés avec un faible nombre de graines par épi et donc un poids d'épi faible. De plus, ces variétés ont une forte proportion d'épis stériles, un poids de récolte faible mais un fort taux de protéines.

La dimension 2 (Dim 2) figure les versions avec peu de barbe, un important nombre d'épillets et donc une densité d'épillets forte. Ce sont des variétés qui mettent longtemps à épier et avec plutôt un faible poids de mille grains.

L'essai réalisé au Rheu est utile pour répondre à cette question. Il permet de comparer entre elles différentes versions (selon leur lieu de multiplication) d'une même variété. L'objectif poursuivi est de se rendre compte de l'évolution globale de la variété non pas selon un caractère précis mais selon l'ensemble des caractères mesurés.

Pour cela, une ACP prenant en compte tous les caractères quantitatifs et pseudo-qualitatifs mesurés a été effectuée (Figure 18). Les deux premiers axes représentés sur la figure expliquent 52 % de la variance totale. Sur ce graphique, il apparaît que les variétés Haute-Loire (HL, en marron), Solina (SO, en orange) mais surtout Aubusson (AU, en noir) ont des nuages de points très resserrés ce qui montre que ces variétés ont peu évolué. Les variétés Zonnehoeve (ZH, en bleu ciel), Piave (PI, en vert), Zeeuwse-Witte (ZW, en bleu foncé), Renan (RN, en gris) et Touselles (TO, en rouge) sont dans des situations intermédiaires avec une évolution moyennement marquée. Enfin, Rouge de Bordeaux (RB, en violet) et Redon (RD, en rose) ont des nuages dont les points sont très dispersés, résultat d'une évolution importante entre les versions de chaque agriculteur.

La figure 18 montre que même si les versions d'une même variété restent relativement groupées, l'écart entre les versions est tout de même important et varie selon les variétés. Une seule variété, la lignée pure moderne Aubusson, a des versions très rapprochées les unes des autres dénotant une évolution très limitée. En revanche, les versions de l'autre variété lignée pure, Renan, ont une évolution plus marquée les unes par rapport aux autres puisque le nuage de points est plus dispersé.

De plus, on ne peut pas remarquer une évolution commune des versions d'une même variété puisque, hormis pour le mélange de Redon, on ne trouve pas la version « 2006 » et la version témoin séparées des autres versions. Dans le cas de Redon, on se rend compte que certes, toutes les versions ont évolué par rapport à la version 2006, mais dans des « directions » relativement différentes. Cette différence peut s'expliquer par le fait que le Redon témoin vient de chez un agriculteur différent de celui qui a fourni le mélange en 2006. Cet agriculteur avait le mélange de Redon depuis plus de 3 ans, ce qui signifie que la version témoin est plus « éloignée » des autres, en nombre de générations, ce qui explique cette observation.

Ces résultats permettent de dire que la structure génétique des variétés influence leur évolution puisque les deux variétés lignées pures et le mélange de deux variétés lignées pures Zonnehoeve ont des nuages de points plus resserrés que ceux des mélanges de variété comme Redon et Touselles. Toutefois, le comportement des variétés ne semble pas généralisable puisque les deux variétés lignées pures ont tout de même une évolution distincte l'une par rapport à l'autre. Il en est de même pour les variétés locales avec un seul phénotype distinct comme Solina qui a un nuage de points très resserré alors que Rouge de Bordeaux, « phénotypiquement homogène » a en revanche un nuage de points très lâche, caractérisant donc une évolution des plantes spécifique selon le lieu de multiplication.

Cas des autres espèces

Si, pour le maïs et les haricots, les structures génétiques des variétés sont mal connues, il est tout de même possible d'observer les différences de comportement entre les variétés.

Les tableaux 11 et 12 synthétisent les résultats obtenus pour l'ensemble des variables mesurées, respectivement pour le maïs et les haricots. Ils montrent la significativité des différences entre versions pour chacune des variables et chacune des variétés.

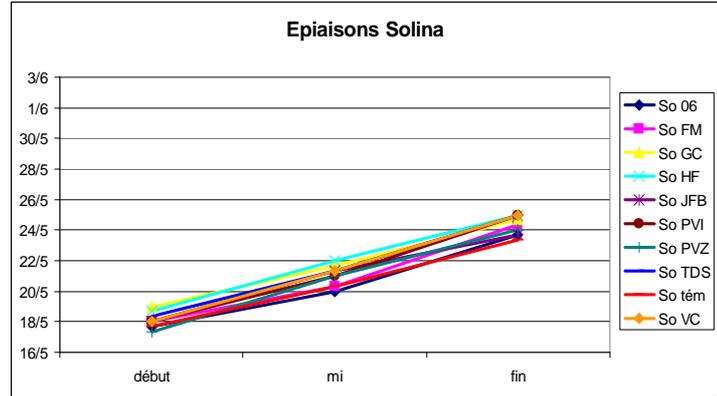
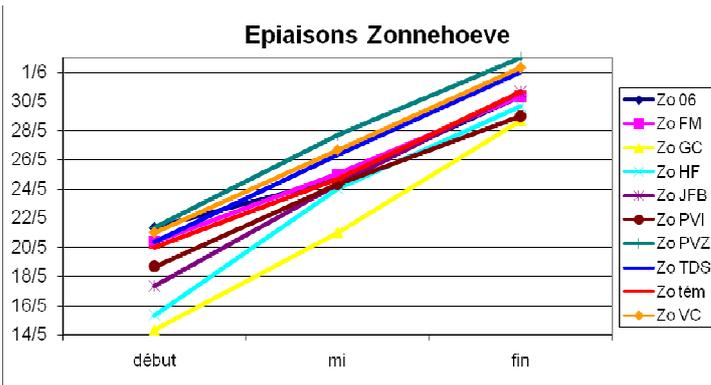
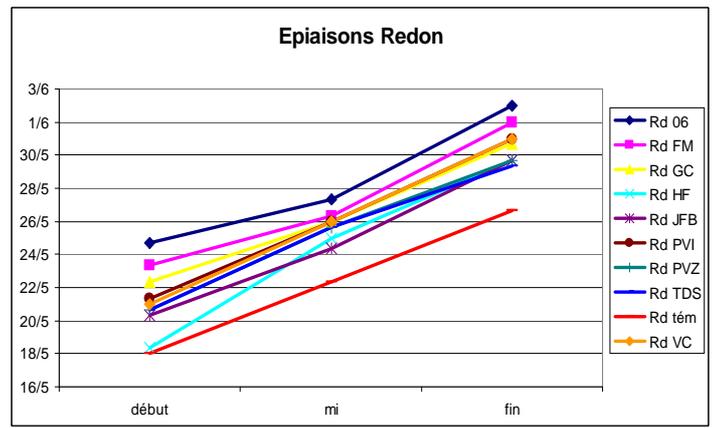
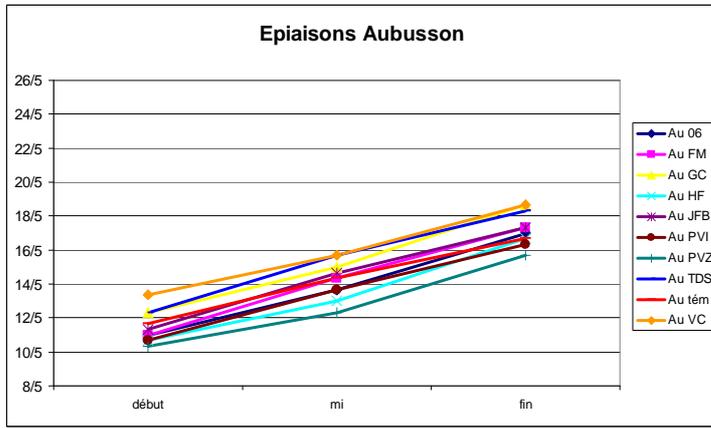


Figure 19 : Vitesse d'épiaison des versions de 4 variétés de blé, une lignée pure (Aubusson), un mélange de variétés de pays (Redon), un mélange de deux lignées pures (Zonnehoeve) et une variété de pays (Solina). 3 stades d'épiaison ont été notés : début d'épiaison (5% d'épis sortis de la gaine), mi-épiaison (50 % d'épis sortis de la gaine) et fin d'épiaison (95% d'épis sortis de la gaine). Les différentes courbes représentent les versions de chacune des variétés. Pour faciliter la comparaison, l'axe des ordonnées est gradué de 2 jours et 2 jours avec un écart entre la valeur maximum et la valeur minimum de 18 jours

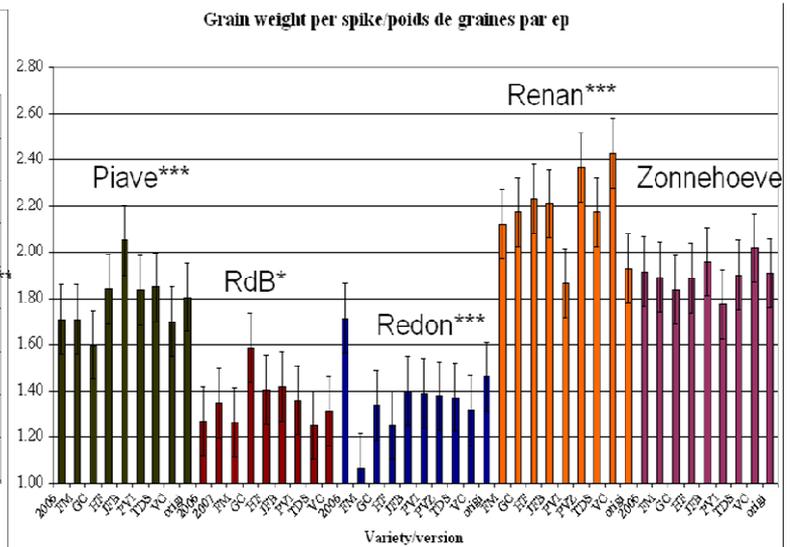
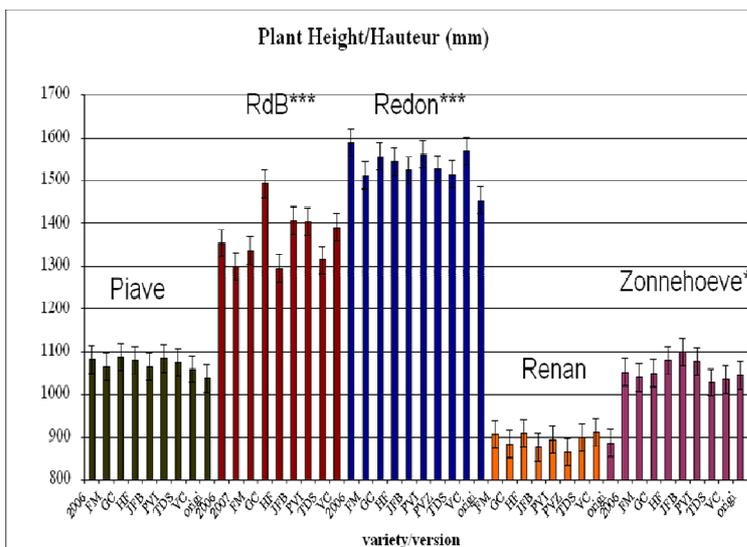


Figure 20 : a. Hauteur des plantes des versions de cinq variétés de blé (essai du Rheu) ; b. Poids du grain par épi des versions de cinq variétés de blé (essai du Rheu). Significativité des différences par test de Fisher : *=significatif avec un risque d'erreur de 10 % ; **=significatif avec un risque d'erreur de 5% ; *=significatif avec un risque d'erreur de 1%.**

Sur le maïs, certaines variétés ont une propension à évoluer plus importantes que d'autres comme le met en valeur le tableau 11. En effet, pour les variétés Biancoperla et Narguilé, des différences significatives entre versions apparaissent pour la quasi intégralité des caractères mesurés alors que d'autres variétés, Grand Roux Basque ou Sponcio, ont des différences entre versions beaucoup plus restreintes, qui portent uniquement sur 3 ou 4 caractères.

Pour les haricots (Tableau 12), cette remarque est plus difficile à faire du fait du faible nombre de caractères mesurés. Cependant, alors que des différences significatives apparaissent sur tous les caractères mesurés pour Waldebeantsje, ce n'est pas le cas pour Gialet.

D'une manière générale, les différences de réaction entre variétés font apparaître que les variétés n'ont pas la même propension à évoluer mais également que certains caractères sont plus sensibles que d'autres puisque, dans le cas du maïs, les dates de floraison ont évolué pour toutes les variétés (différences significatives entre versions) alors que la hauteur d'insertion de l'épi le plus haut n'a pas évolué pour toutes les variétés.

b. Une évolution différente selon les caractères

Sur l'essai du Rheu comme sur les essais chez les agriculteurs, au niveau global, il n'existe pas de corrélation nette entre la structure d'une variété et son évolution.

Toutefois, en observant un à un les caractères mesurés, des relations peuvent apparaître. Pour le blé, la figure 19 montre que les dates d'épiaison des versions d'une même variété lignée pure moderne restent relativement groupées. Il en est de même pour les variétés de pays (Solina (Figure 19), Rouge de Bordeaux, Haute-Loire et Piave) dont la précocité d'épiaison a très peu évolué au cours des deux années de multiplication. En revanche, les versions de la variété issue d'un mélange de deux variétés lignées pures (Zonnehoeve) ont beaucoup évolué les unes par rapport aux autres ce qui est également le cas pour les mélanges de variétés de pays : Redon (Figure 19), Zeeuwse Witte et Touselles (les graphiques des variétés non présentées dans la figure 19 sont présentés dans l'annexe VI).

Chez les autres espèces, les caractères liés à la précocité des variétés semblent avoir une sensibilité plus forte à l'évolution. En effet, les différences entre versions sont toujours hautement ou très hautement significatives pour toutes les variétés de maïs et de haricots (Tableaux 11 et 12).

Toutefois, cette remarque ne peut pas être appliquée à tous les caractères. Par exemple, en comparant la hauteur des plantes de blé des versions d'une même variété (Figure 20.a), on se rend compte que les deux variétés de pays (Piave et Rouge de Bordeaux) n'ont pas évolué de la même manière puisque, pour Piave, il n'y a pas de différence significative entre les versions alors que cette différence est très hautement significative pour Rouge de Bordeaux.

En observant un autre caractère comme le poids du grain par épi (Figure 20.b), on se rend compte que des variétés qui n'avaient « pas bougé » par rapport à la hauteur de la plante ont, dans ce cas, des différences significatives entre versions (Piave et Renan). Vice-versa, il n'y a pas de différences significatives pour Zonnehoeve, dont la hauteur de la plante avait significativement évolué entre les versions.

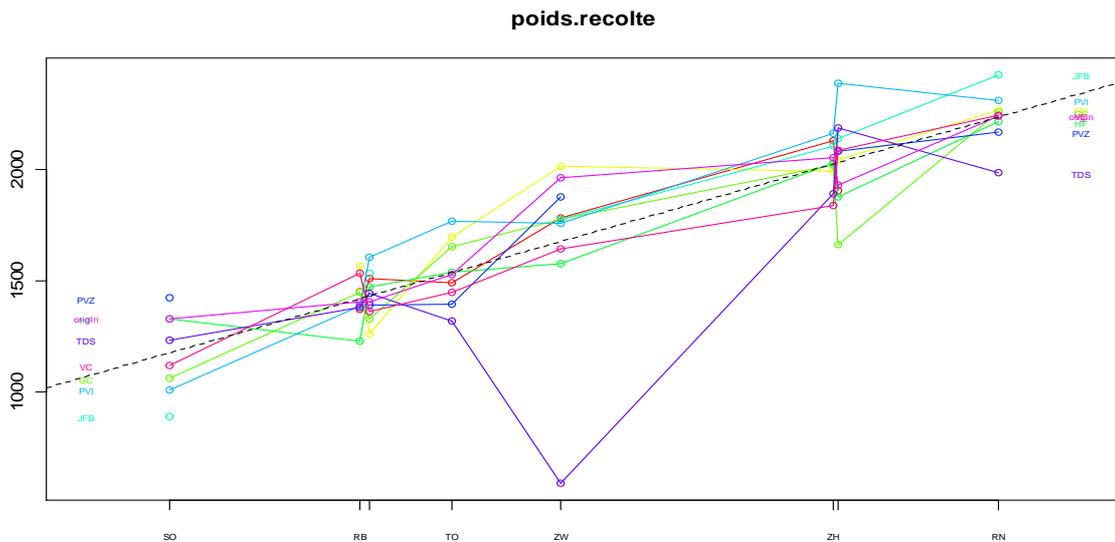
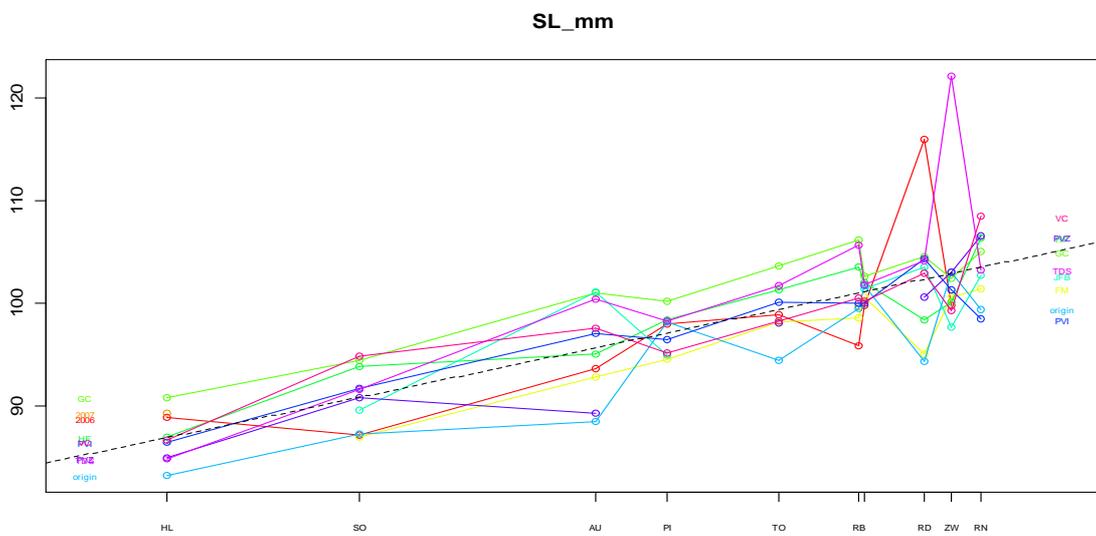
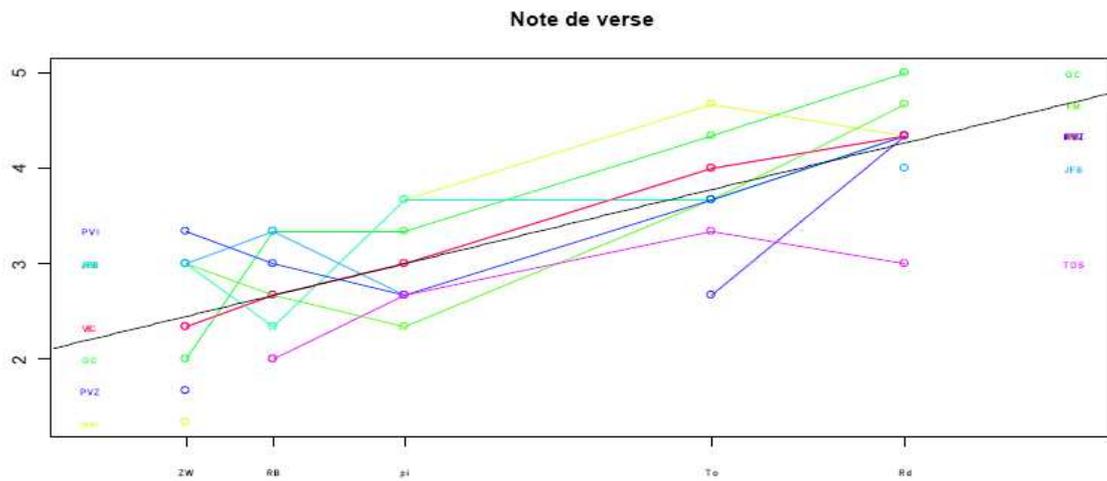


Figure 21 : Note de verse, longueur de l'épi et poids de la récolte du blé – essai du Rheu.
 Chaque courbe représente un lieu de multiplication ; sur l'axe des abscisses, les variétés sont classées selon leur moyenne sur le caractère étudié. La courbe noire en pointillés représente les valeurs moyennes pour chacune des variétés.

Ces observations renforcent l'idée que l'évolution des variétés reste peu expliquée par la seule structure génétique de la variété. D'autres éléments, comme le lieu de multiplication, ont très certainement une forte influence d'une part sur les variétés et d'autre part sur certains caractères au sein de ces variétés.

3. Evolution par rapport lieu de multiplication

a. Essai du Rheu

L'essai du Rheu permet de comparer entre eux les effets des différents essais à la ferme. Il permet de « classer » les lieux de multiplication pour voir s'ils ont un effet identique sur toutes les variétés pour savoir si, par exemple, toutes les versions des variétés cultivées dans tel lieu sont plus petites que celles cultivées dans tel autre.

L'étude des 24 variables mesurées sur le blé, indique qu'un lieu de multiplication n'a pas le même effet sur toutes les variétés. En effet, la figure 21 illustre par trois exemples les situations rencontrées. Dans la majeure partie des cas comme le « poids.recolte », les différentes courbes, représentant chacune un paysan, se croisent énormément ce qui signifie que, pour un caractère donné, il n'y a pas d'effet « lieu de multiplication » systématique pour l'ensemble des variétés. Par exemple, sur le graphique « poids.recolte » de la figure 21, la version « JFB », en vert très clair, est la moins productive pour la variété Solina (SO) mais la plus productive pour la variété Renan (RN).

Toutefois, pour certains caractères, l'influence du lieu serait plus constante d'une variété à l'autre puisque, pour la verse ou la longueur de l'épi, les courbes semblent se croiser beaucoup moins. Pour la longueur de l'épi, caractère quantitatif, (2^{ème} graphique de la figure 21), la version « GC », en vert clair, affiche toujours des valeurs supérieures à la moyenne et est toujours classée en première ou deuxième position. A l'inverse, la version « FM », courbe jaune, est toujours inférieure à la moyenne et fait systématiquement partie des versions avec les épis les plus courts. De même, pour le graphique correspondant aux notes de verse, caractère pseudo-qualitatif observé à la parcelle, les courbes se croisent relativement peu. Les versions « TDS » (en rose) semblent toutes moins versées que l'ensemble des autres versions, en revanche, les versions « GC » (en vert foncé) sont globalement plus versées que la moyenne (Figure 21). Il apparaît également que les versions « VC » (en rouge) se situent toujours au voisinage de la moyenne.

L'effet lieu « global » peut également être mesuré par des analyses de variances. En effet, en analysant les données avec le modèle : « variable réponse = effet répétition + effet variété + effet version », l'effet « version » n'est pas hiérarchisé dans l'effet « variété » et ainsi, des effets communs entre lieux de multiplication peuvent être détectés (Tableau 13).

Tableau 13 : Résultats de l'Anova pour la variable « plants.m2 », la densité de plantes de blé en sortie d'hiver. Modèle non hiérarchisé

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Repetition	2	8538.475475	4269.237737	36.46	<.0001
Variety	9	6414.497541	712.721949	6.09	<.0001
Version	11	5970.490754	542.771887	4.64	<.0001

Ce tableau qui évalue la différence de densité de plantes en sortie d'hiver, l'effet version, toutes variétés confondues, est très hautement significatif puisque la probabilité que l'hypothèse nulle soit vraie (qu'il n'y ait pas de différences entre versions) est inférieure à 0,0001. En observant les moyennes de chaque lieu de multiplication (en prenant en compte l'ensemble des variétés), des différences très hautement significatives apparaissent entre les

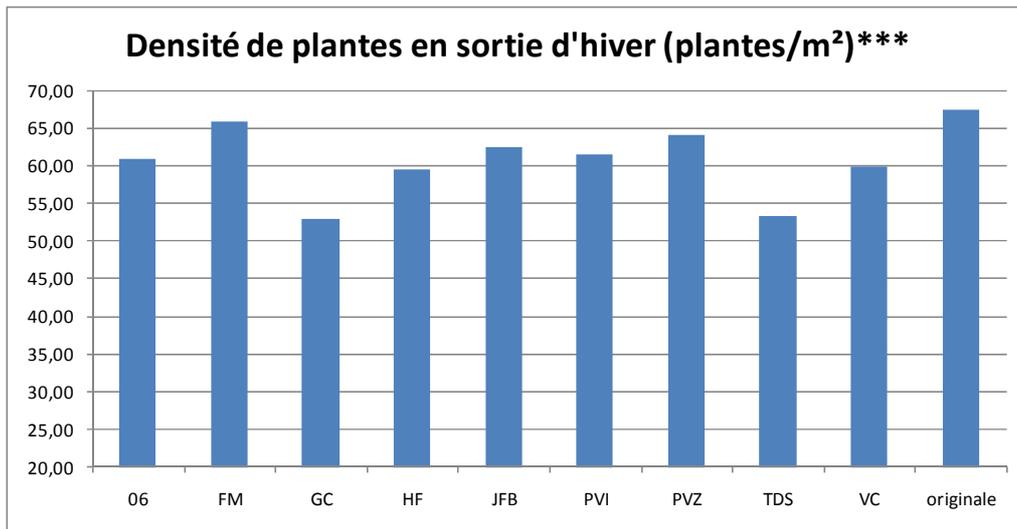


Figure 22 : Graphique de densité de plantes en sortie d'hiver pour l'ensemble des variétés, selon le lieu de multiplication (blé, essais du Rheu 2009)

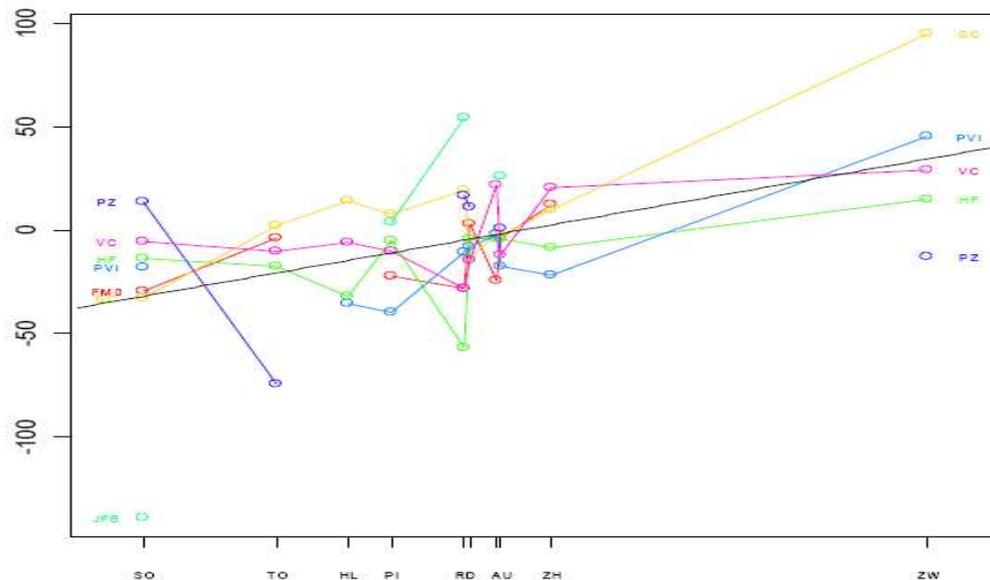


Figure 23 : Interaction variété – version pour la hauteur des plantes, essais à la ferme. Pour chaque couple variété – lieu de multiplication, la valeur de la version témoin est soustraite à celle de la version 3^{ème} génération afin de pouvoir comparer les lieux entre eux.

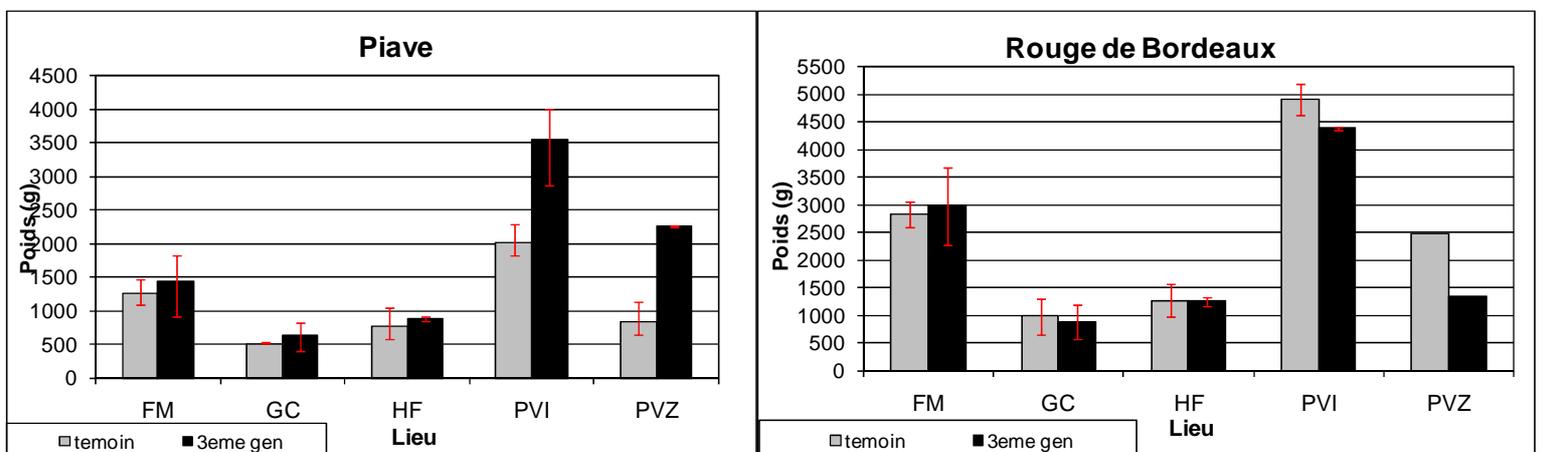


Figure 24 : Rendement sur les essais à la ferme de deux variétés de blé. Les barres d'erreur (en rouge) représentent l'indice de confiance à 95 % selon la formule : indice de confiance = 1,96*écart-type/racine du nombre d'individus.

versions (Figure 22) montrant que le lieu de multiplication impacte l'évolution des variétés. Cependant, cet effet n'est pas vérifié pour l'ensemble des caractères et n'est donc pas généralisable.

b. Essais à la ferme

Pour évaluer comment le lieu de multiplication influence l'évolution des variétés, les essais à la ferme permettent de comparer l'évolution qu'il y a eu entre la 3^{ème} génération de multiplication et la version témoin. En faisant la différence entre 3^{ème} génération et témoin, on s'affranchit de l'effet terrain et l'on peut donc comparer différents lieux entre eux.

Les résultats sont alors comparables à ceux obtenus au Rheu. Les variétés ont évolué avec une amplitude et un « sens » d'évolution qui diffère pour chacun des lieux et des variétés. Il en résulte des graphiques assez chaotiques où l'effet « action du paysan » sur l'ensemble des variétés ne semble pas prépondérant (Figure 23).

En revanche, il est également intéressant de voir comment les variétés ont réagi au changement d'environnement. Le rendement obtenu par les agriculteurs paraît être un bon indicateur pour juger de cette évolution.

En observant les poids de récolte des agriculteurs, il semble que les lieux de multiplication n'ont pas les mêmes effets sur toutes les variétés. Si, dans le cas de Piave, toutes les versions 3G ont un meilleur rendement que les versions témoin, pour une variété comme Rouge de Bordeaux, les effets sont beaucoup plus contrastés d'un lieu à un autre (Figure 24). Chez certains agriculteurs, notamment Piet Van Ijzendoorn (PVI) et Piet Van Zanten (PVZ), chez qui le rendement avait augmenté entre la 3G (3^{ème} génération) et le témoin pour Piave ont assisté à une diminution pour Rouge de Bordeaux.

Ces augmentations de rendement se traduisent notamment par des modifications des caractéristiques des épis tels le nombre d'épillets par épi, la longueur de l'épi ou le poids du grain par épi par exemple pour la variété Solina (Tableau 14).

Tableau 14 : Poids du grain par épi – variété de blé Solina.

	FM	GC	HF	JFB	PVI	VC
3eme gen	1,33	0,76	0,86	1,16	1,53	1,07
témoin	1,12	0,80	0,82	1,55	1,15	0,88

Ces résultats laissent penser que certaines variétés ayant une capacité d'évolution importante pourront plus s'adapter aux caractéristiques que recherche l'agriculteur ou auront une tendance à s'adapter plus rapidement à certaines régions. Il y a donc une interaction qui existe entre la variété et le lieu de multiplication.

En prenant en compte l'ensemble des versions 3G et l'ensemble des versions témoin, il n'y a pas d'effet agriculteur net pour l'ensemble des variétés puisque la troisième génération n'a pas réellement un meilleur rendement que la version témoin ou bien que cette augmentation est très faible (Figure 25). Pour chacun des lieux, certaines variétés ont un rendement qui augmente alors que d'autres ont un rendement qui diminue.

Le lieu de multiplication a donc une forte influence sur l'évolution des variétés. Cependant, cette évolution pourrait résulter uniquement d'une restriction de la variabilité génétique qui serait problématique dans un but de conservation de la diversité génétique.

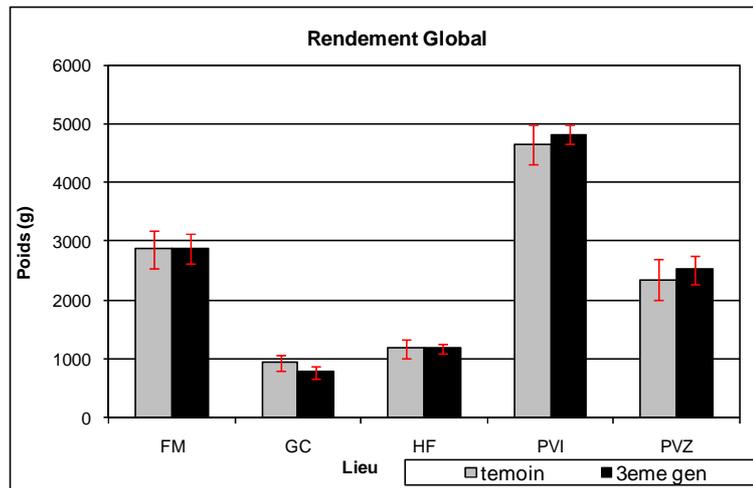


Figure 25 : Rendement de l'ensemble des variétés de blé sur les essais à la ferme. Les barres d'erreur (en rouge) représentent l'indice de confiance à 95 % selon la formule : indice de confiance = $1,96 \times \text{écart-type} / \text{racine du nombre d'individus}$.

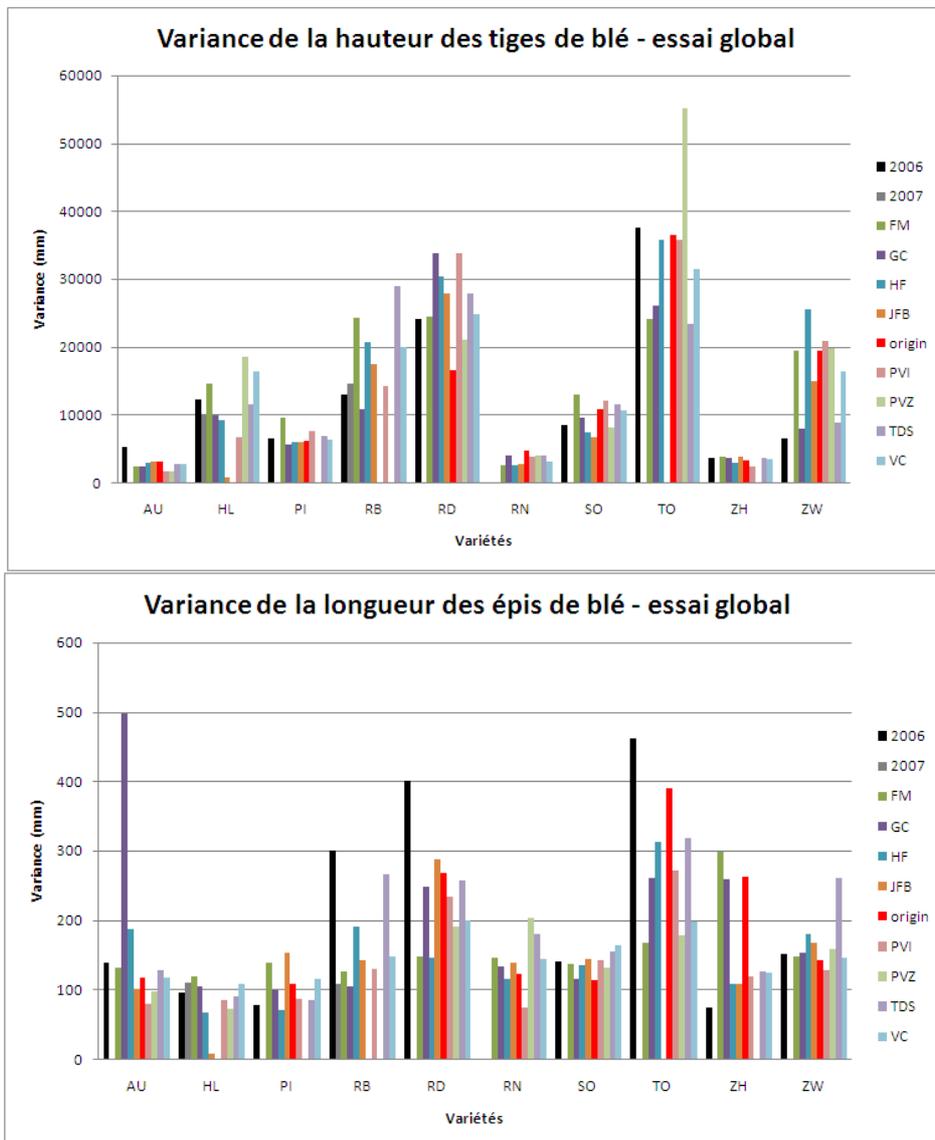


Figure 26 : a. Variance de la hauteur des tiges ; b. Variance de la longueur des épis. Mesures effectuées sur l'ensemble des variétés de blé sur l'essai global du Rheu.

4. Evolution de la variabilité

Il est en effet intéressant de savoir si l'évolution observée résulte uniquement d'une forte pression de sélection, sorte de « goulot d'étranglement », que l'environnement a appliqué sur les plantes. En étudiant la variance des caractères mesurés sur l'essai global du blé, il est possible d'évaluer si la variabilité a augmenté, est restée stable ou a diminué au cours des deux années de multiplication.

Bien qu'il faille prendre les résultats obtenus avec précaution du fait que les mesures effectuées, sur 20 plantes uniquement, étaient dimensionnées pour calculer des moyennes et ne permettent pas d'évaluer précisément des variances, ils montrent des aspects intéressants.

En effet, les figures 26.a et 26.b montrent que, globalement, la variance des versions multipliées par les agriculteurs durant deux ans a peu évolué par rapport à celle de la version originale (2006 ou, à défaut, 2007) ou la version « origin » provenant de la récolte 2008 en plein champ des agriculteurs ayant fourni la variété lors de la première année d'expérimentation.

Il semble que l'évolution de la variance soit supérieure pour la longueur de l'épi (Figure 26.b) où l'on peut noter des diminutions pour trois variétés : Rouge de Bordeaux (RB), Redon (RD) et Touselles (TO). Sur cette figure, contrairement à la figure 26.a, on peut également noter que, mis à part pour Touselles, la variance des variétés paysannes n'est pas supérieure à celle des variétés modernes.

Afin de compléter l'information sur l'influence du lieu, il est intéressant d'étudier si cet effet d'un lieu est amplifié lorsqu'une sélection consciente est faite sur les variétés.

5. Influence de la sélection

a. Sélection consciente

Le maïs est l'espèce pour laquelle les critères de sélection ont été les mieux décrits par les agriculteurs. C'est donc cette espèce qui a été ici prise comme exemple afin d'évaluer l'impact de la sélection humaine sur les variétés (Annexe III – critères de sélection du maïs).

Les agriculteurs français et italiens ont tous pratiqué de la sélection sur les plantes et/ou sur les épis de maïs au cours des deux années de multiplication. Toutefois, d'après les informations obtenues auprès d'eux, les agriculteurs italiens ont quasi-exclusivement sélectionné sur l'aspect vitreux du grain car c'est un critère important pour le maïs destiné à la polenta ou à faire de l'aliment pour la volaille, les deux utilisations principales du maïs pour ces agriculteurs. Seules les courbes des analyses NIRS, qui n'ont pas encore été terminées, permettront de déterminer, par corrélation avec d'autres caractères, la vitrosité du grain. Ainsi, les effets directs de la sélection italienne ne peuvent pas encore être correctement étudiés. Toutefois, il est possible que la sélection sur la vitrosité du grain implique des évolutions sur d'autres caractères.

Pour chaque variété, sur l'essai du Rheu, les critères de sélection des agriculteurs ont été étudiés et mis en relation avec les résultats observés.

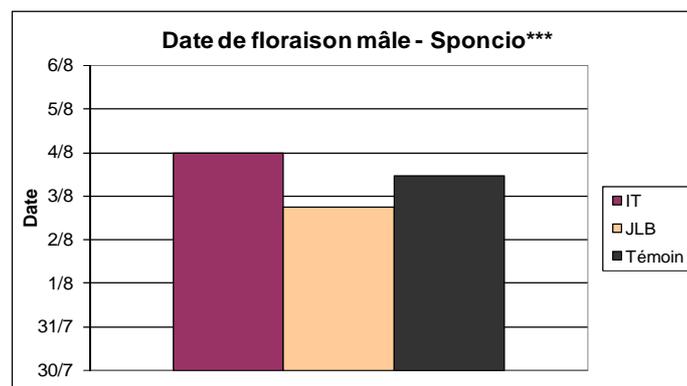
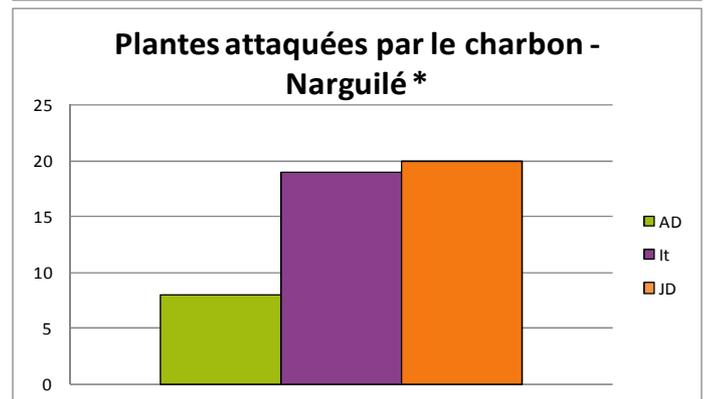
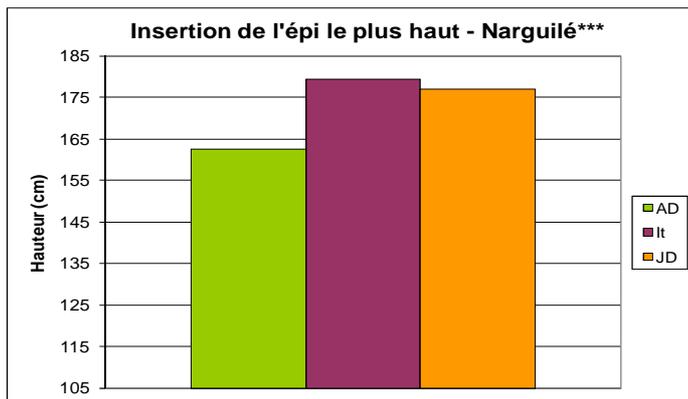
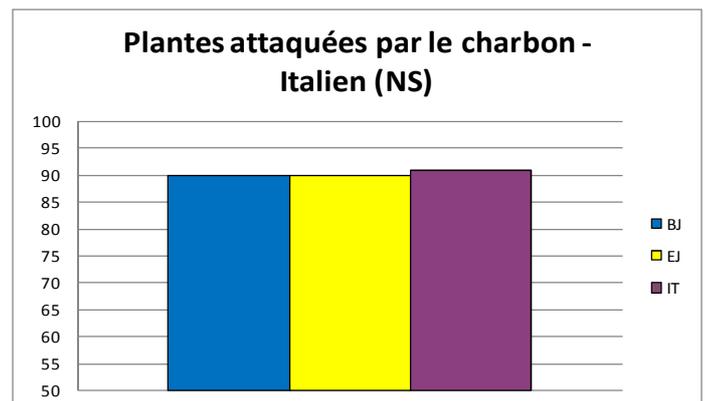
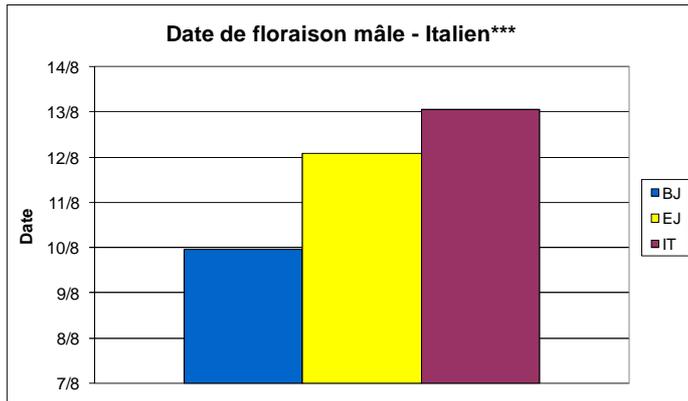
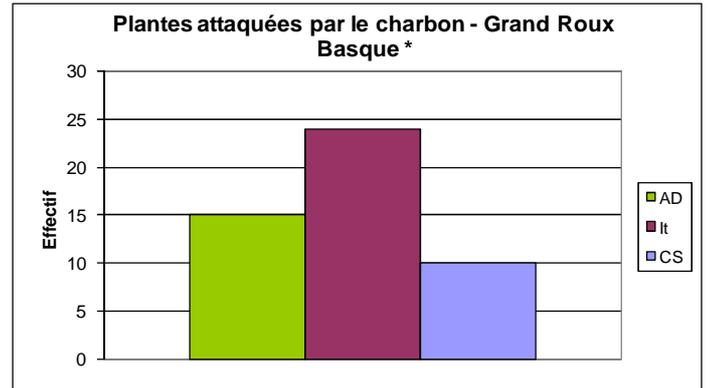
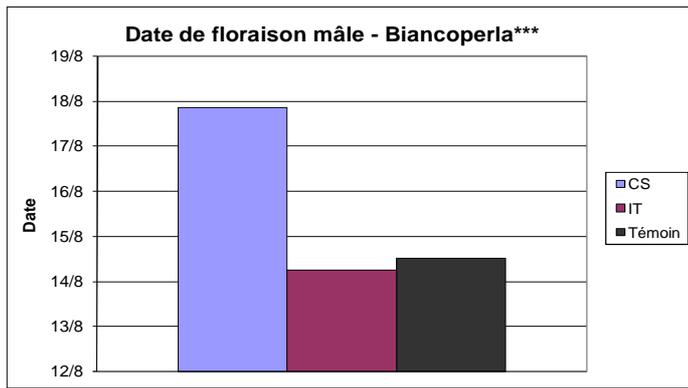


Figure 27 : Influence de la sélection des agriculteurs sur les principaux critères de sélection des cinq variétés de maïs du projet FSO. 27.a : Date de floraison mâle Biancoperla ; 27.b : Plantes attaquées par le charbon – Grand Roux Basque ; 27.c : Date de floraison mâle – Italien ; 27.d : Plantes attaquées par le charbon – Italien ; 27.e : Insertion de l'épi le plus haut – Narguilé ; 27.f : Plantes attaquées par le charbon – Narguilé ; 27.g : Date de floraison mâle – Sponcio. Les étoiles sont le degré de significativité des différences : ***=très hautement significatif ($\alpha < 0,1\%$) ; *=significatif ($\alpha < 5\%$) ; NS= Non significatif.

Biancoperla (figure 27.a)

Un agriculteur dans le Poitou (CS), a, pour cette variété, sélectionné les épis par rapport à la précocité de mûrissement, en sélectionnant les premiers épis mûrs. Paradoxalement, les résultats au Rheu pour les dates de floraisons mâle et femelle, montrent que la version de « CS » est plus tardive. Toutefois, la date de floraison, bien qu'étant un critère indiquant la précocité, n'est pas une mesure directe de la précocité de maturité des épis. De plus, le fait que le déplacement des variétés depuis leur lieu de multiplication jusqu'au site d'expérimentation du Rheu ait pu avoir une influence n'est pas à exclure.

Grand Roux Basque (figure 27.b)

Pour CS et AD (agriculteur dans le Pays Basque), le critère principal de sélection sur le Grand Roux Basque était l'état sanitaire des plantes, essentiellement l'absence d'un champignon, le charbon du maïs, *Ustilago maydis*. La figure 29.2 montre que la version de Vénétie (IT), principalement sélectionnée sur le grain, a été beaucoup plus attaquée que les versions CS et AD pour lesquels, durant les deux années de multiplication, une attention particulière a été portée sur l'élimination des plantes attaquées par le charbon.

Italien (figures 27.c et 27.d)

Pour la variété Italien, les critères principaux de sélection des agriculteurs (BJ dans le Poitou et EJ dans le Sud-Ouest) étaient la précocité et l'absence de charbon. Dans les deux cas, ce sont les premiers épis mûrs sur des plantes non attaquées qui ont été choisis. Si la sélection semble avoir été efficace pour la précocité puisque les versions EJ et BJ sont plus précoces que la version IT, elle semble l'avoir été beaucoup moins pour le charbon puisque toutes les versions ont un même nombre de plantes attaquées.

Narguilé (figures 27.e et 27.f)

La sélection sur la variété Narguilé s'est portée principalement sur deux caractères : l'absence de charbon sur la plante et une insertion basse de l'épi. Les résultats des deux agriculteurs, AD et JD, situé dans le Poitou, sont assez contrastés. Si la version AD a effectivement des plantes avec un épi plus bas et moins de charbon par rapport à la version d'Italie, non sélectionnée sur ces critères, la version JD révèle très peu de différences par rapport à la version d'Italie.

Sponcio (figure 27.g)

La sélection pratiquée par JLB, agriculteur en Dordogne, a été essentiellement effectuée sur des caractères liés à l'épi et aux grains et donc non mesurés dans le cadre du stage. Toutefois, la précocité du mûrissement de l'épi était un facteur secondaire de sa sélection. La date de floraison mâle comme la date de floraison femelle montrent que la version JLB est celle dont la floraison est la plus précoce.

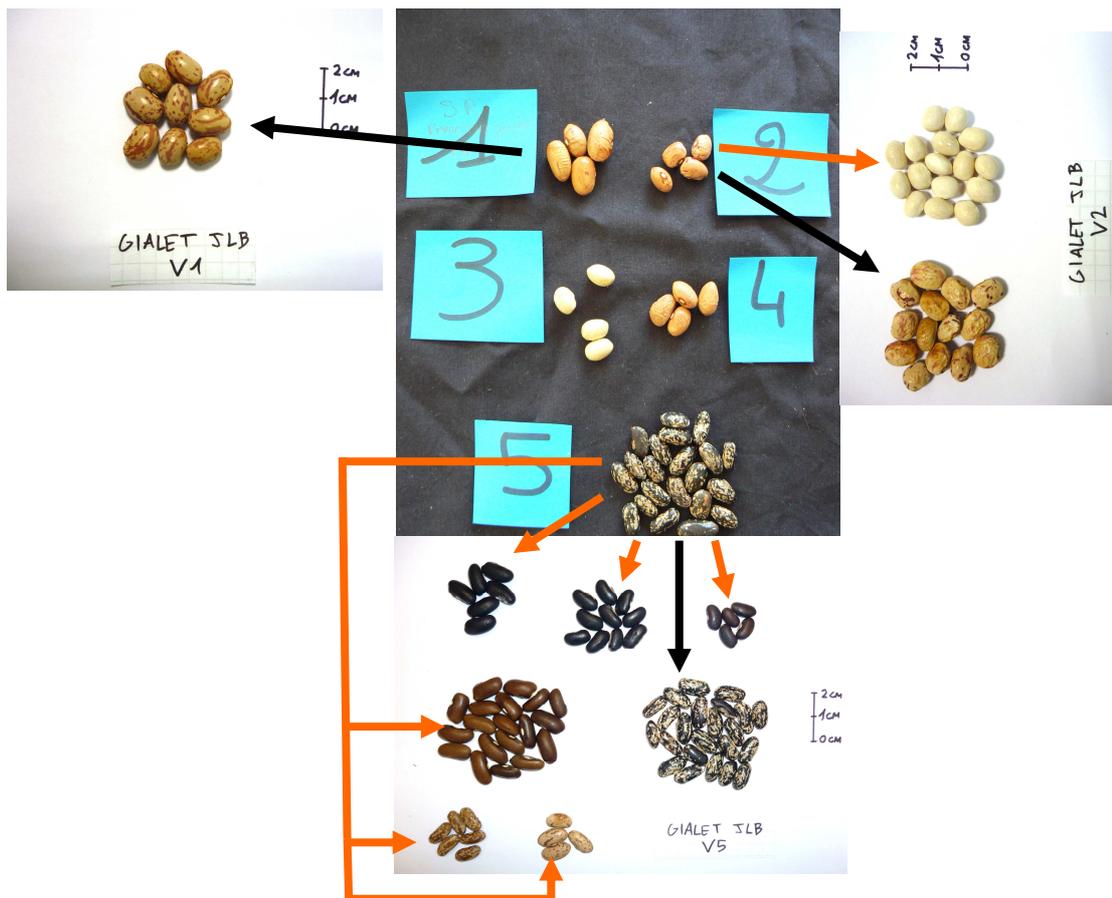
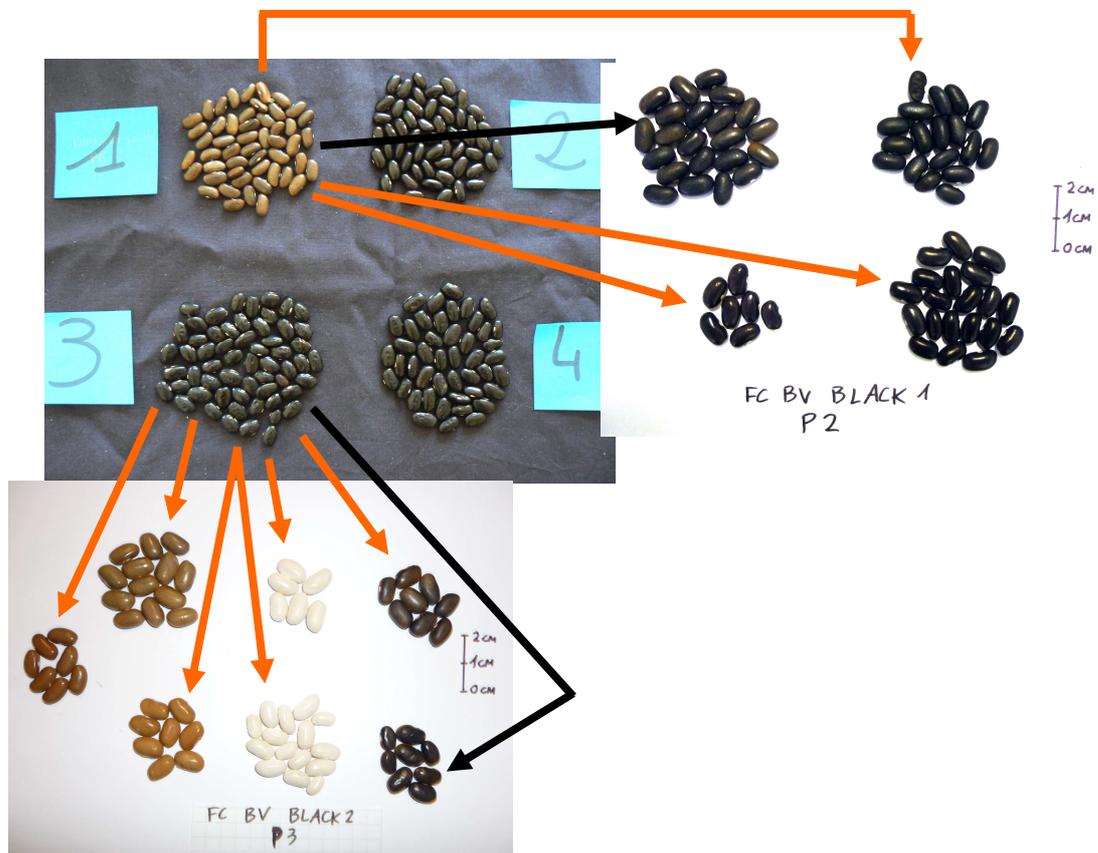


Figure 28 : Descendance de deux variants semés au Rheu en 2009 : Flageolet Chevrier « Black1 » apparus chez BV (en haut) et Gialet de chez JLB. Les photos sur fond noir sont celles prises avant le semis en 2009, celles sur fond blanc sont les graines issues de la récolte 2009. Les flèches oranges montrent les nouveaux types apparus, la flèche noire montre le type identique au hors type précédent.

b. Apparition de variants, exemple des haricots

L'expérimentation du Rheu pour les haricots avait également le but d'étudier la descendance de certaines plantes « hors-type » apparues chez des agriculteurs durant les deux années de multiplication.

Tout d'abord, il est important de noter que toutes les variétés n'ont pas la même propension à faire des variants. Les variétés Suisse Rouge et Gialet sont celles pour lesquelles le plus de variants sont apparus. Pour étudier la descendance des variants, les graines ont été triées en fonction de leur couleur et de leur forme.

La figure 28 montre la descendance d'un variant pour les variétés Flageolet Chevrier et Gialet. Ces deux exemples montrent en partie la diversité de situations qui peuvent être rencontrées en examinant la descendance de variants. Certains peuvent se reproduire à l'identique comme le Gialet JLB 1, alors que d'autres peuvent avoir une descendance avec des types de grains très diversifiés, entre 2 et 7 types de graines. Il existe aussi certains variants dont aucun descendant ne produit de graines identiques aux graines semées.

Cette diversité de descendance ne facilite pas la compréhension du phénomène d'apparition de variants (croisements, expression d'allèles récessifs, épigénétisme,...) et de leur stabilité. Une étude plus approfondie serait nécessaire afin de formuler des hypothèses sur l'origine des variants.

Toutefois, bien que restant peu expliqué, ce phénomène est très intéressant pour certains agriculteurs. En effet, l'apparition de nouveaux types de graines, notamment pour ces variétés de haricots vendues en sec, représente une opportunité pour les agriculteurs qui peuvent décider de les multiplier puis de les cultiver et ainsi créer leur propre variété. La variété pourra donc être adaptée au marché de l'agriculteur et à ses conditions de culture en privilégiant, par exemple, les plantes produisant des graines colorées qui sont réputées plus résistantes aux maladies que les variétés à graines blanches (FOUILLoux et BANNEROT, 1992).

6. Conclusions sur les résultats

L'ensemble des résultats montre qu'après seulement deux années de multiplication et parfois sélection, l'ensemble des variétés des espèces étudiées ont évolué sans que cette évolution ne se fasse, *a priori*, au détriment de la variabilité. Pour chacune des espèces, toutes les variétés ont des versions significativement différentes les unes des autres pour au moins un caractère.

Toutefois, cette évolution est difficile à caractériser. La structure de la variété explique sans nul doute une partie de cette évolution ; cependant, pour les variétés modernes, respectant les critères DHS, certains caractères comme le poids du grain par épi du blé (Annexes IV et V) ont également subi une évolution, bien que celle-ci reste moins forte que celle des variétés paysannes. Il apparaît également que le lieu de multiplication joue un rôle sur cette évolution mais c'est sans doute l'interaction entre le lieu de multiplication et la variété autrement appelée interaction génotype-environnement (GxE) qui influence l'évolution des variétés comme le montre par exemple le rendement en blé chez les agriculteurs.

Les caractères n'ont pas tous la même sensibilité à l'évolution. En effet, l'expression de certains caractères peut changer plus rapidement que d'autres tout comme certaines variétés ont tendance à évoluer plus pour un caractère que pour un autre. Les caractères liés à la précocité des plantes semblent par exemple évoluer davantage : les dates de floraison pour le maïs et le haricot et les dates d'épiaison pour le blé ont des différences significatives entre versions beaucoup plus fréquemment que pour certains caractères morphologiques. Cette hétérogénéité de l'évolution selon les caractères avait déjà été montrée par *Goldringer et al.* (2001).

Il existe donc peut-être une interaction entre le lieu de multiplication et le caractère étudié selon la pression de sélection, naturelle ou humaine, que le milieu impose à la culture. Les agriculteurs cherchant à éliminer les plantes atteintes par le charbon afin d'améliorer la résistance de la variété par rapport à ce champignon y sont le plus souvent parvenu. Toutefois, ces résultats dépendent des variétés, plus ou moins sensibles à la pression de sélection exercée par le milieu.

Il y a une interaction GxE importante et l'évolution des versions est différente d'un caractère à un autre. Il est donc impossible de généraliser les changements d'un caractère pour toutes les variétés ou les lieux.

L'importance de l'évolution observée pour les différentes variétés impose donc son intégration dans la législation sur les variétés de conservation. De plus, la complexité de cette évolution, faisant apparaître de nombreuses interactions entre le génotype, l'environnement et le caractère étudiés est donc très importante et nécessaire à considérer dans les propositions de *scenarii* réglementaires qui peuvent être faites.

IV. Discussion des résultats en lien avec la directive « Variétés de conservation »

La récente directive européenne 2008/62/CE sur les « variétés de conservation » du 20 juin 2008, a pour but le maintien de l'agrobiodiversité ou « biodiversité agricole ». Elle représente une avancée certaine dans le domaine des semences paysannes puisqu'elle reconnaît une partie d'entre elles : les « *landraces* » c'est-à-dire les variétés locales et les variétés anciennement inscrites au Catalogue. Toutefois, elle ne prend pas en compte les nouvelles variétés issues de sélections paysannes ni les variétés populations.

La directive n'a été retranscrite dans le droit français que très partiellement. Elle annonce l'ouverture d'une annexe au Catalogue officiel des espèces et variétés destinées aux variétés de conservation, avec des conditions d'inscription restrictives en matière de région d'origine et de quantité commercialisée.

Ainsi, les résultats de la partie expérimentale du projet FSO vont accompagner les propositions visant à élargir le cadre réglementaire notamment pour la retranscription dans chacun des Etats-membres qui sont autorisés à « *adopter des dispositions nationales en ce qui concerne les critères distinctifs, la stabilité et l'homogénéité* ».

Cependant, la directive « variété de conservation » comporte un certain nombre de points essentiels :

- suivre les protocoles de l'UPOV (Union pour la Protection des Obtentions Végétales) pour les critères de distinction et de stabilité ; pour l'homogénéité, une proportion de 10 % de hors-type est tolérée ;

- chaque variété doit être en lien avec une région d'origine en dehors de laquelle elle ne peut être cultivée à moins qu'une dérogation existe afin que les excédents soient cultivés dans des « *régions supplémentaires* », identiques d'un point de vue de l'habitat naturel ;

- limiter la production de semences de chaque variété, et de semences de variétés de conservation pour chaque espèce, par un système de quotas ; en effet, pour éviter la concurrence avec les variétés modernes, la commercialisation est limitée afin que les variétés de conservation ne couvrent pas plus de 100 ha ou qu'elles ne représentent que 0,5 % du volume total de commercialisation des semences de l'espèce;

- la sélection sur les variétés de conservation doit être uniquement « conservative », afin de ne pas s'écarter du phénotype décrit lors de l'inscription, condition *sine qua non* à sa commercialisation.

Tout d'abord, les trois critères principaux requis par l'UPOV vont donc être analysés en fonction des résultats obtenus afin de voir quelle est la pertinence de ces critères pour les variétés paysannes.

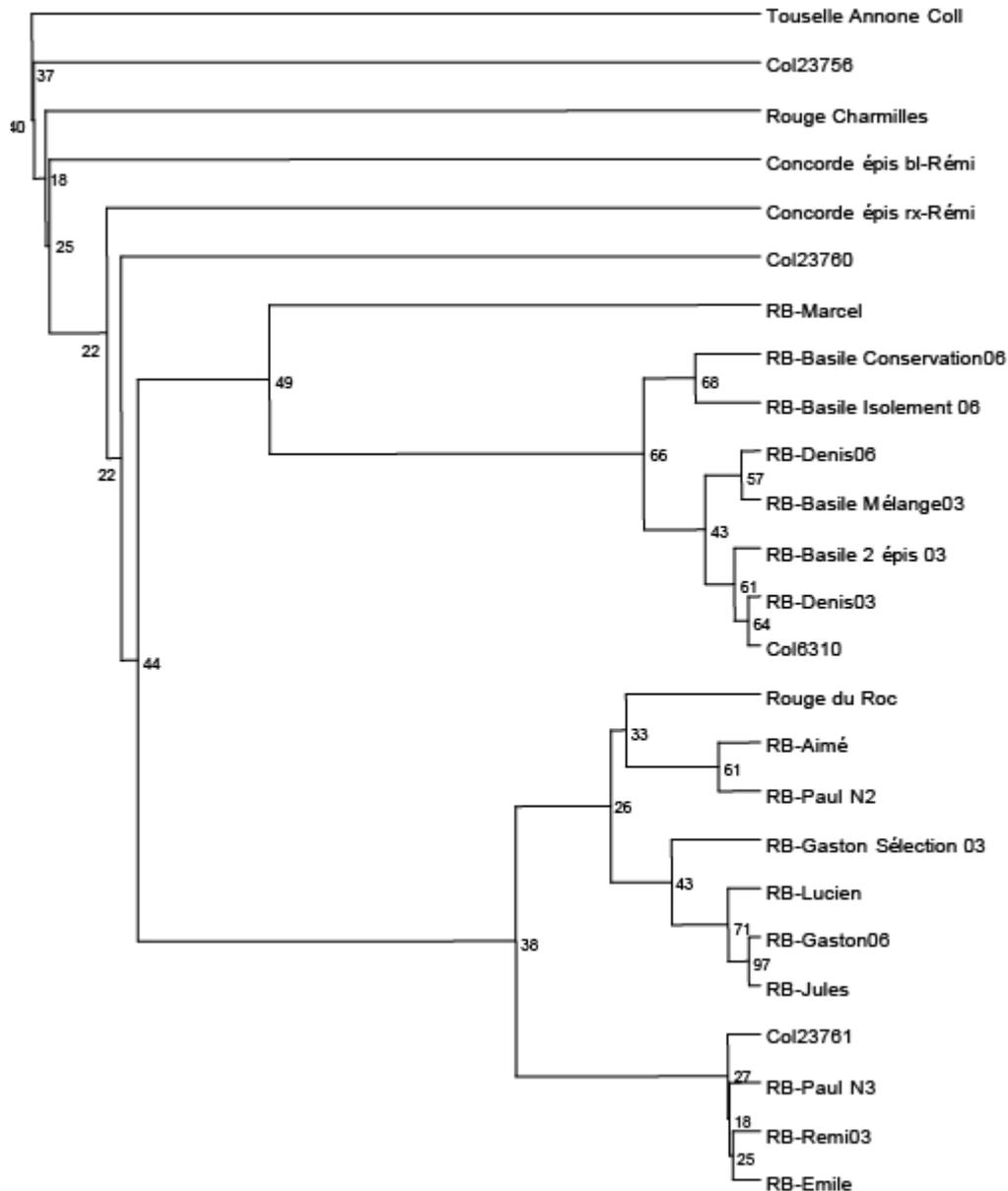


Figure 29 : Arbre reconstruit par la méthode UPGMA illustrant les différences entre des populations de la variété de blé Rouge de Bordeaux cultivées dans des lieux différents et des populations d'autres variétés. L'ensemble des populations notées « RB » ainsi que Col6310, Col23671 et Rouge du Roc sont des populations appartenant à la variété Rouge de Bordeaux (DEMEULENAERE *et al.*, 2008).

1. Les critères DHS

a. Distinction

La distinction d'une variété est le critère indispensable à la notion même de variété puisque, sans distinction entre les variétés, il est impossible de les identifier.

Distinction des variétés entre elles

Lors de ces 3 années d'essais, différentes variétés paysannes ont été étudiées. Au sein de chaque espèce, la distinction entre variétés à partir d'observations phénotypiques (au champ ou à la récolte, sur les épis et les graines) a toujours été possible. Lors de l'expérimentation à la ferme ou bien sur l'essai global du Rheu, les analyses de variance faites sur chaque critère observé pour chaque variété nous montrent un effet toujours fortement significatif de la variété, par exemple pour la densité de plante en sortie d'hiver pour le blé (Tableau 13 – ligne 2).

Pour le blé, l'utilisation de 4 ou 5 critères (hauteur des plantes, dégagement de l'épi par rapport à la dernière feuille, barbes, densité et poids de l'épi par exemple), permet une distinction claire entre toutes les variétés. Ceci est vrai même si d'importantes interactions génotype x environnement modifient les phénotypes d'une ferme à l'autre et même si les variétés apparaissent hétérogènes, voire très hétérogènes. Les mélanges, malgré leur hétérogénéité visuelle forte, gardent chacun leur identité propre. Leur description est complétée en précisant des proportions des différents types d'épis ou de plantes reconnues dans le mélange.

Les variétés paysannes semblent plus diversifiées pour les critères morphologiques que la plupart des variétés inscrites. Par exemple, pour le maïs, la plupart des variétés inscrites au Catalogue ont un grain jaune et denté alors que les 5 variétés du projet FSO avaient toutes une couleur de grain différente et au moins 3 formes de grain étaient représentées. Pour le blé, la gamme de hauteur explorée, entre 50 et 150 cm, ainsi que les différences d'architecture (distance dernier nœud-base de l'épi, proportion de tige couverte par les feuilles,...) sont nettement plus importantes pour les variétés paysannes. L'ampleur de cette diversité permet de distinguer d'autant plus facilement les variétés paysannes entre elles et avec les variétés du catalogue.

Distinction entre versions d'une même variété d'origine : nouvelles variétés ?

Sur l'essai global du Rheu, l'analyse multivariée sur toutes les versions de toutes les variétés de blé (Figure 18) indique que les versions d'une même variété de blé ont divergé mais qu'elles se regroupent dans l'espace des premiers axes et confirme donc la distinction possible des variétés paysannes.

L'étude réalisée par Demeulenaere *et al.* (2008) montre que d'autres outils comme le génotypage microsatellite permettent de distinguer entre elles différentes variétés et différentes populations au sein de ces variétés. La figure 29 montre les résultats du génotypage de 13 *loci* de gènes. Cet arbre regroupe les plus proches parents (avec le plus de points communs) entre eux. La longueur des branches permet d'évaluer la distance génétique entre les populations et le chiffre inscrit à chaque intersection indique le nombre de différences qu'il y a entre les deux branches (VILAIN, 1999).

La figure permet de voir que l'ensemble des populations de Rouge de Bordeaux sont regroupées. Toutefois, deux groupes se distinguent nettement avec d'un côté le groupe « Marcel-Basile-Denis » et de l'autre le groupe « Gaston-Lucien-Paul-Emile ». Si la population Rouge Charmilles (située en haut de l'arbre), également issue d'une population de Rouge de Bordeaux, peut être considérée comme une variété à part entière, qu'en est-il pour les deux groupes de Rouge de Bordeaux ? Cette question soulève d'autres interrogations : où se situe la limite au-delà de laquelle deux populations d'une même variété deviennent deux variétés différentes ? Faut-il fixer cette limite uniquement d'un point de vue génotypique ou faut-il inclure les critères phénotypiques tels qu'ils ont été utilisés dans le projet FSO ?

b. Homogénéité

Dans les protocoles de l'UPOV, l'homogénéité est mesurée par un nombre plus ou moins important de plantes dites « hors-type », c'est-à-dire des plantes qui se distinguent clairement des autres par leurs différences au sein de la parcelle. Cette distinction, uniquement visuelle, se fait sur des critères facilement identifiables au champ : couleur, barbes, hauteur,...

Dans le cas de populations et de variétés paysannes, il est difficile de juger cet aspect de la même manière du fait de la variabilité inhérente à ces variétés. Des mesures sur plantes individuelles ont été effectuées sur toutes les variétés et dans les différents essais. Elles nous permettent de comparer les niveaux d'homogénéité des différentes variétés en analysant la variance intra-variétale. Il s'avère que sur certains critères comme la hauteur de la plante ou la distance entre le dernier nœud et la base de l'épi (LLSD) pour le blé, les variétés du catalogue sont effectivement plus homogènes que les variétés paysannes. Cependant, pour la majorité des autres critères, les niveaux de variabilité de toutes les variétés, mesurés en conditions biologiques ou à faible niveau d'intrants, sont comparables, avec parfois même un avantage pour les populations (Annexe IV). Ceci indique que la recherche de l'homogénéité prodiguée par l'UPOV et le catalogue n'est ni pertinente ni opérationnelle lorsque les variétés sont observées et décrites dans les fermes et les champs en conditions paysannes, biologiques ou à faibles niveaux d'intrants.

Toutefois, si un « vrai » hors-type apparaît dans la parcelle, par exemple issu d'une autre variété, il est identifié comme tel et supprimé par les agriculteurs. Cette identification nécessite donc une bonne connaissance et expérience des variétés hétérogènes.

D'autre part, les plantes « hors-type » qui apparaissent parfois au sein d'une variété (par exemple pour les haricots), ne sont pas toujours identifiées comme gênantes par les agriculteurs et peuvent, au contraire, devenir des plantes d'intérêt pour certains qui cherchent alors à les cultiver de manière particulière dans une recherche de nouvelles variétés.

Les différentes variétés « mélanges » étudiées sont aussi plus ou moins hétérogènes ; pour les critères de production de grain des épis, elles n'ont été ni plus ni moins hétérogènes que les autres variétés, y compris les variétés commerciales (Annexe IV). En général, les variétés paysannes ont une hétérogénéité visuelle forte mais une relative homogénéité de rendement, à la différence des variétés commerciales qui peuvent être plus homogènes au niveau visuel mais beaucoup plus variable au niveau du rendement (ZHU *et al.*, 2000)

c. Stabilité

Les essais menés au cours du projet permettent d'étudier la stabilité des variétés sur 2 plans : temporel et spatial.

Stabilité dans l'espace

Une même variété initiale, cultivée dans des environnements contrastés, des Pays-Bas à l'Italie peut (i) s'exprimer de manière différente dans chacun des environnements sur certains critères dès la première année (interactions génotype x environnement) et (ii) évoluer de manière différente dans chacun de ces environnements et sous l'influence des pratiques de gestion des agriculteurs au bout de seulement 2 ans de culture.

Les mesures effectuées lors de la première année du projet montrent que les variétés paysannes de blé se sont avérées ni plus, ni moins « stables » sur l'ensemble des 6 fermes hollandaises, françaises, italiennes que les variétés modernes (SERPOLAY *et al.*, en révision).

Stabilité dans le temps

L'essai du Rheu a permis de comparer dans une même expérimentation des lots de semences issus des multiplications des agriculteurs à leur lot d'origine. L'expression de certains caractères a changé au bout de 2 cycles de multiplication. Cette évolution est plutôt plus importante pour certaines variétés paysannes mais est loin d'être absente pour les variétés du catalogue.

L'évolution dépend certes de la variété mais également du caractère et du site où la variété a été cultivée pendant les 2 années (voir III.2.b. et III.3.). Semer, cultiver et éventuellement sélectionner des variétés pendant 2 années dans des conditions très contrastées semble pouvoir induire des variations sur certains traits phénotypiques, y compris pour les variétés du catalogue. L'évolution des variétés sur deux ans remet néanmoins peu en cause l'identification des variétés.

Ces observations, faites sur l'expérimentation du Rheu, sont aussi valables pour les expérimentations réalisées dans les différentes fermes où, après 3 années de culture, des différences phénotypiques significatives sont mises en évidence entre la variété cultivée par l'agriculteur sur place et celle donnée par l'agriculteur d'où la variété est originaire.

Les agriculteurs ayant participé au projet ont souvent expliqué qu'il faut entre 4 et 5 années pour qu'une nouvelle variété de pays s'adapte à leur ferme et, qu'après ces années d'« acclimatation », la performance de la population au champ se stabilise. La diversité entre les plantes se maintient mais le comportement de la population est plus stable pour les caractères agronomiques tels la maturité ou le rendement. Dans le cadre de ce projet, avec seulement 3 années d'étude, nous n'avons pas pu évaluer cette facette de la stabilité phénotypique dans les essais à la ferme, mais cette « stabilité » due à la diversité reste une raison majeure de cultiver les variétés de pays et indique la nécessité de faire des essais plus longs.

Les diversités génétique et phénotypique des individus peut tamponner la performance de la population entière face aux changements et à l'hétérogénéité de l'environnement. De nombreuses études montrent que c'est la variabilité qui existe au sein d'une population qui lui permet de s'adapter à des environnements différents notamment dans des conditions de culture avec un « stress » supérieur : sécheresse, faibles intrants ou

fortes pressions de maladies (TRETOWAN et MUJEEB-KHAZI, 2008 ; DESCLAUX *et al.*, 2008 ; DE LAVALAVIEILLE-POPE, 2004).

Cette notion de stabilité du « produit », en l'occurrence les graines, est diamétralement opposée à la vision de l'UPOV qui perçoit la stabilité comme la stabilité du « moyen de production », à savoir les plantes.

2. Adaptation des variétés, sélection des agriculteurs

L'ACP (figure 18), les figures 19 à 28 mais également les annexes IV et V montrent que, même si ça ne se vérifie pas pour l'ensemble des caractères, les variétés modernes, plus stables génétiquement, évoluent en général moins que les variétés paysannes.

Ainsi, il apparaît que la variabilité génétique d'une variété stimule son évolution. Cette variabilité facilite donc l'adaptation des variétés à leur milieu. D'autant plus qu'à première vue, cette évolution semble pas se faire au détriment de la variabilité génétique qui reste stable et élevée pour la plupart des variétés paysannes et pour la plupart des caractères après deux années de multiplication dans des lieux différents (figures 26.a et 26.b).

Même si cette rapide étude de la variabilité génétique ne permet d'écarter le risque de dérive génétique lié à un effectif de multiplication trop faible, elle montre que la variabilité n'a pas dramatiquement chuté.

L'étude des effets de la sélection sur le maïs (figure 27) illustre bien le fait que l'effet du lieu est bien plus important lorsqu'une sélection consciente est réalisée par les agriculteurs qui arrivent la plupart du temps à faire évoluer la variété dans le sens qu'ils souhaitent. L'apparition de variants permet également aux agriculteurs de faire évoluer rapidement leurs variétés (figure 28).

Cette sélection permet une adaptation plus rapide de la variété à son environnement. Ces résultats s'expliquent également par le fait que les agriculteurs sont capables de mener une sélection efficace sur leurs populations. Or, seule une sélection conservative est actuellement permise par la directive 2008/62/CE.

Au niveau de la conservation de la biodiversité, la sélection paysanne est complémentaire de la conservation réalisée *ex situ* où la sélection réalisée est uniquement conservative (DEMEULENAERE *et al.*, 2008).

3. Zone géographique limitée et érosion génétique

a. La notion de zone géographique limitée

Les résultats obtenus avec l'expérimentation inciteraient à une valorisation élargie des variétés locales. Or, une limitation d'une zone géographique de culture limitée aux « régions dans lesquelles la variété est cultivée traditionnellement et auxquelles elle est naturellement adaptée » est stipulée dans la directive 2008/62/CE.

Même si dans quelques situations, une réelle adaptation locale des variétés a pu être mise en évidence lors de l'expérimentation en première année (SERPOLAY *et al.*, en révision), certaines variétés ont pu donner des résultats aussi bons voire meilleurs sur certains paramètres de production ou de comportement hors de leurs zones « d'origine » ou « d'adaptation naturelle » (Solina, mélange de Redon ou Piave) (figure 25). Ces résultats vont dans le même sens que d'autres études comme celle réalisée par Louette *et al.* (1997) réfutant également la théorie selon laquelle la préservation de la diversité génétique va de

pair avec son isolement et établissant l'idée que l'introduction de génomes exogènes à la population originale est nécessaire à la préservation de la diversité génétique.

Ainsi, le lien entre une variété et une zone géographique spécifique risque de fortement limiter le choix et l'accès des agriculteurs à des ressources potentiellement intéressantes.

De plus, le sauvetage de ces ressources serait fortement menacé puisque dans certains cas, aucun agriculteur de la zone géographique ne sera intéressé pour cultiver une variété locale menacée d'érosion. La réduction à une zone géographique pourrait donc favoriser l'érosion génétique pour cette raison et parce que les conditions d'évolution de la variété seraient alors limitées, ce qui réduirait en retour son potentiel d'adaptation future, notamment en réponse au changement climatique.

b. Le phénomène d'érosion génétique

La notion de « zone géographique limitée », comme proposée dans la directive 2008/62/CE, risque d'accentuer l'érosion génétique que la réglementation essaie de combattre.

En effet, outre la réduction probable du nombre d'agriculteurs multiplicateurs de cette variété, la pression de sélection (conditions pédoclimatiques et pratiques de l'agriculteur) similaire d'un lieu à un autre à l'intérieur de la zone géographique risque de faire évoluer la variété dans un unique sens en créant un goulot d'étranglement. Or, si une variété est cultivée dans des lieux éloignés géographiquement les uns des autres, les pressions de sélection seront différentes selon le lieu de multiplication et donc, l'évolution des variétés également.

En effet, les résultats sur une population expérimentale conduite en gestion dynamique ont montré que même avec un nombre limité de populations, la conservation de la diversité globale ne peut être effective que si les sites et les pratiques de culture sont assez variés. Comme le remarquaient déjà Goldringer *et al.* (2006), la diversité initiale va diminuer au sein de chaque populations mais, en considérant toutes les populations, on retrouve un niveau comparable voire élargi de diversité génétique : la perte de variabilité sur chaque lieu est compensée par la différenciation qui apparaît entre les populations.

Une autre étude sur la variété Rouge de Bordeaux, conservée dans un réseau de paysans français, a montré la complémentarité de la gestion dynamique *in situ* et la conservation en banque de semences. A cause du goulot d'étranglement lors de la collecte, puis de la dérive et de la sélection au cours des régénérations, les échantillons conservés en banques permettent seulement de capter et maintenir une partie (souvent un seul génotype) de la diversité présente au sein d'une variété de pays. Au contraire, l'évolution et l'adaptation qui peuvent se développer pendant les cycles de multiplication *in situ* dans des conditions contrastées permettent la diversification et le maintien du potentiel évolutif de la variété (DEMEULENAERE *et al.*, 2008).

Les différences observées entre les versions d'une même variété de blé, haricot et maïs prouvent que la diversité de ces variétés a été préservée par un nombre important de sites de multiplication.

La notion de zone géographique limitée telle que la définit la directive 2008/62/CE va donc à l'encontre des pratiques ancestrales des agriculteurs qui ont toujours échangé des semences entre eux (LOUETTE *et al.*, 1997) mais aussi et surtout à l'encontre des résultats

obtenus dans le cadre de cette étude (meilleurs résultats pour certaines variétés hors de leur zone d'origine, rendements et poids du grain par épi) (figure 24 et tableau 14) ou d'autres expérimentations (GOLDRINGER *et al.*, 2006).

4. Les limites de l'étude

a. Durée

La principale critique qui peut être faite sur l'expérimentation concerne certainement la durée des essais qui a certes été suffisante pour démontrer l'évolution des variétés paysannes et l'imparfaite stabilité et homogénéité des variétés modernes mais insuffisante pour évaluer correctement la distinction entre les variétés. En effet, si les variétés non stables et non homogènes avaient été multipliées pendant quelques années encore, la distinction entre les variétés aurait-elle été aussi aisée, notamment entre Solina et Haute-Loire (Figure 18) ?

De plus, cette trop courte durée n'a pas permis de bien évaluer la « stabilité due à la variabilité » affirmée par de nombreux agriculteurs et plusieurs auteurs comme Desclaux *et al.* (2008) ou De Vallavieille-Pope (2004). La régularité des rendements ou de la maturité des variétés hétérogènes n'a en effet pas pu être observée car elle n'arrive généralement qu'après 4 à 5 années de multiplication dans un même lieu. De plus, pour étudier cet aspect là, un dispositif expérimental différent aurait été nécessaire, avec des parcelles plus grandes et plus de répétitions.

Ensuite, dans le cas du blé, les agriculteurs ne souhaitent pas sélectionner dans leurs champs durant les premières années et préféreraient justement attendre que la variété se stabilise. Ainsi, la sélection paysanne sur cette espèce n'a pu être évaluée.

Toutefois, afin d'évaluer l'impact de la sélection, certains agriculteurs du projet ont accepté, en 2009, de sélectionner quelques épis parmi quelques variétés cultivées durant les trois années. Les épis sélectionnés ont été étudiés et montrent une réelle différence par rapport à ceux non sélectionnés. La descendance de ces sélections a été semée et sera étudiée en 2010

Malgré cette durée limitée, des différences fortement significatives sont apparues entre les versions ce qui laisse supposer que si l'expérimentation avait été plus longue, de plus grandes différences seraient apparues avec une adaptation supérieure, du point de vue des caractéristiques recherchées par les agriculteurs, des plantes avec leur environnement de culture. Ainsi, la significativité des différences obtenues après seulement deux années de multiplication donne de la valeur aux résultats obtenus.

b. Participation

Ensuite, il est possible de dire que le projet n'était pas réellement participatif puisque si les variétés choisies l'ont été par les agriculteurs et que les expérimentations se trouvaient dans leurs champs, ils n'ont pas vraiment participé à l'élaboration du protocole notamment pour le choix des critères mesurés sur les plantes. Pour le blé, un seul critère mesuré a été proposé par les agriculteurs : la distance entre la dernière feuille et la base de l'épi qui, lorsqu'elle augmente, évite la transmission des maladies des feuilles aux grains.

De plus, les agriculteurs ont très peu participé à l'interprétation des résultats jusqu'à présent car les premiers rapports ont été effectués en anglais pour la Commission Européenne. Une vulgarisation de ces rapports est prévue en français et en italien afin de

pouvoir communiquer les résultats aux agriculteurs. Des discussions sont ensuite prévues afin de partager les points de vue.

Pour les haricots, certains agriculteurs ont reproché l'inadaptation des variétés grimpantes à leurs techniques culturales. Cette remarque dénote peut-être plus généralement d'un manque de communication entre les instituts de recherche et les agriculteurs qui, n'avaient pas totalement bien compris le but principal des expérimentations c'est-à-dire la reconnaissance légale des variétés paysannes. Il aurait peut-être été possible d'insister davantage sur ce point lors du lancement du projet.

FSO était le premier projet européen de recherche sur les semences avec une ouverture participative ; développer des méthodologies pour améliorer la recherche participative était l'un de ses objectifs, ainsi, les imperfections de ce projet pourront être rectifiées pour les projets suivants notamment SOLIBAM (« Strategies for Organic and Low-input Integrated Breeding And Management »), un projet collaboratif sur la sélection participative qui a débuté en mars 2010 pour une durée de 5 ans.

c. Les témoins des expériences

Au niveau technique, quelques imperfections étaient également présentes. Les quantités de semences fournies par les agriculteurs en début de projet n'ont pas été suffisantes et ont donc empêché de distribuer les semences « témoin » à tous les agriculteurs en 2008. Cela peut s'expliquer par la précipitation dans laquelle la collection a dû être effectuée, ce qui a engendré des erreurs d'appréciation des quantités. De plus, lors du lancement du projet, l'expérimentation globale au Rheu n'était pas prévue. C'est pourquoi, pour les essais à la ferme de blé, le témoin est en fait semé avec des semences issues de la récolte 2008 de la variété fournie en 2006.

Finalement, les témoins ont été les plus difficiles à gérer durant le projet. En effet, pour les haricots, bien que présents chez les agriculteurs, ils étaient absents sur l'essai global. De plus, les témoins des trois variétés françaises de maïs ont eu de très gros problèmes de germination. Cela peut s'expliquer par la qualité initiale des semences qui étaient prévues pour être ressemées l'année suivante mais pas conservées trois années. En effet, le mode de conservation ne semble pas remis en cause car les variétés italiennes, conservées dans le même lieu que les variétés françaises, ont parfaitement germé.

Enfin, pour les haricots, bien que certaines variétés cultivées dans le cadre du projet soient encore assez répandues en Europe, il est dommage qu'aucune variété commerciale moderne destinée à l'agriculture conventionnelle n'ait été multipliée afin d'observer, comme pour le blé, sa réaction à deux années de multiplication en agriculture à faibles intrants.

d. Essais à la ferme

Sur certains essais, le plan d'expérience n'était pas totalement respecté avec parfois des soucis dans l'agencement des blocs ou des oublis de parcelles. Il aurait peut-être été possible d'éviter ces erreurs, peu nombreuses cependant, si du personnel de l'INRA avait été présent lors du semis. Or, du fait de l'inadéquation entre le nombre de personnes dédiées au projet et le nombre d'essais n'a pas permis ce suivi.

Le manque de personnel s'est également fait ressentir durant le mois de la période végétative des haricots, dont les essais à la ferme n'ont pas tous pu être notés et pendant la période de maturité du blé dont plusieurs essais étaient mûrs en même temps.

e. Analyses génétiques

Les analyses génétiques n'étaient pas prévues dans le projet FSO. Toutefois, des analyses de type marquage microsatellite permettant d'évaluer la diversité ou la distance génétique entre les populations auraient pu être intéressantes. Ce type d'outil aurait été complémentaire aux analyses phénotypiques afin d'évaluer l'éloignement des versions c'est-à-dire les populations d'une même variété multipliées dans des lieux différents.

Il aurait certainement été intéressant de réaliser des analyses génétiques et épigénétiques sur les semences de haricots afin d'étudier plus précisément le phénomène d'apparition de variants.

Toutefois, une partie de ces analyses sera réalisée pendant le projet SOLIBAM qui fait suite au projet FSO mais dans une réflexion plus large, au-delà de la seule question des semences, sur l'agriculture biologique et à faibles intrants en prenant notamment en compte les pays du Sud.

V. Propositions de réglementation pour les semences paysannes

1. *S'inspirer des réglementations existantes en Europe*

Malgré les limites de cette étude, les résultats obtenus par les expérimentations sont assez solides pour pouvoir soutenir des propositions permettant de faire rentrer les semences paysannes dans un cadre législatif clair.

Tout d'abord, il apparaît impossible que les variétés paysannes puissent répondre aux mêmes critères de Distinction, Homogénéité et Stabilité que les variétés commerciales modernes. En effet, ces variétés ont une hétérogénéité visuelle et une capacité à évoluer trop importante pour pouvoir répondre à ces tests avec la même exigence.

L'idée n'est pas, évidemment, de remplacer le système mis en place actuellement mais de le compléter afin de permettre aux agriculteurs de pratiquer l'agriculture qu'ils souhaitent en légitimant les variétés paysannes. Celles-ci, délaissées et même écartées par la législation depuis les premières réglementations sur les semences sont de plus en plus nécessaires aux agricultures à faibles niveaux d'intrants.

La retranscription dans le droit français de la directive 2008/62/CE pourrait s'inspirer de la législation sur les variétés locales qui existe dans des pays où les contraintes sur les semences sont beaucoup moins fortes. Au niveau européen, en Italie et en Norvège, l'inscription des variétés se fait de manière beaucoup plus souple qu'en France.

En Italie, le pouvoir accordé aux régions sur l'agriculture est très important puisque les régions ont la capacité de légiférer sur toutes les questions agricoles. Ainsi, de nombreuses régions (Toscane, Ombrie, Marches, Emilie-Romagne, Frioul-Vénétie julienne et Latium) ont créé des catalogues qui décrivent les variétés locales pour lesquelles l'inscription est gratuite (BERTACCHINI, 2009).

Ce catalogue permet de protéger les variétés locales du « pillage génétique » sans toutefois définir une propriété individuelle des variétés : c'est la communauté toute entière qui en est propriétaire. La validité du catalogue est garantie par un comité scientifique composé de chercheurs d'universités ou de centres de recherche, d'agriculteurs mais également de membres d'association (BERTACCHINI, 2009).

Pour Bertacchini (2009), seul un système régional peut promouvoir efficacement la conservation de l'agrobiodiversité en liant la biodiversité cultivée avec les territoires. Toutefois, bien que liés à la notion de « variétés autochtones », ces systèmes permettent une gestion dynamique des semences puisque les échanges entre agriculteurs sont permis pour de petites quantités. Ces échanges sont indispensables pour maintenir le dialogue entre agriculteurs et donc les échanges de savoir-faire.

Le système mis en place dans les régions italiennes pourrait être mis en place en France notamment en ce qui concerne l'établissement d'un catalogue où figure la description des variétés locales. Ce système peut être satisfaisant pour les variétés de conservation, liées à une région spécifique.

Cependant, il possède certaines limites car les variétés inscrites au catalogue doivent obligatoirement être rattachées à une région donnée et elles ne peuvent pas s'en détacher.

Or, les augmentations de rendement obtenues sur les essais à la ferme (Figure 24) durant l'expérimentation et des études comme celle de Louette *et al.* (1997) prouvent que la zone d'échange doit largement dépasser le cadre régional. En outre, en considérant le système régional comme base du réseau de conservation des semences, des lacunes techniques pour le maintien des variétés peuvent apparaître (BERTACCHINI, 2009).

Enfin, les semences des variétés inscrites sur le catalogue régional ne pouvant pas être commercialisées, les agriculteurs ne sont pas poussés à les cultiver. Pour stimuler cette production, un label sur les produits issus de variétés paysannes pourrait être créé afin de pouvoir revaloriser les produits lors de leur vente (BERTACCHINI, 2009).

Pour pallier à cette impossibilité de commercialiser les semences issues de variétés « de conservation », la Hongrie et l'Ecosse notamment, ont mis en place des subventions pour aider les agriculteurs utilisant des variétés qui ont un risque d'érosion génétique (SCHOLTEN, 2009)

Cependant, le problème le plus important des législations des régions italiennes réside dans le fait que les variétés issues des travaux de sélection d'un agriculteur ou suite à un programme de sélection participative ne peuvent pas intégrer le catalogue. Or, elles devraient pouvoir également être inscrites dans un catalogue gratuit spécifique à ces variétés (BOCCI, 2009).

La législation française pourrait s'appuyer sur les principes de catalogues et de gratuité des systèmes mis en place dans les régions italiennes. De plus, bien que le contexte soit différent en France avec notamment un poids des régions moins important, la gestion locale des ressources génétiques par des partenariats entre agriculteurs et institutions publiques est très intéressante.

Les réglementations européenne et française pourraient également se rapprocher du système norvégien dans lequel les échanges sont permis au niveau national bien que, là aussi, les variétés nouvellement créées soient exclues des libéralités accordées aux variétés de conservation (ANDERSEN, 2009).

2. Le système proposé par le consortium de FSO

Les propositions réalisées doivent prendre en compte quatre thèmes essentiels afin d'être cohérentes. Elles doivent se situer dans un cadre juridique et réglementaire adapté, être logiques d'un point de vue purement génétique, avec une méthode d'application réalisable et économiquement viables.

a. Cadre réglementaire

Un catalogue des variétés paysannes pourrait être créé afin de protéger ces variétés, notamment contre le brevetage de gènes par exemple en place aux Etats-Unis, tout en maintenant une propriété collective (GNIS, 2009a).

Le catalogue pourrait être divisé en différents tomes, selon le type de variété. Quatre types de variétés paysannes existent :

- les variétés anciennes, traditionnelles et fermières telle Rouge de Bordeaux ;
- les variétés anciennement inscrites au catalogue officiel dont le Certificat d'Obtention Végétale (COV) a expiré comme Cappel ou Etoile de Choisy ;
- les « nouvelles variétés fermières » issues de sélections des agriculteurs ou de sélections participatives faisant l'objet d'échanges mais pas de commercialisation à titre onéreux ;
- les « nouvelles variétés populations » issues des travaux de sélection participative ou de sélectionneurs privés, notamment ceux qui investissent en AB, et entrant sur le marché des semences.

Si les deux premières catégories sont intégrées dans la directive 2008/62/CE, les deux autres ne le sont pas encore et correspondent à des situations très différentes.

Il est primordial d'élargir la directive actuelle ou de mettre en place une nouvelle législation prenant en compte l'ensemble des variétés et distinguant deux catégories de variétés :

- les variétés commercialisables c'est-à-dire les variétés anciennes (traditionnelles ou anciennement inscrites au catalogue) et les nouvelles variétés populations (créées par des agriculteurs, un projet de recherche participatif ou une entreprise privée) ;

- les variétés non commercialisables, uniquement échangeables, représentées par les nouvelles variétés fermières créées par les agriculteurs ou suite à un projet de recherche participatif.

Cette dichotomie doit être respectée du fait des différences de traitement entre ces deux types de variétés.

Variétés échangées mais non commercialisées

La troisième catégorie « nouvelles variétés fermières » pourrait faire l'objet d'une organisation communautaire sans inscription obligatoire à un catalogue. Pour ces variétés non commercialisées mais simplement échangées, les échanges doivent être reconnus puisque ceux-ci sont nécessaires au renouvellement de la diversité. Il serait également important de reconnaître que ces agriculteurs participent à la préservation de la biodiversité.

Etant donné que ces variétés ne sont pas inscrites sur un catalogue, l'utilisateur de la variété ne pourra pas se retourner contre le fournisseur si la variété ne correspond pas au type initial. En effet, du fait du peu d'obligations qu'auront à remplir ces variétés (description sur une base de données commune), des caractéristiques précises ne peuvent être attendues. De plus, pour ces variétés, une limitation des quantités échangées pourrait être imposée.

Ces dispositions sont différentes pour les variétés commercialisées.

Variétés commercialisées

L'inscription au catalogue d'une variété pourrait être rendue obligatoire seulement s'il y a une activité de vente des semences de la variété ancienne ou de la nouvelle variété population qu'elle provienne de recherche participative, de sélection paysanne ou d'une entreprise privée.

Afin de commercialiser ces variétés, le catalogue doit donc adapter la réglementation à leurs spécificités.

Premièrement, il est impossible que des normes strictes en matière d'homogénéité, et par conséquent de stabilité soient appliquées sur les variétés populations qui contribuent à la diversité agricole, l'un des objectifs prôné par les directives sur les variétés de conservation.

Toutefois, afin de permettre la distinction, pour une variété donnée, un certain nombre de caractères, mais pas tous, pourraient être choisis parmi les critères préconisés par la directive 2003/90/CE (Annexe II - liste UPOV des caractères pouvant être utilisés pour la distinction du blé), communs aux plantes appartenant à la variété et suffisamment stables de génération en génération afin de permettre la distinction de la variété. D'autres critères propres à l'obtenteur pourraient être ajoutés afin de compléter l'information sur la variété.

Deuxièmement, les critères VAT ne peuvent pas non plus être appliqués aux variétés populations car les tests VAT, effectués avec un itinéraire cultural conventionnel comportant une importante utilisation d'intrants ne permettraient pas de mettre en valeur les qualités des variétés paysannes.

Enfin, la limitation de l'aire géographique doit disparaître (pour les variétés locales ou anciennes) ou devenir optionnelle (au choix de « l'obtenteur » pour les nouvelles variétés populations) car les résultats obtenus au cours de l'expérimentation ont démontré la pertinence et l'utilité du déplacement de ces variétés. La limitation des quantités doit également être revue car la proportion retenue de 0,5 % pour l'ensemble des variétés de conservation et donc sans les « nouvelles variétés paysannes » et « nouvelles variétés populations » apparaît extrêmement faible surtout que de plus en plus d'agriculteurs utilisent des variétés populations (BONNEUIL *et al.*, 2006).

Il peut être également préconisé que cette limitation géographique soit faite en protégeant le nom d'une variété comme une Appellation d'Origine Contrôlée ou un autre label de qualité qui n'interdirait pas aux agriculteurs hors de la région d'origine de cultiver la variété mais seulement de la vendre sous l'appellation de la région d'origine.

b. Génétique

Pour l'ensemble des variétés (échangées et commercialisées), les contraintes génétiques sont identiques.

Il est probable que les espèces allogames, à pollinisation croisée, doivent être traitées différemment des espèces autogames, notamment en termes de taille minimum des parcelles de multiplication. Il apparaît important que le nombre de plantes par parcelle et le nombre de plantes mesurées doivent être supérieur pour les espèces allogames qui comportent très souvent une diversité de plantes plus importante.

En effet, l'hétérozygotie importante de ces espèces permet le maintien plus aisé d'allèles rares à condition que la taille des parcelles soit importante afin de ne pas avoir d'effet de consanguinité trop important qui provoque une augmentation de l'homozygotie et donc, une diminution de la variabilité génétique.

Les mélanges de variétés populations d'autogames, du fait de leur diversité, pourraient être traités comme des variétés populations d'allogames.

Pour ces mélanges, qui se reproduisent par autofécondation, une fois les lignées fixées (après environ six générations, qui permettent d'obtenir un taux d'hétérozygotie inférieur à 5 %), la taille des parcelles peut être inférieure à celle nécessaire pour les variétés allogames. Toutefois, le nombre de plantes doit être suffisant afin de respecter les proportions du mélange. De plus, le tri des semences doit être effectué avec attention afin de ne pas favoriser une lignée au dépend des autres.

c. Méthode

Pour les variétés commercialisées, le nombre de plantes ou la taille de parcelle pris en compte pour tester la distinction des variétés pourrait être celui utilisé par l'UPOV. Pour chaque espèce, la taille de la parcelle et le nombre de plantes minimums qui doivent être pris en compte ont été déterminés selon le régime de pollinisation et la structure de la variété. Par exemple :

- pour le blé, 2000 plantes doivent être présentes, divisées en au moins deux répétitions, afin d'évaluer l'homogénéité ; seules 20 plantes sont mesurées pour évaluer la distinction (cas de la plupart des autogames) (UPOV, 2009a);

- pour le maïs, entre 1500 et 3000 plantes doivent être présentes, divisées en deux répétition au minimum ; pour évaluer la distinction, le nombre de plantes évalué dépend de la structure de la variété, il est de 10 pour un hybride simple (F1), de 20 pour un autre type d'hybride (double ou trois voies) et de 40 pour les espèces à pollinisation ouverte c'est-à-dire les populations, ce qui est le cas de l'intégralité des variétés paysannes (UPOV, 2009b).

Distinction

Etant donné que les variétés paysannes ont fréquemment une variabilité intra-variétale forte, il est important de réaliser les notations sur des plantes individuelles, comme le recommande l'UPOV (UPOV, 2008).

Dans le cas des mélanges de population d'espèces autogames, 40 voire 60 plantes pourraient donc être évaluées pour tester leur distinction. Pour caractériser cette distinction, les normes de l'UPOV peuvent également être employées. Le critère des « deux fois 1% » pourrait être utilisé (UPOV, 2008). L'UPOV, dans le cas des variétés d'espèces allogames à pollinisation libre, a décrété que, pour pouvoir déclarer que deux variétés soient distinctes l'une de l'autre, « *il faut qu'elles présentent une différence significative de même sens au niveau de 1% au moins deux années sur trois pour au moins l'un des caractères mesurés* ».

Cette phrase suppose que la durée de l'essai visant à l'inscription doive être de trois ans, contre deux pour les variétés commerciales conventionnelles (hybrides ou lignées pures).

Il est nécessaire que toutes les variétés nouvellement inscrites, y compris les variétés échangées, à diffusion restreinte, passent ce test afin que toutes les variétés inscrites soient différentes les unes des autres.



Figure 30 : Parcelles d'expérimentation du projet FSO chez un agriculteur du Maine-et-Loire.

Homogénéité et stabilité

En ce qui concerne l'homogénéité et la stabilité des plantes, les tests pourraient également porter sur le nombre de plantes donné par l'UPOV. Toutefois, plutôt que de tester l'homogénéité par des proportions de hors-type comme le fait l'UPOV pour les variétés commerciales modernes, l'homogénéité pourrait être évaluée par un degré de variation établi autour de la moyenne de la variété.

Pour les agriculteurs souhaitant commercialiser leurs variétés populations, la stabilité pourrait ensuite être testée en comparant, à intervalles de temps réguliers, un lot de référence au lot de semences multipliées par l'agriculteur afin de vérifier si la variété qu'il utilise correspond au type annoncé. Si elle n'appartient plus à l'intervalle de variation permis, l'agriculteur aura deux possibilités, inscrire la variété qu'il utilise en tant que nouvelle variété ou bien réaliser une sélection conservative afin de retrouver le type original.

Dans le cas des variétés paysannes et des nouvelles variétés populations commercialisées, les tests pourraient être menés directement dans les champs des agriculteurs cultivant ces variétés. Ils pourraient ainsi appliquer un itinéraire cultural à faible niveau d'intrants, ce qui est rarement le cas dans les centres nationaux assermentés. Bien que le projet FSO ait montré que certains agriculteurs étaient capables de mettre en place des essais avec des micro-parcelles et plusieurs répétitions (Figure 30), une assistance technique pourra être proposée aux agriculteurs qui le souhaitent lors de la mise en place de l'essai.

Pour les variétés échangées mais non commercialisées, aucun test ne serait requis, l'agriculteur inscrivant sa variété déterminerait également le degré de variation permis pour chaque caractère.

d. Moyens humains et financiers

Ce système requiert donc que des techniciens agréés soient affectés aux mesures à faire dans les champs des agriculteurs.

De plus, des lieux de stockage doivent être prévus afin de conserver les lots originaux de l'ensemble des nouvelles variétés inscrites qui seront nécessaires pour effectuer les tests de « conformité ».

Pour les nouvelles variétés populations à diffusion large, la conservation des semences de référence pourrait se faire dans un lieu central, directement géré par l'administration.

La situation est différente pour les variétés paysannes créées par les agriculteurs, commercialisées ou non (variétés anciennes ou traditionnelles, variétés anciennement inscrites au catalogue ou variétés issues de sélections paysannes récentes). Il serait important, comme le préconise la législation italienne, d'éviter la centralisation des semences. Il serait plus intéressant, comme il est énoncé dans le traité de Rio sur la biodiversité, que ces lieux de stockage soient régionaux, avec un droit de regard des agriculteurs locaux. Ces lieux pourraient devenir des « maisons de la semence paysanne » locales, gérée par la communauté des agriculteurs (BERTACCHINI, 2009 ; RSP, 2009).

Ces maisons de la semence paysanne, qui ont commencé à émerger dans plusieurs régions de France, faciliteraient les échanges entre les agriculteurs. Elles permettraient également aux agriculteurs de conserver en lieux sûrs leurs semences qu'ils ne peuvent pas toutes multiplier chaque année (RSP, 2009).

Ces maisons, avec l'appui d'un comité scientifique, auraient également le but de gérer les candidatures des nouvelles variétés soumises par les agriculteurs. A terme, elles pourraient même servir de support à des programmes de recherche locaux (RSP, 2009 ; BERTACCHINI, 2009).

Au-delà d'une somme symbolique, le coût du système (maisons de la semence et techniciens) peut difficilement être supporté par les agriculteurs qui ont inscrit des variétés car il empêcherait la plupart d'effectuer ces inscriptions qui ont notamment le but d'améliorer la biodiversité cultivée.

Les variétés paysannes étant, par la résilience qu'elles confèrent aux systèmes agricoles, par les produits de qualité qu'elles permettent d'obtenir et par les intrants qu'elles permettent d'économiser, un enjeu majeur pour l'avenir de l'agriculture : leur maintien incombe l'implication de la société toute entière. Les moyens financiers engagés doivent donc être en adéquation avec l'importance accordée au développement de ces variétés. Il pourrait donc revenir à l'Etat de subventionner ces maisons de la semence paysanne.

Conclusion

L'étude bibliographique a identifié l'importance des variétés paysannes sur deux aspects essentiels : l'adaptation aux conditions de culture à faible niveau d'intrants et le maintien de la biodiversité. Il est donc nécessaire pour les agriculteurs de pouvoir les cultiver librement.

La partie expérimentale a ensuite montré que ces variétés ont une capacité à évoluer importante, susceptible de leur conférer une meilleure adaptation à une grande diversité de conditions locales.

Etant donné le rôle des variétés paysannes, il est primordial que ces variétés aient un statut juridique adapté à leur évolution. Ainsi, l'inscription dans une base de données ou un catalogue spécifique leur donnerait une légitimité jusqu'alors jamais reconnue.

Ce catalogue apporterait également une reconnaissance, si importante, du rôle des paysans dans l'évolution de l'agriculture et en particulier l'innovation variétale. Les impliquer plus profondément dans les programmes de recherche confère également une meilleure efficacité de ceux-ci.

Il est évident que les variétés paysannes ne sont pas l'unique solution face aux multiples problèmes de l'agriculture européenne (pollutions, manque de valorisation des produits, chute du revenu des agriculteurs, absence de durabilité,...). Toutefois, elles peuvent être la porte d'entrée pour les agriculteurs afin d'initier une démarche plus durable car les variétés paysannes permettent une économie substantielle d'intrants et peuvent être facilement valorisées dans des circuits courts offrant souvent une meilleure rémunération des produits.

En effet, en prenant l'exemple d'un agriculteur qui sème pour la première fois une variété paysanne, il se rendra bien vite compte que celle-ci valorise mal la fertilisation azotée, qu'elle est souvent moins attaquée par des maladies entraînant une diminution de la consommation de pesticides et qu'elle permet d'obtenir un produit différencié et donc valorisable sur les marchés.

De plus, les agriculteurs retirent une réelle satisfaction du fait de multiplier, de sélectionner voire de créer leurs propres variétés, peut-être due au lien qu'il a créé avec les plantes, ses plantes. Cette notion de « coévolution » du paysan avec ses variétés est un aspect très fort de la création variétale paysanne (CHABLE et BERTHELLOT, 2006). C'est en effet ce principe là qui va guider le paysan pour ses choix de critères d'une sélection qui n'est pas, le plus souvent, conservative mais qui va évoluer au cours du temps.

D'ailleurs, n'est-il pas plus plaisant d'observer des champs diversifiés, de pouvoir trouver, dans chaque région, des variétés différentes, avec des usages particuliers ? N'est-ce pas la recherche de diversité qui nous pousse à voyager ? L'Homme a besoin de variété, de variabilité.

C'est pourtant l'industrie qui domine actuellement les champs dans lesquels s'alignent maïs, blé ou betteraves d'une uniformité accablante. En modifiant la législation semencière, il est possible de réamorcer des liens indispensables entre les plantes et les paysans et entre le terroir et les Hommes.

Bibliographie

ALTIERI M. A. et MERRICK L. C., 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems, *Economic Botany*, volume 41, numéro 1, janvier-mars 1987, 12 p.

ANDERSEN R., 2009. Seed laws - Agrobiodiversity and on-farm conservation in Norway, In : International Conference – Farm Seed Opportunities, 14-15 October 2009, Marseille (13)
[<http://www.farmseed.net/home/resources/publication/Regina%20Andersen%20Norway.pdf>]

ANGLADE P., BARRIERE Y., BECKERT M., BOYAT A., DERIEUX M., GALLAIS A., GIAUFFRET C., HEBERT Y., POLLACSEK M., 1992. Le Maïs, in : Amélioration des espèces végétales cultivées – Objectifs et critères de sélection, GALLAIS A. et BANNEROT H., Editions INRA, Paris, 1992, 45-63

ATLIN G. N., COOPER M. et BJØRNSTAD Å., 2001. A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theories. *Euphytica*, volume 122, numéro 3, 463-475.

AURIAU P., DOUSSINAULT G., JAHIER J., LECOMTE C., PIERRE J., PLUCHARD P., ROUSSET M., SAUR L., TROTTET M., 1992. Le Blé tendre, in : Amélioration des espèces végétales cultivées – Objectifs et critères de sélection, GALLAIS A. et BANNEROT H., Editions INRA, Paris, 1992, 22-38

BEDE et RSP, 2009. Semences et droits des paysans, ouvrage collectif, chapitre 1 – Que sont les semences et variétés paysannes ?, 4-7

BERTACCHINI E., 2009. Regional legislation in Italy for the protection of local varieties, *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, numéro 103, 51 – 63

BIDON B. et CHARLES N., 2010. Le blé meunier d'Apt – Le pain du Luberon, Dossier de presse, 5 p.,
[http://www.ot-apt.fr/photos_hotels/200805201635510.ble%20meunier%20dp.pdf]

BOCCI R., 2009. Seed legislation and agrobiodiversity: conservation varieties, *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, numéro 103, 31-49

BOCCI R. et CHABLE V., 2008. Semences paysannes en Europe : enjeux et perspectives. *Agriculture*, volume 17, numéro 2, 216-221

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*, numéro 30, octobre 2006, 29-51

BONNEUIL C. et HOCHEREAU F., 2008. Gouverner le « progrès génétique ». Biopolitique et métrologie de la construction d'un standard variétal dans la France agricole d'après-guerre. *Annales HSS*, Nov-Déc. 2008, 1305-1340

BONNEUIL C. et THOMAS F., 2002. Du maïs hybride aux OGM : un demi-siècle de génétique et d'amélioration des plantes à l'INRA, in : Amélioration des Plantes, continuité et ruptures, 17 et 18 octobre 2002, INRA, Montpellier (34)

BRANLARD G., CHEVALET C., 1984. Sur la diversité des blés tendres cultivés en France, *Agronomie*, 7 juin 1984, volume 4, numéro 10, 933-938

BUREAU J.-C., 2007. La politique agricole commune, Editions La Découverte, Collection Economie Repères, Paris, France, 19-20

BURGAUD F. et REIN A., 2009. L'image du secteur des semences - GNIS, 20 novembre 2009, 12 p.

CALAME M., 2007. Une agriculture pour le XXI^e siècle – Manifeste pour une agronomie biologique, Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 153 p.

CARON S., JONCAS I., BLANCHARD N., 2003. La diversité des semences, *Equiterre*, juillet 2003, 2 p. [www.equiterre.org/agriculture/informer4.php]

CECCARELLI S., 2009a. Interview, in : Rencontres européennes du Réseau Semences paysannes : biodiversité céréalière et savoir-faire paysans, Terre à Terre, diffusée par France Culture, 25/07/2009, Production : Ruth Stégassy, Réalisation : Olivier Bétard, de 33'07" à 44'51". [http://sites.radiofrance.fr/chaines/france-culture2/emissions/terre_a_terre/fiche.php?diffusion_id=74951]

CECCARELLI S., 2009b. Intervention in : Renaissance de la biodiversité et savoir-faire paysans, 26 juin 2009, Réseau Semences Paysannes, Port Sainte-Marie (47).

CHABLE V., 2009. La sélection participative pour les agricultures biologiques et paysannes : une co-évolution des hommes et des plantes, in : Dynamique des savoirs, dynamique des changements, BEGUIN P. et CERF M., Editions Octares, Toulouse, 73-92

CHABLE V. et BERTHELLOT J. F., 2006. La sélection participative en France : présentation des expériences en cours pour les agricultures biologiques et paysannes, *Dossiers de l'environnement de l'INRA*, numéro 30, octobre 2006, 129-138

CHABLE V., RIVAL A., CADOT V., BOULINEAU F., SALMON A., BELLIS H., MANZANARES-DAULEUX M. J., 2008. "Aberrant" plants in cauliflower: 1. Phenotype and heredity, *Euphytica*, volume 164, 9 mars 2008, 325-337

CHABLE V., THOMMENS A., GOLDRINGER I., VALERO INFANTE T., LEVILLAIN T., LAMMERTS VAN BUEREN E., 2009. Rapport sur les définitions des variétés en Europe, du concept d'adaptation locale et de celui de variétés menacées par l'érosion génétique, Traduction rapport FSO – tâche 1.2, 14/02/2009, 35 p.

CHEVASSUS-AU-LOUIS B., 2006. Refonder la recherche agronomique : leçons du passé, enjeux du siècle, in : Leçon inaugurale du groupe ESA, 27 septembre 2006, ESA, Angers, 30 p.

CORNILLON P.-A., GUYADER A., HUSSON A., JEGOU N., JOSSE J., KLOAREG M., MATZNER-LOBER E., ROUVIERE L., 2008. Statistiques avec R, Presses Universitaires de Rennes, 257 p.

CPOV, 2008. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests, *Triticum aestivum* L., Wheat, CPOV, adopté le 23/06/2008, p. 19

DE LAVALLAVIEILLE-POPE, 2004. Management of disease resistance diversity of cultivars of a species in single fields: controlling epidemics, *Comptes Rendus Biologie*, numéro 327, 611-620

DEMEULENAERE E., BONNEUIL C., BALFOURIER F., BASSON A., BERTHELLOT J.-F., CHESNEAU V., FERTE H., GALIC N., KASTLER G., KOENIG J., MERCIER F., PAYEMENT J., POMMART A., RONOT B., ROUSSELLE Y., SUPIOT N., ZAHARIA H., GOLDRINGER I., 2008. Etude des complémentarités entre gestion dynamique à la ferme et gestion statique en collection : cas de la variété de blé Rouge de Bordeaux, *Les Actes du BRG*, numéro 7, 117-138

DESCLAUX D., NOLOT J. M., CHIFFOLEAU Y., GOZE E., LECLERC C., 2008. Changes in concept of genotype x environment interactions to fit agriculture diversification and decentralized participatory plant breeding: pluridisciplinary point of view, *Euphytica*, volume 163, 9 juillet 2008, 533-546

DILLMANN C., DEVILLERS H., RESSAYRE A., 2009. Introduction à R, document de formation interne à l'INRA du Moulon, 14/09/2009, 21 p.

DRYER G. A. et TAYLOR J. E., 2008. A crop population perspective on maize seed systems in Mexico, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS)*, 15/01/2008, volume 105, numéro 2, 470-475

FIS, 2004. Domestic seed production in selected countries. [http://www.worldseed.org/cms/medias/file/ResourceCenter/SeedStatistics/MaizeSeedStatistics/Domestic_Seed_Production_in_Selected_Countries.pdf]

FRASCAROLI E., 2009. Managing Plant Genetic Resources: Ex Situ Conservation, Cours de Genetica Agraria II, Università degli Studi di Bologna, Facoltà d'Agraria, mars-avril 2009.

FOUILLOUX G., BANNEROT H., 1992. Le Haricot, in : Amélioration des espèces végétales cultivées – Objectifs et critères de sélection, GALLAIS A. et BANNEROT H., Editions INRA, Paris, 1992, 392-405

GEVES, 2009. Le Catalogue Officiel des espèces et variétés [http://geves.zarcrom.fr/rubrique.php?rub_id=186]

GNIS, 2002. Les semences dans le monde, octobre 2002. [<http://www.gnis.fr/index/action/page/id/102/title/Les-semences-dans-le-monde>]

GNIS, 2009a. Comment la création variétale est-elle protégée ? [<http://www.gnis-pedagogie.org/pages/resourc/chap5/2.htm>]

GNIS, 2009b. L'inscription des variétés au Catalogue officiel français. [<http://www.gnis-pedagogie.org/pages/reglementation/2.htm>]

GOLDRINGER I., ENJALBERT J., RAQUIN A.-L., BRABANT P., 2001. Strong selection in wheat populations during ten generations of dynamic management, *Genet. Sel. Evol.*, EDP Sciences, 2001, 1-23

GOLDRINGER I., PROUIN C., ROUSSET M., GALIC N., BONNIN I., 2006. Rapid differentiation of experimental populations of wheat for heading time in response to local climatic conditions, *Annals of Botany*, numéro 98, 805-817

GOLDRINGER I., 2009. Farm Seed Opportunities - WP 2: "Improving maintenance and breeding", Réunion de conclusion de FSO, 9 et 10 décembre 2009, Frick (Suisse)

JULIEN A., GASQUI P., CHABANET C., 1995. Le modèle linéaire – Exemples traités avec Splus, *Biométrie*, Jouy-en-Josas, 4 mai 1995, 96 p.

LANCON J., 2001. Pour une conception élargie de la sélection participative, in : Sélection Participative, 5-6 septembre 2001, Montpellier (34).

LE ROUX X., BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J., SARTHOU J.-P., TROMMETTER M., 2008. Agriculture et biodiversité – Favoriser les synergies, Expertise collective, synthèse du rapport, INRA, juillet 2008, 4 p.

LOUETTE D., CHARRIER A., BERTHAUD J., 1997. In situ conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed system management in a traditional community, *Economic Botany*, volume 51, numéro 1, janvier-mars 1997, 20-38

MOSINIAK M., PRAT R., ROLAND J.-C., 2006. Du blé au pain – Le blé : l'origine, Université Pierre et Marie Curie, UFR de Biologie, [<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/blepain/1ble/12orig/origine.htm>]

OSMAN A. M., ALMEKINDERS C. J. M., STRUIK P. C., LAMMERTS VAN BUEREN E. T., 2008. Can conventional breeding programmes provide onion varieties that are suitable for organic farming in the Netherlands? *Euphytica*, 22 mai 2008, volume 163, 511-522

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009. R : A language and environment for statistical computing, Fisher's Exact Test for Count Data, R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche, [<http://www.R-project.org>]

RAMOUSSE R., LE BERRE M., LE GUELTE L., 1996. Introduction aux statistiques, 1996 [<http://www.cons-dev.org/elearning/stat/index.html>]

RESEAU SEMENCES PAYSANNES, 2009. Les maisons de la semence et la sélection paysanne participative, 15 avril 2009, [<http://www.semencespaysannes.org/dossiers/bip/fiche-bip-139.html>]

REY F., 2009. Semences et agriculture biologique (ITAB), in : Ille et bio, 9-11 octobre 2009, Guichen (35).

ROLLAND B., 2009. Essais variétés blé tendre, Résultats d'expérimentations et de suivis techniques « Grandes Cultures » en agrobiologie en Bretagne, Edition Inter Bio Bretagne, 2009, 54-61

SCHOLTEN M., 2009. Scotland's landraces: 'on farm conservation', In : International Conference – Farm Seed Opportunities, 14-15 October 2009, Marseille (13), [http://www.farmseed.net/home/resources/publication/Scholten_Scotland%20light.pdf]

SEBILLOTTE M., 2007. Quand la recherche participative interpelle le chercheur, in : ANADON M., La recherche participative – Multiples regards, Presse de l'Université du Québec, 2007, 53-57

SERPOLAY E., DAWSON J. C., CHABLE V., LAMMERTS VAN BUEREN E., OSMAN A., PINO S., SILVERI D., GOLDRINGER I., en révision. Phenotypic responses of wheat landraces, varietal associations and modern varieties when assessed in contrasting organic farming conditions in Western Europe, 28 p.

TIRPAA, 2009. Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture, FAO (Food and Agriculture Organisation), 56 p.

TRETHOWAN R. M. et MUJEEB-KHAZI A., 2008. Novel germplasm resources for improving environmental stress tolerance of hexaploid wheat, *Crop science*, numéro 48, 1255-1265

UPOV, 2002. Introduction générale à l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité et à l'harmonisation des descriptions des obtentions végétales, 19 avril 2002. 27 p.

UPOV, 2008. Document TGP/09 – « Examen de la distinction », TGP/9/1, 11 avril 2008, 38 p.

UPOV, 2009a. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests – *Triticum aestivum* L. wheat, TP/003/4 Rev., 28 octobre 2009, 35 p.

UPOV, 2009b. Maïs *Zea mays* L. – Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité, TG/2/7, 1^{er} avril 2009, 63 p.

VAN EEUWIJK F. A., COOPER M., DELACY I. H., CECCARELLI S., GRANDO S., 2001. Some vocabulary and grammar for the analysis of multi-environment trials, as applied to the analysis of FPB and PPB trials, *Euphytica*, 8 January 2001, numéro 122, 477-490

VERNOOY R., 2003. Les semences du monde – L'amélioration participative des plantes, Les Editions du CRDI, Ottawa, Ontario, Canada, 110 p.

VILAIN M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie – Pratique et analyse, Editions Tec & Doc, Paris, 337 p.

WOLFE M. S., 2000. Crop strength through diversity, *Nature*, 17 August 2000, vol. 406, 681-682

ZAHARIA H., 2005. Les semences paysannes, premier maillon de la chaîne alimentaire, site web du Réseau Semences Paysannes. [http://www.semencespaysannes.org/semences_paysannes_premier_maillon_chaine_ali_9.php]

ZAHARIA H. et KASTLER G., 2003. La directive européenne 98/95/CE : une avancée législative européenne pour les semences paysannes ? in : 1^{ères} rencontres Semences paysannes, pour le maintien de la biodiversité cultivée, 27-28 février 2003, Auzeville (31)

ZHU Y., CHEN H., FAN J., WANG Y., LI Y., CHEN J., FAN J., YANG S., HU L., LEUNGK H., MEWK T. W., TENGG P. S., WANGK Z. et MUNDTK C. C., 2000. Genetic diversity and disease control in rice, *Nature*, 17 August 2000, vol. 406, 718-722

Annexes

Annexe I : Plaquette de présentation du projet FSO

Annexe II : Liste UPOV des critères pouvant être utilisés pour la distinction du blé

Annexe III : Critères de sélection du maïs lors de la première année

Annexe IV : Résultats des tests d'analyse de variance blé – essai global (effet version hiérarchisé dans l'effet variété)

Annexe V : Résultats des tests de comparaison de variance blé – essais à la ferme global (effet version hiérarchisé dans l'effet variété)

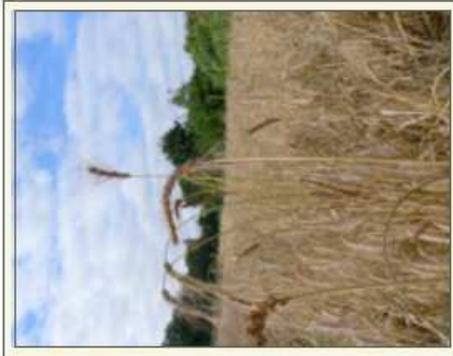
Annexe VI : Vitesse d'épiaison des six variétés de blé non présentées sur la figure 19

Annexe I : Plaquette de présentation du projet FSO

Perspectives pour les semences paysannes : conservation, sélection et production



PROJET EUROPÉEN 2007-2009
PROGRAMME CADRE N°6, PRIORITÉ 8.1
PROJET DE RECHERCHE SPÉCIFIQUE CIBLÉ



mes dépend aussi des possibilités d'utilisation durable et, par conséquent de la législation qui rend possible la mise en marché de matériels génétiques diversifiés. » Le principal objectif du projet est de proposer différents cadres légaux pour promouvoir la conservation et la gestion des ressources génétiques dans les fermes.

Coordonnateur du Projet	Véronique Chabbe	INRA
Thème de travail	Responsable	
Détermination des attentes des acteurs	Edith Lammers van Bueren	LBI
Amélioration de la conservation et de la multiplication	Isabelle Goldringer	INRA
Amélioration de la production et de la commercialisation	Joost van der Burg	PRI
Communication, prise de décision et diffusion	Riccardo Bozzi	AIAB

WWW.FARMSEED.NET
INFO@FARMSEED.NET



LES SEMENCES ET LES LOIS

En Europe, la commercialisation des variétés de pays, des variétés de conservation et des variétés amateur est encadrée par des lois strictes sur la commercialisation des semences et de protection des variétés. Les variétés doivent être conformes aux critères de la norme DHS (Distinction Homogénéité Stabilité) pour avoir une reconnaissance légale. De plus, les variétés des grandes cultures doivent répondre aux critères de la VAT (Valeurs Agronomiques et Technologiques) pour être admises sur le catalogue commun européen des variétés et ainsi devenir commercialisables en Europe. Par l'extension de la propriété intellectuelle établie par la loi UPOV 91, le maintien de la biodiversité cultivée dans les fermes et la conservation des variétés locales sont menacés. Selon le Plan d'Action pour la Biodiversité présenté par la commission européenne en 2001, « la conservation et l'amélioration des ressources génétiques dans les fer-

Le projet FSO (Les chances des semences paysannes)...

L'objectif global du projet FSO est de contribuer à la conservation, à l'amélioration et la gestion de la biodiversité cultivée dans les fermes. Une approche scientifique et l'établissement d'un cadre de base pour le marché impliquant tous les acteurs concernés, seront proposés par le développement de méthodes pour la sélection des plantes.

Le savoir des paysans basés sur leurs expériences locales sera intégré aux savoirs scientifiques au cours d'expérimentations au champ : différentes variétés locales de maïs, haricots, épinards et blés de France, d'Italie et des Pays-Bas seront semées dans différentes localités de ces 3 pays (avec un ensemble de variétés modernes).

	Partner		
AIAB	Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica	Italy	www.aiab.it
CGN	Centre for Genetic Resources	The Netherlands	www.cgn.wur.nl/UK/
FiBL	Research Institute of Organic Agriculture	Switzerland	www.fibl.org
IGSA	Provincia di Vicenza - Istituto di Genetica e Sperimentazione Agraria "N. Strampelli"	Italy	www.biodiversitaveneto.it
IIED	International Institute for Environment and Development	United Kingdom	www.iied.org/
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique	France	www.rennes.inra.fr/sad/
IT	Inra Transfert	France	www.inra-transfert.fr
LBI	Stüchting Louis Bolk Institut	The Netherlands	www.louisbolk.nl/
PRI	Plant Research International	The Netherlands	www.pri.wur.nl/UK/
RAS	Red Andaluza de Semillas "Cultivando Biodiversidad"	Spain	www.redandaluzadesemillas.org
RSP	Reseau Semences Paysannes	France	www.semencespaysannes.org
WU	Wageningen Universiteit	The Netherlands	www.iad.wur.nl/nk/

Un partenariat innovant regroupe des institutions de recherche publique, des réseaux paysans et des associations d'Agriculture Biologique de 6 pays européens. L'association de compétences privées et publiques aux connaissances paysannes des variétés et semences permettra une approche participative de l'innovation et du développement avec pour objectifs :

- L'organisation de la sélection participative et la production de semences en Europe,
- La proposition de recommandations pratiques pour les législateurs définissant la mise en application des lois réglementant le marché des semences et la protection des variétés pour faciliter la commercialisation des variétés de pays, de conservation et amateur dans le cadre de la directive européenne 98/65/EC.

L'idée est d'observer et d'analyser les capacités de ces variétés à évoluer et à s'adapter à des modes de cultures et des terroirs différents.

Notre recherche s'intéressera également aux potentialités des produits issus des variétés locales pour développer des marchés de niche (origine géographique, label privé ou certification) et au développement de normes de qualité des semences plus en adéquation avec la réalité des variétés locales et avec les attentes des acteurs concernés. FSO apportera des informations à la société civile dans le but de répondre à sa demande de produits locaux, de la sauvegarde la biodiversité cultivée et pour stimuler son implication dans les prises de décision.

Toutes les stratégies développées par FSO seront partagées et discutées avec des experts des pays du sud lors d'une conférence internationale qui conclura le projet.



LES VARIÉTÉS DE CONSERVATION

En 1998, la communauté européenne a émis la directive 98/95/EC pour réglementer la commercialisation des semences de variétés menacées d'érosion génétique dites variétés de conservation. L'idée était d'ouvrir le marché des semences aux variétés non inscrites dans le catalogue commun européen. Jusqu'à maintenant, les instructions pour la mise en application de la directive 98/95/CE n'avaient pas été publiées. Une nouvelle proposition a récemment été soumise à la DG-SANCO de l'UE, en intégrant les variétés de pays et les variétés amateurs. Le projet FSO vient en appui à cette mise en application en proposant des définitions cohérentes des variétés de conservation, de pays et amateur et en proposant un panorama et une évaluation des particularités nationales. Les recommandations devront être applicables dans les différentes régions d'Europe et donneront également un exemple pour les pays étrangers connaissant des problèmes similaires en terme de biodiversité cultivée.



Annexe II : Liste UPOV des critères pouvant être utilisés pour la distinction du blé
(UPOV, 2009a)

Partie de la plante évaluée	Caractère évalué
<i>Coléoptile</i>	Pigmentation anthocyanique
<i>Plante</i>	Port au tallage
<i>Dernière feuille</i>	Pigmentation anthocyanique des oreillettes
<i>Plante</i>	Fréquence de plantes avec la dernière feuille retombante
<i>Epiaison</i>	Epoque d'épiaison (premier épillet visible sur 50 % des épis)
<i>Dernière feuille</i>	Glaucescence de la gaine
<i>Epi</i>	Glaucescence
<i>Tige</i>	Glaucescence du col de l'épi
<i>Plante</i>	Longueur (tige, épi, barbes et arêtes)
<i>Paille</i>	Moelle en section transversale (à mi-distance entre la base de l'épi et le nœud de la tige immédiatement en dessous)
<i>Epi</i>	Vue en forme de profil
<i>Epi</i>	Compacité
<i>Epi</i>	Longueur (à l'exclusion des barbes ou arêtes)
<i>Barbes ou arêtes</i>	Présence
<i>Epi</i>	Couleur
<i>Article terminal du rachis</i>	Pilosité de la face externe
<i>Glume inférieure</i>	Largeur de la troncature (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Glume inférieure</i>	Forme de la troncature (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Glume inférieure</i>	Longueur du bec (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Glume inférieure</i>	Forme du bec (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Glume inférieure</i>	Etendue de la pilosité interne (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Glumelle inférieure</i>	Forme du bec (épillet du tiers moyen de l'épi)
<i>Graine</i>	Couleur
<i>Graine</i>	Coloration au phénol
<i>Type de développement</i>	Printemps, alternatif ou hiver

Annexe III : Critères de sélection du maïs lors de la première année d'expérimentation

	<i>Vénétie</i>	<i>Poitou</i>	<i>Sud Ouest</i>
<i>Biancoperla</i>		1 + Maturité	
		CS : choix des épis mûrs puisque c'est une variété très tardive	
<i>Grand Roux Basque</i>	1 ou + + Aspect vitreux du grain	2 + Vigueur, - Etat sanitaire	2 - Verse, état sanitaire
		CS : épis sur les plantes vigoureuses et non malades	AD : choix des épis sur les plantes se tenant debout (beaucoup de verse) et sans charbon
<i>Italien</i>		3 + Maturité et taux de fécondation -Etat sanitaire	5 +Etat sanitaire (plante et épi), verse, maturité - Couleur
		BJ : choix des épis mûrs et bien fécondés, sur plantes non attaquées par du charbon.	EJ : choix des épis mûrs les plus sains portés par des plantes saines et debout. Elimination des épis avec des grains blancs.
<i>Narguilé</i>	La sélection a été faite par deux anciens paysans de la région. Ils préfèrent les grains vitreux. Ce choix s'explique par le fait que le maïs est essentiellement consommé comme polenta ou par de la volaille.	3 + Maturité, position, - Etat sanitaire	2 - Verse, état sanitaire
		JD : choix des épis mûrs, pas trop hauts sur la plante et sans charbon ni pyrale.	AD : choix des épis sur les plantes debout et sans charbon.
<i>Sponcio</i>			3 - Maturité, feuilles taille des grains
			JLB : pas de sélection dans le champ. Les épis mûrs avec des gros grains et sans feuilles restant attachées ont été conservés.

Le signe « + » signifie que la sélection faite était une sélection positive (les meilleurs épis sont conservés) alors que le signe « - » signifie que la sélection était négative (les plus mauvais épis sont éliminés).

Annexe IV : Résultats des tests d'analyse de variance blé – essai global (effet version hiérarchisé dans l'effet variété)

Ces tests évaluent la différence entre versions d'une même variété.

version(variety) Effect Sliced by variety for PH_mm					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	169896	18877	1,53	0,1315
HL	8	229718	28715	2,33	0,0173
PI	8	93249	11656	0,94	0,4784
RB	8	1487271	185909	15,06	<.0001
RD	9	590606	65623	5,32	<.0001
RN	8	89320	11165	0,9	0,5116
SO	9	418028	46448	3,76	<.0001
TO	8	1137167	142146	11,51	<.0001
ZH	8	202728	25341	2,05	0,037
ZW	8	2643783	330473	26,77	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for SL_mm					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	8815,30858	979,478731	6,44	<.0001
HL	8	2122,964639	265,37058	1,74	0,0835
PI	8	1435,579321	179,447415	1,18	0,3075
RB	8	4164,034568	520,504321	3,42	0,0006
RD	9	14959	1662,132054	10,92	<.0001
RN	8	4112,755556	514,094444	3,38	0,0007
SO	9	3669,946667	407,771852	2,68	0,0042
TO	8	2578,176729	322,272091	2,12	0,031
ZH	8	362,933333	45,366667	0,3	0,9669
ZW	8	19684	2460,495062	16,17	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for PL_mm					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	47445	5271,672993	1,56	0,1226
HL	8	279209	34901	10,3	<.0001
PI	8	13482	1685,236182	0,5	0,8589
RB	8	305351	38169	11,27	<.0001
RD	9	101128	11236	3,32	0,0005
RN	8	18510	2313,711111	0,68	0,707
SO	9	176361	19596	5,78	<.0001
TO	8	848387	106048	31,3	<.0001
ZH	8	23079	2884,84321	0,85	0,5571
ZW	8	202975	25372	7,49	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for LLS D					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	21316	2368,425159	0,94	0,4927
HL	8	238347	29793	11,77	<.0001
PI	8	13017	1627,103675	0,64	0,7424
RB	8	238432	29804	11,77	<.0001
RD	9	65343	7260,304647	2,87	0,0022
RN	8	23709	2963,683951	1,17	0,3128
SO	9	124287	13810	5,45	<.0001
TO	8	388420	48553	19,18	<.0001
ZH	8	18182	2272,745062	0,9	0,5174
ZW	8	166632	20829	8,23	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for leaf_prop					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	0,244948	0,027216	5,25	<.0001
HL	8	0,317368	0,039671	7,66	<.0001
PI	8	0,020846	0,002606	0,5	0,8548
RB	8	0,226672	0,028334	5,47	<.0001
RD	9	0,071277	0,00792	1,53	0,1316
RN	8	0,173561	0,021695	4,19	<.0001
SO	9	0,095523	0,010614	2,05	0,0307
TO	8	0,20089	0,025111	4,85	<.0001
ZH	8	0,060853	0,007607	1,47	0,1632
ZW	8	0,176769	0,022096	4,27	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for awns					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	0,01957	0,002174	0,01	1
HL	8	0,279012	0,034877	0,21	0,9897
PI	8	2,245671	0,280709	1,67	0,1005
RB	8	0,160494	0,020062	0,12	0,9985
RD	9	22,660556	2,51784	14,98	<.0001
RN	8	0,788889	0,098611	0,59	0,7899
SO	9	0,405	0,045	0,27	0,9832
TO	8	23,033333	2,879167	17,12	<.0001
ZH	8	0,090123	0,011265	0,07	0,9998
ZW	8	0,045679	0,00571	0,03	1

version(variety) Effect Sliced by variety for color					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	4,18E-31	4,64E-32	0	1
HL	8	0,019753	0,002469	0,02	1
PI	8	0,646805	0,080851	0,52	0,8438
RB	8	9,234568	1,154321	7,4	<.0001
RD	9	11,724444	1,302716	8,35	<.0001
RN	8	2,24E-29	2,81E-30	0	1
SO	9	1,077778	0,119753	0,77	0,647
TO	8	6,404938	0,800617	5,13	<.0001
ZH	8	3,46E-29	4,32E-30	0	1
ZW	8	7,560494	0,945062	6,05	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for SL_cm					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	78,485057	8,720562	6,68	<.0001
HL	8	16,885778	2,110722	1,62	0,1145
PI	8	15,724532	1,965566	1,51	0,1495
RB	8	46,702123	5,837765	4,47	<.0001
RD	9	124,2618	13,806867	10,58	<.0001
RN	8	37,365333	4,670667	3,58	0,0004
SO	9	36,894333	4,09937	3,14	0,0009
TO	8	29,151111	3,643889	2,79	0,0044
ZH	8	6,890222	0,861278	0,66	0,7274
ZW	8	172,994123	21,624265	16,57	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for SpTot					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	55,049262	6,116585	2,01	0,0342
HL	8	12,819753	1,602469	0,53	0,837
PI	8	17,070243	2,13378	0,7	0,6903
RB	8	59,723457	7,465432	2,46	0,0119
RD	9	82,597778	9,177531	3,02	0,0013
RN	8	28,177778	3,522222	1,16	0,3205
SO	9	64,642222	7,182469	2,36	0,0117
TO	8	404,533333	50,566667	16,63	<.0001
ZH	8	76,701235	9,587654	3,15	0,0015
ZW	8	189,688889	23,711111	7,8	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for density					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	3,185153	0,353906	4,92	<.0001
HL	8	0,948649	0,118581	1,65	0,1059
PI	8	1,389822	0,173728	2,42	0,0134
RB	8	3,566975	0,445872	6,2	<.0001
RD	9	2,614858	0,29054	4,04	<.0001
RN	8	0,710329	0,088791	1,23	0,2743
SO	9	0,478289	0,053143	0,74	0,6736
TO	8	8,786342	1,098293	15,27	<.0001
ZH	8	0,377819	0,047227	0,66	0,7303
ZW	8	11,885538	1,485692	20,65	<.0001

version(variety) Effect Sliced by variety for KN_spikelet					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PI	8	3,136452	0,392057	2,49	0,0108
RB	8	1,778653	0,222332	1,41	0,1857
RD	9	4,287283	0,476365	3,03	0,0013
RN	8	7,50897	0,938621	5,97	<.0001
ZH	8	1,818628	0,227329	1,45	0,1727

version(variety) Effect Sliced by variety for KN_spike					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PI	8	1410,093578	176,261697	1,84	0,0649
RB	8	717,643905	89,705488	0,94	0,4833
RD	9	2715,187019	301,687447	3,16	0,0009
RN	8	3801,49512	475,18689	4,97	<.0001
ZH	8	1210,966825	151,370853	1,58	0,1246

version(variety) Effect Sliced by variety for GW_spike					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PI	8	6,091766	0,761471	3,02	0,0022
RB	8	3,957277	0,49466	1,96	0,0472
RD	9	11,410794	1,267866	5,04	<.0001
RN	8	11,250237	1,40628	5,59	<.0001
ZH	8	1,587664	0,198458	0,79	0,613

version(variety) Effect Sliced by variety for TKW					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PI	8	1280,431953	160,053994	3,71	0,0003
RB	8	2596,719856	324,589982	7,53	<.0001
RD	9	2655,872477	295,096942	6,85	<.0001
RN	8	900,014574	112,501822	2,61	0,0077
ZH	8	260,0988	32,51235	0,75	0,6431

version(variety) Effect Sliced by variety for sterile_prop					
variety	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
AU	9	0,195714	0,021746	4,86	<.0001
HL	8	0,050769	0,006346	1,42	0,1827
PI	8	0,036034	0,004504	1,01	0,4279
RB	8	0,13836	0,017295	3,87	0,0001
RD	9	0,278605	0,030956	6,92	<.0001
RN	8	0,048722	0,00609	1,36	0,208
SO	9	0,172454	0,019162	4,29	<.0001
TO	8	0,246735	0,030842	6,9	<.0001
ZH	8	0,046897	0,005862	1,31	0,2327
ZW	8	0,337953	0,042244	9,45	<.0001

Annexe V : Résultats des tests de comparaison de variance blé – essais à la ferme global (effet version hiérarchisé dans l'effet variété)

Ces tests évaluent la différence entre la troisième génération et le témoin des variétés.

Farm/Ferme	Variety/variété	Plant Height/Hauteur (mm)	Spike Length/Longeur (mm)	Spike node distance (SND)/distance entre l'épi et la distance (SND)/distance entre l'épi et la distance (LSD)	Last-leaf-spike distance (LSD)	épi et la feuille	Proportion (LSD/SND)	Awns/Barbes	Color/Couleur d'épi	Spike Length/Longeur (cm)	number of spikes/ nombre d'épillet	Kernel number f de grains par épi	Kernel number f spike/ nombre d'épillet	Grain weight per spike/poids de grains par épi	TKW PMG	Density/Densité	Proportion steril spikes/ épillets stériles	
FM	AU	0.58	0.70	0.47	0.51	0.29	1.00	1.00	1.00	0.81	0.88	0.75	0.91	0.51	0.51	0.86	0.89	
GC	AU	0.67	0.10	0.86	0.45	0.00	1.00	1.00	1.00	0.49	0.81	0.78	0.11	0.20	0.84	0.96	0.00	
HF	AU	0.71	0.89	0.75	0.78	0.33	1.00	1.00	1.00	0.56	0.26	0.01	0.01	0.04	0.57	0.86	0.14	
JFB	AU	0.11	0.20	0.08	0.07	<0.001	1.00	1.00	1.00	0.56	0.46	0.52	0.63	0.01	0.00	0.94	0.56	
PVI	AU	0.63	0.57	0.18	0.14	0.00	0.90	1.00	<0.001	<0.001	0.69	0.78	0.85	0.80	0.47	0.98	0.82	
PVZ	AU	0.88	0.76	0.94	0.90	0.62	0.63	1.00	1.00	0.89	0.62	0.21	0.45	0.67	0.84	0.95	0.41	
VC	AU	0.18	0.01	0.35	0.75	0.04	1.00	1.00	1.00	0.03	0.74	0.01	0.00	0.02	0.69	0.37	0.01	
FM	HL	0.07	0.22	0.60	0.10	0.07	1.00	1.00	1.00	0.27	0.73	0.70	0.80	0.63	0.42	0.61	0.77	
GC	HL	0.74	0.08	0.27	0.40	0.78	1.00	1.00	1.00	0.39	0.28	0.60	0.34	0.50	0.76	0.87	0.15	
HF	HL	0.00	0.58	0.01	0.01	0.06	1.00	1.00	1.00	0.90	0.64	0.96	0.81	0.50	0.22	0.85	0.25	
PVI	HL	0.26	0.33	0.01	0.00	0.00	0.47	0.01	0.01	0.47	0.30	0.81	0.85	0.95	0.44	0.88	0.71	
PVZ	HL	0.07	0.99	0.10	0.09	0.31	1.00	1.00	1.00	0.97	0.78	0.45	0.86	0.86	0.82	0.84	0.99	
VC	HL	0.57	0.28	0.64	0.53	0.32	1.00	0.81	0.81	0.26	0.46	0.50	0.30	0.51	0.42	0.02	0.18	
FM	PI	0.44	0.13	0.15	0.41	0.57	0.26	0.00	0.00	0.23	0.88	<0.001	0.00	<0.001	0.39	0.33	0.04	
GC	PI	0.07	0.35	0.55	0.16	0.02	<0.001	0.00	0.00	0.72	0.13	0.00	0.01	0.01	0.54	0.75	0.17	
HF	PI	0.21	0.95	0.70	0.77	0.51	0.91	0.62	0.62	0.42	0.51	0.42	0.02	0.01	0.19	.	.	
JFB	PI	0.93	0.90	0.81	0.73	0.08	0.49	0.15	0.15	0.99	0.95	0.84	0.84	0.19	0.16	0.98	0.90	
PVI	PI	0.18	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.62	0.62	0.29	0.59	0.10	0.38	0.65	0.80	0.57	0.72	
VC	PI	0.38	0.74	0.44	0.35	0.66	0.63	0.05	0.05	0.68	0.02	0.63	0.52	0.04	0.02	0.65	0.33	
FM	RB	0.02	0.44	0.08	0.07	0.34	0.72	0.14	0.14	0.75	0.40	0.26	0.33	0.51	0.00	0.94	0.76	
GC	RB	0.01	<0.001	0.90	0.03	0.00	0.90	0.01	0.01	0.00	0.15	0.52	0.23	0.02	<0.001	0.50	0.24	
HF	RB	0.08	0.06	0.74	0.75	0.81	1.00	0.46	0.46	0.17	0.15	0.02	0.02	0.05	0.88	.	.	
JFB	RB
PVI	RB	0.73	0.04	0.87	0.28	0.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.34	0.67	0.63	0.95	0.62	0.55	
VC	RB	0.51	0.16	0.09	0.04	0.28	0.55	0.05	0.05	0.58	0.32	0.32	0.95	0.74	0.49	0.67	0.48	
FM	RD	0.16	0.05	0.03	0.15	0.50	<0.001	0.62	0.62	0.15	0.12	0.05	0.07	0.09	0.76	0.71	0.01	
GC	RD	0.16	<0.001	0.14	0.36	0.99	0.63	0.46	0.46	<0.001	0.63	0.52	0.03	0.27	0.01	0.07	0.00	
HF	RD	0.97	0.81	<0.001	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.67	<0.001	0.01	0.01	0.00	0.07	0.80	0.40	
JFB	RD	0.00	<0.001	<0.001	<0.001	0.00	<0.001	0.01	0.01	0.01	<0.001	<0.001	0.00	0.12	<0.001	0.80	0.40	
PVI	RD	0.30	0.97	0.41	0.54	0.77	0.72	0.81	0.81	0.90	0.64	0.90	0.72	0.94	0.37	0.85	0.90	
PVZ	RD	0.90	0.02	0.20	0.18	0.33	0.00	0.00	<0.001	0.27	0.75	0.05	0.11	0.96	0.00	0.49	0.00	
VC	RD	0.80	0.10	0.03	0.18	0.93	0.00	<0.001	<0.001	0.38	0.84	0.01	0.01	0.00	0.17	0.76	0.01	

Farm/Ferme	Variety/Variété	Plant Height/Hauteur (mm)	Spike Length/Longer de l'épi (mm)	Spike-node distance (SND)/distance entre l'épi et la noueud	Last-leaf-spike distance (LSD)/distance entre l'épi et la feuille	Proportion (LSD/SND)	Awns/Barbes	Color/Couleur de l'épi	Spike Length/Longer de l'épi (cm)	number of spikes/ nombre d'épillets	Kernel number per spike/nombre de grains par épi	Grain weight per spike/poids de grains par épi	TKW PMG	Density/Densité	Proportion sterile spikes/épillets stériles
FM	RN	0.43	0.03	0.81	0.59	0.19	0.63	1.00	0.55	0.88	0.52	0.34	0.42	0.75	0.46
GC	RN	0.02	<0.001	0.31	0.96	0.17	1.00	1.00	0.95	0.00	0.03	0.00	0.00	0.70	0.00
HF	RN	0.62	0.27	0.72	0.80	0.97	1.00	1.00	0.74	0.00	0.35	0.50	0.35	0.41	0.28
JFB	RN	0.68	0.01	0.57	0.53	0.09	1.00	1.00	0.10	0.78	0.00	0.00	0.09	0.41	0.00
PVI	RN	0.85	0.27	0.52	0.45	0.36	0.81	1.00	0.49	0.49	0.74	0.50	0.39	0.87	0.86
PVZ	RN	0.48	0.45	0.77	0.80	0.23	0.81	0.81	0.94	0.39	0.11	0.30	0.81	0.74	0.94
VC	RN	0.01	0.05	0.26	0.40	0.51	1.00	1.00	0.21	0.17	0.45	0.17	0.98	0.68	0.24
FM	SO	0.07	0.22	0.00	0.00	0.34	0.63	0.05	0.18	0.00	0.26	0.03	0.08	0.86	0.03
GC	SO	0.20	0.54	0.01	0.10	0.50	1.00	<0.001	0.83	0.59	0.27	0.81	0.70	0.98	0.13
HF	SO	0.25	0.30	0.51	0.18	0.25	0.28	0.01	0.42	0.00	0.02	0.45	0.89	0.45	0.01
JFB	SO	<0.001	0.20	<0.001	<0.001	<0.001	1.00	0.46	0.81	0.13	0.05	0.36	0.00	0.71	0.77
PVI	SO	1.00	0.18	0.57	0.64	0.32	0.40	0.81	0.27	0.00	0.01	0.00	<0.001	0.61	0.17
PVZ	SO	0.42	0.74	0.29	0.21	0.64	1.00	0.00	0.87	0.28	0.29	0.37	0.86	0.76	0.26
VC	SO	0.86	0.60	0.68	0.37	0.50	1.00	0.47	0.79	0.43	0.03	0.11	0.08	0.89	0.64
FM	TO	0.52	0.18	0.77	0.69	0.68	0.06	0.64	0.48	0.84	0.86	0.94	0.04	0.80	0.83
GC	TO	0.68	0.31	0.84	0.79	0.78	0.02	0.02	0.18	0.09	0.06	0.00	0.01	0.61	<0.001
HF	TO	0.00	0.45	0.17	0.97	0.57	0.63	1.00	0.80	0.06	0.39	0.73	0.82	0.40	0.43
PVI	TO	0.62	0.25	0.89	0.73	0.88	0.23	0.32	0.38	0.92	0.18	0.13	0.08	0.79	0.22
PVZ	TO	0.09	0.76	<0.001	<0.001	0.11	0.09	0.62	0.69	0.00	0.07	0.00	0.01	0.22	0.02
VC	TO	0.35	0.11	0.43	0.24	0.93	0.40	<0.001	0.57	0.69	0.19	0.27	0.60	0.95	0.61
FM	ZH	0.77	0.65	0.08	0.15	0.21	0.90	1.00	0.95	0.15	0.00	0.00	0.65	0.74	0.15
GC	ZH	0.70	0.25	0.44	0.21	0.01	0.72	1.00	0.41	0.39	0.15	0.04	0.09	0.67	0.02
HF	ZH	0.32	0.34	0.51	0.78	0.27	0.55	1.00	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.82	0.20
PVI	ZH	0.98	0.24	0.10	0.29	0.86	0.72	1.00	0.29	0.13	0.89	0.17	0.01	0.82	0.06
VC	ZH	0.00	0.90	0.11	0.19	0.36	0.34	1.00	0.37	0.10	0.25	0.49	0.45	<0.001	0.01

Annexe VI : Vitesse d'épiaison des six variétés de blé non présentées sur la figure 19

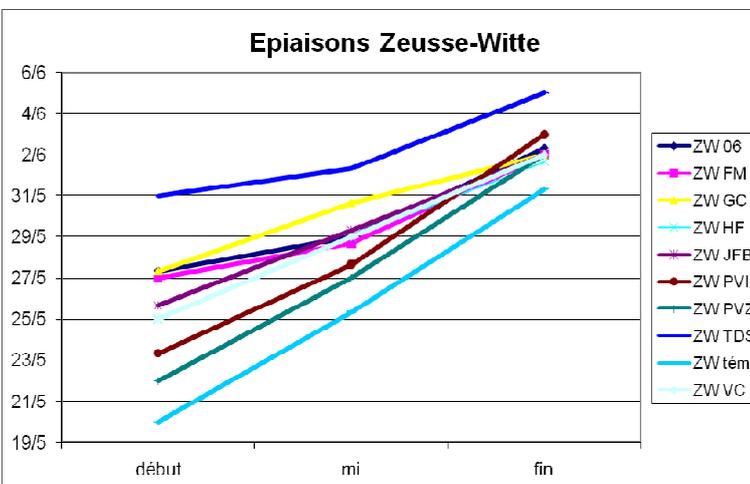
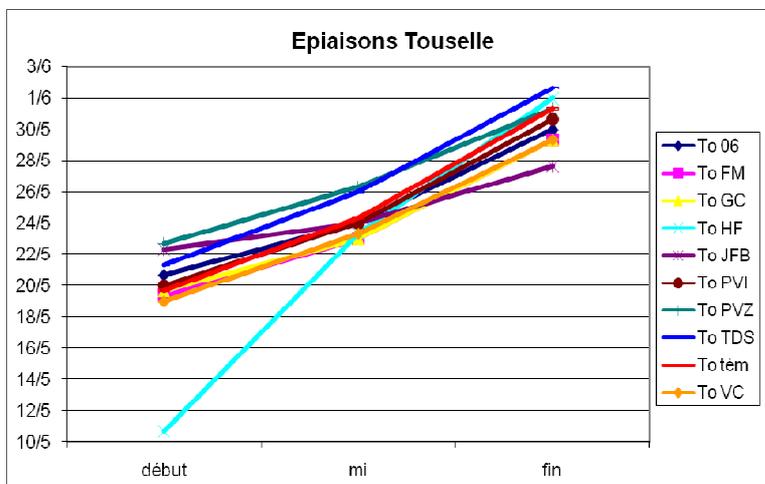
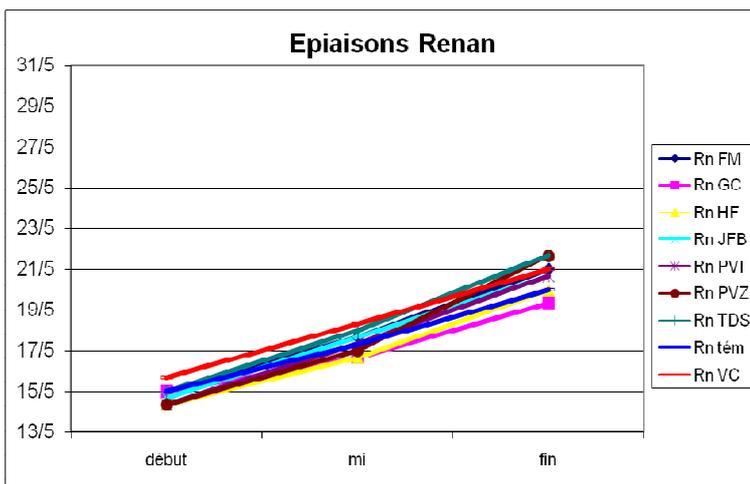
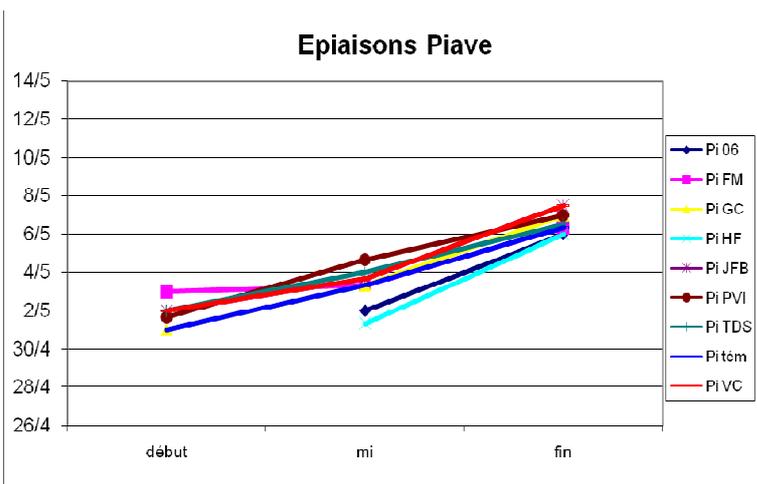
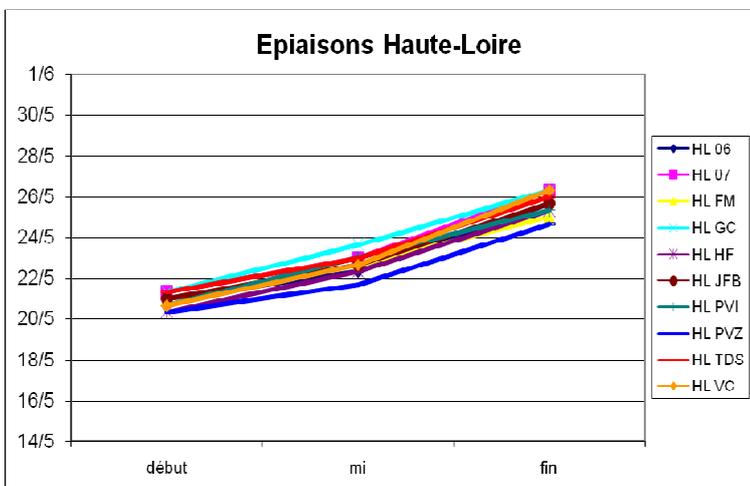
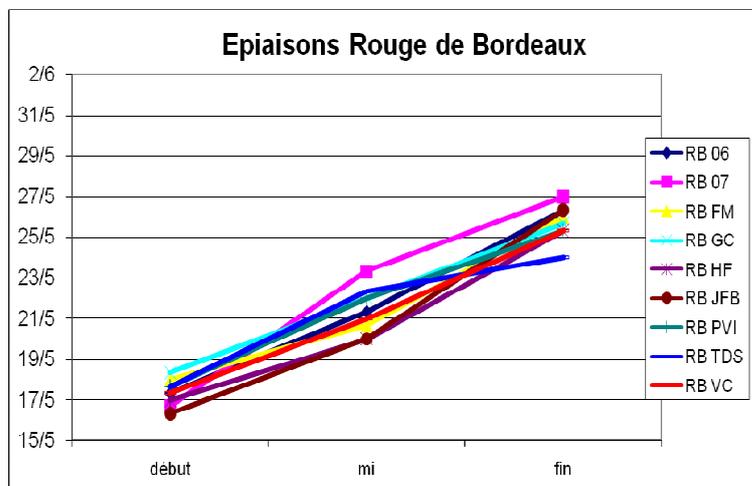


Table des Illustrations

Figure 1 : Les étapes de l'inscription d'une variété au catalogue (GNIS)	15
Figure 2 : Comportement selon quatre niveaux d'intensification de quatre variétés de blé (Cappelle, variété phare de l'après-guerre et 3 variétés des années 80) (AURIAU et al., 1992)	21
Figure 3 : Le flux de ressources génétiques de blé au sein du Réseau Semences Paysannes.	24
Figure 4 : Illustration du processus circulaire de recherche, d'après LANCON, 2001, CHABLE, 2009, ATLIN et al., 2001	25
Figure 5 : Distribution des semences la première année du projet (GOLDRINGER, 2009)	30
Figure 6 : Mesure de l'évolution au cours du temps des variétés multipliées en micro-parcelles par les paysans.	31
Figure 7 : Répartition des essais de blé du projet FSO	36
Figure 8 : Schéma d'une tige de blé avec les mesures de hauteur correspondantes.	36
Figure 9 : Schéma de notation de la longueur des barbes (CPVO, 2008 modifié)	36
Figure 10 : Echelle de notation de la couleur des épis	36
Figure 11 : Plan schématisé de l'essai FSO du Rheu pour le blé.	39
Figure 12 : Répartition des essais de haricots du projet FSO	40
Figure 13 : Plan de l'essai FSO du Rheu 2009 - Haricots	42
Figure 14 : Photographie d'une plante de haricot notée M – « marbrée »	42
Figure 15 : Répartition des essais de maïs du projet FSO	44
Figure 16 : Plan de l'essai FSO du Rheu 2009 – Maïs	45
Figure 17 : Echelle de notation de la couleur des soies.	45
Figure 18 : Représentation graphique des deux premières dimensions de l'Analyse en Composantes Principales réalisée sur les données 2009 de blé du Rheu.	49
Figure 19 : Vitesse d'épiaison des versions de 4 variétés de blé, une lignée pure (Aubusson), un mélange de variétés de pays (Redon), un mélange de deux lignées pures (Zonnehoeve) et une variété de pays (Solina).	50
Figure 20 : a. Hauteur des plantes des versions de cinq variétés de blé (essai du Rheu) ; b. Poids du grain par épi des versions de cinq variétés de blé (essai du Rheu).	50
Figure 21 : Note de verse, longueur de l'épi et poids de la récolte du blé – essai du Rheu.	51
Figure 22 : Graphique de densité de plantes en sortie d'hiver pour l'ensemble des variétés, selon le lieu de multiplication (blé, essais du Rheu 2009)	52
Figure 23 : Interaction variété – version pour la hauteur des plantes, essais à la ferme.	52
Figure 24 : Rendement sur les essais à la ferme de deux variétés de blé.	52
Figure 25 : Rendement de l'ensemble des variétés de blé sur les essais à la ferme.	53
Figure 26 : a. Variance de la hauteur des tiges ; b. Variance de la longueur des épis.	53
Figure 27 : Influence de la sélection des agriculteurs sur les principaux critères de sélection des cinq variétés de maïs du projet FSO. 27.a : Date de floraison mâle Biancoperla ; 27.b : Plantes attaquées par le charbon – Grand Roux Basque ; 27.c : Date de floraison mâle – Italien ; 27.d : Plantes attaquées par le charbon – Italien ; 27.e : Insertion de l'épi le plus haut – Narguilé ; 27.f : Plantes attaquées par le charbon – Narguilé ; 27.g : Date de floraison mâle – Sponcio.	54
Figure 28 : Descendance de deux variants semés au Rheu en 2009 : Flageolet Chevrier « Black1 » apparus chez BV (en haut) et Gialet de chez JLB.	55
Figure 29 : Arbre reconstruit par la méthode UPGMA illustrant les différences entre des populations de la variété de blé Rouge de Bordeaux cultivées dans des lieux différents et des populations d'autres variétés (DEMEULENAERE et al., 2008).	58
Figure 30 : Parcelles d'expérimentation du projet FSO chez un agriculteur du Maine-et-Loire.	71

Tableau 1 : Origine des variétés de céréales, pommes de terre et légumineuses en Europe (%) (BOCCI et CHABLE, 2008).	123
Tableau 2 : Répartition de la production de semences de maïs dans différents pays (FIS, 2004)	123
Tableau 3 : Liste non exhaustive des concepts rattachés aux termes employés pour désigner une variété (CHABLE et al., 2009)	40
Tableau 4 : Les partenaires du projet FSO	26
Tableau 5 : Présentation des 10 variétés de blé du projet FSO et leur région d'origine (SERPOLAY et al., en révision)	35
Tableau 6 : Liste des variables utilisées pour le traitement statistique des données de l'expérimentation de blé chez les paysans en 2009.	38
Tableau 7 : Présentation des 9 variétés de haricots du projet FSO et de leur région d'origine.	40
Tableau 8 : Sélections réalisées par les paysans sur les haricots lors de la première année de multiplication	41
Tableau 9 : Echelle de notation des maladies sur l'essai de haricots. Pour chaque plante, entre 0 et 3 maladies étaient notées, associées à un niveau d'intensité.	43
Tableau 10 : Présentation des 5 variétés de maïs du projet FSO et de leur région d'origine.	44
Tableau 11 : Tableau récapitulatif de l'évolution des variétés de maïs (essai du Rheu).	47
Tableau 12 : Tableau récapitulatif de l'évolution des variétés de haricot (essai du Rheu).	48
Tableau 13 : Résultats de l'Anova pour la variable « plants.m2 », la densité de plantes de blé en sortie d'hiver. Modèle non hiérarchisé	51
Tableau 14 : Poids du grain par épi – variété de blé Solina.	52

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Sommaire	5
Remerciements	6
Table des sigles et des abréviations	7
Introduction	8
I. <u>LE CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE ET SCIENTIFIQUE DES SEMENCES PAYSANNES</u>	10
1. LE MARCHÉ MONDIAL DES SEMENCES	10
A. LE MARCHÉ MONDIAL DES SEMENCES	10
Historique du marché des semences	10
Etat actuel du marché	10
Augmentation relative du nombre d'inscriptions	10
B. LA PLACE DES SEMENCES DE FERME	11
Etat actuel de la situation	11
Evolution récente : appellations d'origine et agriculture biologique	13
2. LEGISLATION CONCERNANT LES SEMENCES – LE CAS DE LA FRANCE	14
A. LA PROTECTION DES VARIETES	14
B. L'INSCRIPTION AU CATALOGUE OFFICIEL	15
Fonctionnement global du catalogue	15
Etapes de l'inscription	15
C. UTILISATION DES SEMENCES DE FERME	16
Variétés « conventionnelles »	16
Variétés de conservation	16
D. CONTESTATION DES CRITERES DHS	17
Limites de l'homogénéité	17
Intérêts des variétés hétérogènes	18
Contestation de la VAT	19
3. LA RECHERCHE PARTICIPATIVE SUR LES SEMENCES	19
A. LES SEMENCES PAYSANNES	19
Définition des variétés paysannes	19
Répondre aux attentes des consommateurs	20
Développer des variétés adaptées	21
Maintenir la biodiversité cultivée	22
B. LES RESEAUX SEMENCES PAYSANNES	23
C. NAISSANCE DE LA RECHERCHE PARTICIPATIVE	24
4. « FARM SEED OPPORTUNITIES »	26
A. L'ORGANISATION DU PROJET	26
Présentation générale	26
Objectifs	27
Axes de travail	27

B. L'AXE DE TRAVAIL « AMELIORATION DE LA CONSERVATION ET DE LA MULTIPLICATION »	28
C. LES TRAVAUX DE STAGE	28
D. EMERGENCE DE LA PROBLEMATIQUE	29

II. METHODE DE TRAVAIL **30**

1. PRINCIPES GENERAUX	30
A. OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION	30
B. PROTOCOLE GENERAL D'EXPERIMENTATION	30
Mise en place et deux premières années	30
2009, année des mesures et des comparaisons	31
C. MESURES EFFECTUEES EN 2009	32
D. UN PROTOCOLE CHOISI POUR DES RAISONS TECHNIQUES	32
E. TRAITEMENT STATISTIQUE	33
Essais à la ferme	33
Essai du Rheu	34
2. L'EXPERIMENTATION « BLE » EN 2009	35
A. ESSAIS CHEZ LES AGRICULTEURS	35
Dispositif expérimental	35
Mesures effectuées	36
B. ESSAI GLOBAL DU RHEU	38
Dispositif expérimental	38
Mesures réalisées	39
3. L'EXPERIMENTATION « HARICOTS » EN 2009	39
A. GESTION DE LA DIVERSITE ET DE L'APPARITION DE HORS-TYPE	39
B. ESSAI GLOBAL DU RHEU	41
Dispositif expérimental	41
Mesures réalisées	42
4. L'EXPERIMENTATION « MAÏS » EN 2009	43
A. ESSAIS CHEZ LES PAYSANS	43
Dispositif expérimental	43
Mesures réalisées	44
B. ESSAI GLOBAL DE RENNES	45
Dispositif expérimental	45
Mesures réalisées	45

III. RESULTATS : CARACTERISATION DE L'EVOLUTION DES VARIETES **47**

1. IMPACTS DES DEUX ANNEES DE MULTIPLICATION	47
2. EVOLUTION SELON LA STRUCTURE DE LA VARIETE	48
A. EVOLUTION GLOBALE	48
Cas du blé	48
Cas des autres espèces	49
B. UNE EVOLUTION DIFFERENTE SELON LES CARACTERES	50

3. EVOLUTION PAR RAPPORT LIEU DE MULTIPLICATION	51
A. ESSAI DU RHEU	51
B. ESSAIS A LA FERME	52
4. EVOLUTION DE LA VARIABILITE	53
5. INFLUENCE DE LA SELECTION	53
A. SELECTION CONSCIENTE	53
Biancoperla	54
Grand Roux Basque	54
Italien	54
Narguilé	54
Sponcio	54
B. APPARITION DE VARIANTS, EXEMPLE DES HARICOTS	55
6. CONCLUSIONS SUR LES RESULTATS	55

IV. DISCUSSION DES RESULTATS EN LIEN AVEC LA DIRECTIVE « VARIETES DE CONSERVATION » 57

1. LES CRITERES DHS	58
A. DISTINCTION	58
Distinction des variétés entre elles	58
Distinction entre versions d'une même variété d'origine : nouvelles variétés ?	58
B. HOMOGENEITE	59
C. STABILITE	60
Stabilité dans l'espace	60
Stabilité dans le temps	60
2. ADAPTATION DES VARIETES, SELECTION DES AGRICULTEURS	61
3. ZONE GEOGRAPHIQUE LIMITEE ET EROSION GENETIQUE	61
A. LA NOTION DE ZONE GEOGRAPHIQUE LIMITEE	61
B. LE PHENOMENE D'EROSION GENETIQUE	62
4. LES LIMITES DE L'ETUDE	63
A. DUREE	63
B. PARTICIPATION	63
C. LES TEMOINS DES EXPERIENCES	64
D. ESSAIS A LA FERME	64
E. ANALYSES GENETIQUES	65

V. PROPOSITIONS DE REGLEMENTATION POUR LES SEMENCES PAYSANNES 66

1. S'INSPIRER DES REGLEMENTATIONS EXISTANTES EN EUROPE	66
2. LE SYSTEME PROPOSE PAR LE CONSORTIUM DE FSO	67
A. CADRE REGLEMENTAIRE	67
Variétés échangées mais non commercialisées	68
Variétés commercialisées	68
B. GENETIQUE	69
C. METHODE	70

Distinction	70
Homogénéité et stabilité	71
D. MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS	71
Conclusion	73
Bibliographie	74
Annexes	79
Table des Illustrations	89
Table des matières	91
Résumé	95
Abstract	95

Résumé

CARACTERISATION DE L'EVOLUTION DE VARIETES PAYSANNES POUR LA MISE EN PLACE D'UNE LEGISLATION SEMENCIERE ADAPTEE

Le marché des semences dans les pays industrialisés est en stagnation. En revanche, la production de semences de ferme est en augmentation notamment du fait du manque d'offre de variétés adaptées à l'agriculture biologique. A cause des contraintes qui pèsent sur l'inscription de nouvelles variétés (critères DHS) et sur leur commercialisation, ces variétés hétérogènes, utiles en conditions de culture à faibles niveaux d'intrants, ne peuvent être ni inscrites au Catalogue ni échangées entre agriculteurs.

Malgré ces difficultés, des agriculteurs se lancent dans la culture de variétés paysannes. Grâce à ces agriculteurs, regroupés en associations et réseaux, des projets de recherche participative ont pu être créés. Le but du projet européen « Farm Seed Opportunities », coordonné par l'INRA, est de fournir des propositions de réglementation permettant la coexistence des variétés paysannes avec le système variétal conventionnel.

Afin d'évaluer l'évolution des variétés paysannes, pour différentes espèces, des variétés paysannes ont été multipliées pendant deux ans chez plusieurs agriculteurs créant ainsi, chacun, une version de chaque. En 2009, les versions de chacune des variétés ont été comparées entre elles et avec les plantes issues des semences originales.

Les résultats de cette expérimentation montrent que toutes les variétés ont évolué, quelles que soient leur structure génétique et leur lieu de multiplication. Cette évolution se fait parfois dans un sens favorable à l'agriculteur. Les résultats font ressortir le rôle important de l'interaction génotype-environnement. Chaque variété a donc un schéma d'évolution qui lui est propre.

Face à cette diversité d'évolutions, il est nécessaire d'adapter la réglementation pour permettre aux agriculteurs d'inscrire leurs variétés sur un Catalogue spécifique selon des règles assouplies quant à l'homogénéité, la stabilité et la zone géographique de culture limitée afin que les agriculteurs puissent : (i) cultiver des variétés adaptées à une agriculture à faibles niveaux d'intrants et à leur terroir et (ii) stimuler le maintien et le renouvellement de la biodiversité cultivée.

Mots clés : *variétés paysannes, recherche participative, agriculture biologique, adaptation locale, interaction génotype-environnement, biodiversité cultivée*

Abstract

CHARACTERISATION OF THE FARMERS' VARIETIES EVOLUTION FOR THE ESTABLISHMENT OF ADAPTED SEED LAWS

The seed market in industrialized countries is stagnant. In contrast, the production of farm seeds is growing particularly because of the lack of varieties suited for organic agriculture. On account of the strict regulations on the registration of new varieties (DUS criteria) and their commercialization, these heterogeneous varieties, useful in low input conditions can neither be registered in the Catalogue nor exchanged between farmers.

Despite these difficulties, more and more farmers are starting to cultivate landraces and farmers' varieties. Thanks to these farmers, grouped together in networks, participatory research projects were able to be launched. The aim of the European project Farm Seed Opportunities, led by INRA, is to make legislative propositions based on scientific analysis of these non-conventional varieties which will allow for the coexistence between the farmers' varieties and the formal varietal system.

To evaluate the evolution of the farmers' varieties, for four species, different varieties were multiplied during two vegetative seasons in farmers' fields that led to the development of different versions of each variety (one per farmer). In 2009, the versions of every variety were compared with each other and with the plants that came from the original seeds.

The results of this experimentation show that all the varieties have evolved, whatever their genetic structure or place of multiplication. Some appears to be sometimes in the way suited by the farmer. The results also show the important role of the genotype-environment interactions. According to that, each variety has its own evolution scheme.

Thus, it is necessary to adapt the legislation to this diversity of evolutions in order to permit farmers to register their varieties on a specific Catalogue with less strict rules for homogeneity, stability and a less limited geographic growing zone. This could allow farmers (i) to grow varieties adapted to low input agriculture and to their *terroir* and (ii) to have a better conservation of the cultivated biodiversity.

Key words: *landraces, participative research, organic agriculture, local adaptation, genotype-environment interactions, cultivated biodiversity*