

## UGEBIO

### Utilisation et Gestion de la Biodiversité cultivée en agriculture biologique

**Responsable scientifique :** Isabelle Goldringer [isabelle.goldringer@inra.fr](mailto:isabelle.goldringer@inra.fr)

**Période du projet :** septembre 2015 à août 2019

#### Résumé du projet

Le développement de l'agriculture biologique (AB) est limité par un manque de variétés végétales adaptées à la diversité des pratiques rencontrées et souvent ne repose pas sur un déploiement suffisant de la diversité cultivée dans l'espace et dans le temps. Une des approches pour répondre à ces enjeux est de décentraliser la sélection directement dans les conditions des fermes « bio » en mettant en œuvre un processus participatif associant les agriculteurs et autres acteurs de la filière. S'engager dans cette voie induit des besoins forts en termes de recherche sur les concepts et les méthodes de gestion de la biodiversité cultivée. Prenant la suite de travaux déjà engagés de sélection participative (SP) appliquée au blé (collaboration GQE–Le Moulon – RSP (Réseau semences paysannes)), le projet UgeBio a testé, finalisé et rendu plus génériques un certain nombre d'outils et de méthodes en cours de développement. Il a également évalué l'intérêt de variétés-populations issues de la SP et l'impact de ce processus sur le maintien de la biodiversité cultivée.

UgeBio a mené une recherche-intervention pour (i) développer des méthodes et des outils d'aide à la gestion et à la sélection de la diversité cultivée à la ferme, les mettre en œuvre dans le cadre du suivi d'un dispositif de SP sur le blé tendre, et en assurer l'appropriation par les groupes d'agriculteurs ; (ii) évaluer l'intérêt de variétés-populations issues de ce programme en AB et estimer la contribution attendue de ces pratiques à la diversification des paysages agricoles.

Dans le premier volet, nous avons mobilisé des approches de statistique, de bio-informatique et de génétique quantitative et des populations en collaboration avec les groupes d'agriculteurs, pour développer, perfectionner et adapter les méthodes et les outils pour la SP. Nous avons ainsi développé et mis à disposition des logiciels permettant la gestion des données issues de sélection participative et leur analyse statistique (ShiNeMaS, ShiNeMaS2R, PPBStats). Les caractéristiques des dispositifs expérimentaux les plus adaptés à l'évaluation à la ferme ont été identifiées en fonction des contextes, et de nouveaux modèles statistiques plus complets ont été développés et testés avec les données issues de la SP. Des formations ont été proposées pour faciliter l'appropriation des outils. En parallèle, des essais de sélection participative de blé tendre, poulard ou engrain ont été réalisés durant 3 saisons consécutives (2015-16, 2016-17, 2017-18) sur environ 50 fermes par des paysans du RSP notamment dans le Sud-Ouest, la région Centre, en Auvergne Rhône-Alpes et en Bourgogne. En 2018, 1019 populations de blé ont ainsi été testées à la ferme. Un suivi a été fait de 218 populations et 34 sélections massales faites par des paysans sur environ 20 fermes, ainsi que la récolte et l'envoi d'échantillons d'épis à GQE-Le Moulon. Le battage et les mesures sur épis et sur grains ont été réalisés et les données entrées dans la base ShiNeMaS. L'animation a été organisée conjointement par le RSP et GQE-Le Moulon.

Dans le deuxième volet, nous avons évalué différentes dimensions du processus de SP en caractérisant les 10 premières variétés-populations de blé issues de SP. Celles-ci ont été évaluées avec deux variétés commerciales utilisées en AB, pour leurs caractéristiques agronomiques, leur valeur nutritionnelle, par une analyse sensorielle et pour leur diversité génétique moléculaire. Plusieurs variétés populations issues de SP présentent un grand intérêt agronomique, y compris dans les conditions les plus favorables où les variétés commerciales sont productives. L'estimation de la diversité génétique intra- et inter-populations nous a permis d'évaluer l'impact de ces pratiques de sélection sur la biodiversité cultivée à l'échelle paysagère en utilisant un indicateur intégratif de diversité génétique.

**Mots-clés :** sélection participative décentralisée, gestion dynamique de la diversité cultivée, méthodologie de la sélection, évaluation à la ferme, organisation collective

## Résultats marquants

### Résultat marquant #1 : *PPBstats*, un package R pour analyser les données générées dans les programmes de sélection participative

*PPBstats* est un logiciel gratuit accessible sous licence libre depuis 2018 basé sur le langage R qui réalise la majorité des analyses adaptées aux données collectées durant des programmes de sélection participative à quatre niveaux : réseau de circulation des semences, essais agronomiques à la ferme, tests organoleptiques, analyses moléculaires. Il est destiné aux chercheurs, ingénieurs, animateurs des collectifs paysans et étudiants qui possèdent les bases de statistiques et de codage en langage R. Les objectifs de *PPBstats* sont :

- de réunir en un seul logiciel toutes les analyses nécessaires pour mener à bien des programmes de sélection participative avec une documentation exhaustive,
- de créer une communauté d'utilisateurs et de développeurs afin d'échanger sur la mise en place des essais et l'analyse des données issues de programmes de sélection participative à la ferme et développer de bonnes pratiques expérimentale et logicielle.

*PPBstats* peut aussi être utilisé pour l'analyse de données issues d'autres essais décentralisés lors de l'évaluation de ressources génétiques.

### Résultat marquant #2 : Nouvelles variétés-populations de blé tendre issues de sélection participative et en production dans des fermes AB

Le programme de sélection participative sur le blé tendre et les céréales a permis de développer de nouvelles variétés-populations qui sont en production actuellement sur des fermes en agriculture biologique et valorisées en farine et/ou en pain au levain biologique à la ferme ou en filière courte et locale. Les essais dans six fermes sur deux saisons de culture comparant 10 variétés-populations issues de sélection participative et deux variétés commerciales utilisées en AB (Renan et Hendrix) ont permis de confirmer l'intérêt des populations issues de SP d'un point de vue agronomique, organoleptique et nutritionnel dans des conditions d'agriculture biologique et de valorisation biologique artisanale. Certaines variétés SP présentent en effet un bon compromis entre production en grain et biomasse paille, concurrence aux adventices, rusticité dans les milieux difficiles, stabilité temporelle et qualité nutritionnelle. Certaines caractéristiques de stabilité temporelle ont pu être reliées à la grande diversité génétique des variétés. Les données de diversité génétique ont été mobilisées pour montrer que ces variétés-populations participent à une plus grande diversité dans les champs et les paysages. La mise au point des variétés se faisant de manière participative, les collectifs et les agriculteurs ont gagné en autonomie et continuent de développer leurs propres populations à partir des semences et des connaissances produites dans le projet de recherche participative.

### Résultat marquant #3 : Etude par simulation de l'influence du dispositif expérimental dans l'évaluation décentralisée à la ferme des populations et recommandations pour des programmes de sélection participative

Des problèmes méthodologiques spécifiques se posent lorsque l'on travaille avec des expérimentations à la ferme, notamment la mise en œuvre d'un plan expérimental qui corresponde aux contraintes et objectifs des agriculteurs, tout en permettant des analyses statistiques précises des données. Dans notre projet de sélection participative du blé, les agriculteurs, les animateurs et les chercheurs ont co-construit un plan expérimental qui répond à leurs besoins, mais qui est très déséquilibré (très peu de populations répétées sur chaque ferme et communes entre fermes) et a nécessité l'élaboration de modèles statistiques Bayésiens pour comparer les populations à la ferme et analyser la sensibilité des populations aux environnements. Nous avons étudié par simulation les effets de différentes caractéristiques du dispositif expérimental sur le comportement de deux modèles Bayésiens afin d'identifier la gamme des valeurs les plus appropriées et de formuler des recommandations. Les effets populations au sein de chaque ferme étaient bien estimés, même avec peu de témoins répétés. Cependant, le fait de répéter des populations d'intérêt plutôt que des témoins communs au sein des fermes et d'inclure suffisamment d'environnements fournit plus de puissance pour détecter des différences significatives. Si l'on cherche à mieux caractériser le comportement de populations dans des conditions environnementales variées, il vaut mieux les répéter dans plus de fermes et sur plus d'années.

### Résultat marquant #4 : SHiNeMaS, Un logiciel dédié au suivi de l'histoire des lots de semences, à leur caractérisation agronomique et aux pratiques culturelles

En 2005, des chercheurs de l'Inra et des paysans du RSP ont initié une collaboration autour de la sélection participative sur le blé tendre. Les objectifs étaient (1) d'étudier la gestion de la diversité cultivée à la ferme, (2) de développer des variétés-populations adaptées à l'AB, et (3) de co-développer des outils et méthodes adaptés à l'expérimentation à la ferme. Dans ce contexte, les différents partenaires ont besoin de tracer et analyser l'histoire et le cycle de vie des variétés-populations en représentant les relations entre lots de graines sous forme de réseaux. Pour se faire cette information nécessite d'être stockée dans une base de données. Nous avons donc développé SHiNeMaS, un outil web avec sa base de données associée permettant de tracer l'histoire de vie des lots de semences (multiplication, croisement, mélange, diffusion, sélection) sous forme d'un réseau et d'y associer les données collectées (phénotypage, environnement, pratiques culturelles). L'outil a été utilisé pour gérer toutes les données relatives au projet de SP blé par l'équipe de recherche (GQE-Le Moulon) et l'équipe d'animation du RSP, avec les informations pour 13316 populations semées, 4532 populations et 1595 bouquets de sélection mesurés, enregistrés depuis 2009 dans la base. L'ensemble de ces données est disponible pour les paysans du RSP impliqués dans le projet. D'autres équipes de recherche et d'autres acteurs ont déjà testé le logiciel et certains l'utilisent maintenant pour gérer leurs propres données.

**Participants au projet**
*Compétences mobilisées pour le projet*

<b>Unité porteuse</b>	IDF-Versailles-Grignon / dépt BAP / UMR de Génétique Végétale (Gif-sur-Yvette, 91)	Génétique quantitative, génétique des populations Bioinformatique : base de données sélection décentralisée, base de données pour l'indicateur de biodiversité Simulations - Agroécologie
<b>Autre unité Inra impliquée</b>	IDF-Jouy-en-Josas / dépt MIA / UR Mathématiques et Informatique Appliquées du Génome à l'Environnement (Maïage)	Statistiques bayésiennes sur les dispositifs déséquilibrés
<b>Partenaires techniques</b>	Réseau Semences Paysannes	Génétique quantitative, analyse de données, bioinformatique - Agronomie
	Cetab	Agronomie
	Ardear Aura	Agronomie
	Ardear Centre	Agronomie
	Graines de Noé	Agronomie
	Itab	Métrologie de la perception et qualité nutritionnelle

**Sélection de livrables consultables issus du projet**
**Publications scientifiques**

van Frank G., Goldringer I., Rivière P., David O. (2019) Influence of experimental design on decentralized, on-farm evaluation of populations : a simulation study. *Euphytica*, 215(7) : 126 <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2447-9>

**Thèse**

van Frank G. (2018) Gestion participative de la diversité cultivée et création de mélanges diversifiés de blé tendre à la ferme. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay préparée à l'Université Paris-Sud, soutenue le 6 dec. 2018 à Gif sur Yvette.  
<http://www.theses.fr/2018SACL525>

**Communication à destination des professionnels et du public**

Goldringer I, Pin S, Galic N, Locqueville J, van Frank G, Forst E, Garnault M, Bouvier d'Yvoire C, Rivière P, Bailly J, Baltassat R, Dalmaso C, Hyacinthe A, Berthelot JF, Caizergue F, Lacanette J, de Kochko P, Gascuel JS, Mercier F, Ronot B, Vindras C (2019) Évaluation agronomique et nutritionnelle des premières variétés-populations développées au sein du programme de sélection participative sur le blé tendre en France (1 & 2). Posters présentés lors de rencontres nationales et européennes (16-17 juin 2016 à Port Sainte Marie ; 22-23 juin 2017 à Meix-devant-Virton, Belgique).  
[https://www.semencespaysannes.org/images/documents/cultivons-diversite/poster\\_Resultats-EcoAgri-vf.pdf](https://www.semencespaysannes.org/images/documents/cultivons-diversite/poster_Resultats-EcoAgri-vf.pdf)

**Logiciels et documentation**

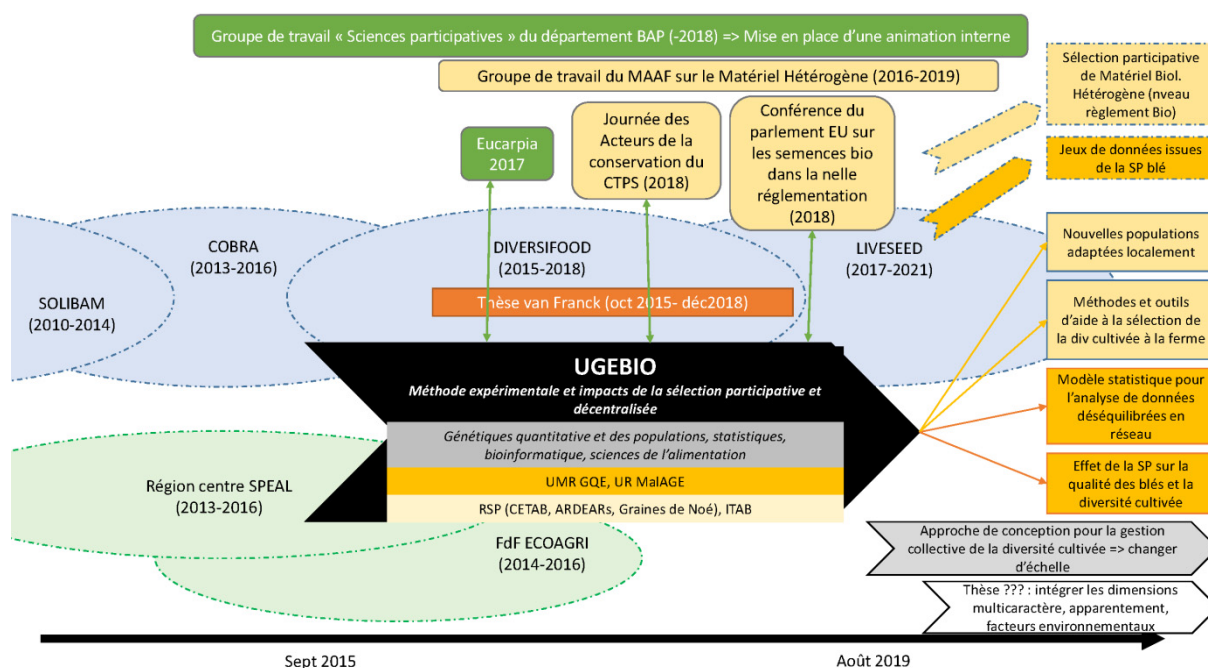
Package R *Shinemas2R* : An R package to query the database ShiNeMaS. <https://github.com/priviere/shinemas2R>

Code source du logiciel *SHiNeMaS* (<https://sourcesup.renater.fr/projects/shinemas/>)

Package R PPBstats : An R package for Participatory Plant Breeding statistical analyses. [https://priviere.github.io/PPBstats\\_web\\_site/](https://priviere.github.io/PPBstats_web_site/)

Package R PPBstats : An R package for Participatory Plant Breeding statistical analyses. [https://priviere.github.io/PPBstats\\_book/](https://priviere.github.io/PPBstats_book/)

**Dynamique de projets**



Activités complémentaires	Dates	Nom de l'activité et Financement	Interactions avec le projet Ugebio
<b>Antérieures</b>	2010-2014	FP7-SOLIBAM	Mise en place du dispositif de sélection participative à la ferme, identification des besoins en méthodes et développement des premiers outils et méthodes (statistiques, base de données...)
	2013-2016	Core Organic-COBRA	Accompagnement des groupes en sélection participative, apport sur les outils.
	2013-2016	Région Centre -SPEAL	Démarrage et développement de la sélection participative en région Centre.
<b>Parallèles</b>	2014-2016	FdF EcoAgri	Réalisation de l'expérimentation d'évaluation agronomique des 10 premières variétés issues de sélection participative, évaluation nutritionnelle et sensorielles des pains.
	2015-2019	H2020-DiversiFood	Poursuite des développements méthodologiques statistiques et de la base de données, finalisation des outils PPBStats et ShiNeMaS, accompagnement des collectifs dans la sélection participative, expérimentation sur les méthodes de sélection des mélanges de populations.
	2015-2018	Thèse G. van Franck	Développements méthodologiques, expérimentation sur les méthodes de sélection des mélanges de populations accompagnement des groupes pour les essais et analyses.
<b>Future</b>	Nov 2019	Prix de la Recherche Participative – Fondation de France	Valorisation et diffusion des résultats, rencontres large public à la ferme, réalisation de vidéos pédagogiques.
<b>Parallèle et future</b>	2017-2021	H2020 LiveSeed	Création et sélection participative de Matériel Hétérogène Biologique (nouveau règlement Bio 2018) avec Coop Bio