Évaluation agronomique et nutritionnelle des premières variétés-populations développées au sein du programme de sélection participative sur le blé tendre en France (1/2)

Goldringer I(1), Pin S(1); Galic N(1); Locqueville J(1); van Frank G(1); Forst E(1); Garnault M(1); Bouvier d'Yvoire C(1); Rivière P(1,2); Bailly J(2); Baltassat R(2); Dalmasso C(2); Hyacinthe A(2); Berthellot JF(2); Caizergue F(2); Lacanette J(2); de Kochko P(2); Gascuel JS(2); Mercier F(2); Ronot B(2); Vindras C(3)

(1) GQE – Le Moulon; INRA, Univ Paris-Sud, CNRS, AgroParisTech; 91190 Gif sur Yvette, France
(2) Réseau Semences Paysannes, 3 avenue de la gare, 47190 Aiguillon, France
(3) ITAB, Ferme Expérimentale 2485 Route des Pécolets, F-26800 Etoile-sur-Rhône, France

Introduction

La sélection participative (SP) est basée sur la décentralisation de la sélection dans les champs des paysans et sur leur implication dans les prises de décision lors de toutes les étapes du schéma de sélection. La SP permet le développement de variétés qui peuvent être finement adaptées aux conditions pédo-climatiques locales, aux pratiques agronomiques, aux modes de transformations des produits. Le plus souvent dans les programmes de SP, les variétés développées sont des variétés-populations, c'est à dire génétiquement hétérogènes, et sont dérivées d'un ou plusieurs croisements, ou d'un mélange de populations issues de croisements et / ou de variétés de pays, où la diversité a été maintenue à un certain niveau du fait des pratiques de sélection par les paysans.

Une telle approche a été appliquée sur le blé tendre en France depuis 2006 dans un partenariat entre l'INRA (GQE -Le Moulon) et des organisations paysannes regroupées au sein du Réseau Semences Paysannes (RSP) (Dawson et al 2011; Rivière et al 2014). Ce programme est co-construit par un collectif regroupant des paysans, des animateurs, des techniciens et des chercheurs. Des outils (base de données, fiches de suivi , ...) et des méthodes (statistiques, organisationnelles, ...) ont été développées pour aider à la création de nouvelles variétés-populations (Rivière et al. 2015). C'est le réseau d'acteurs, l'organisation sociale, qui est au cœur du développement de ces nouvelles variétés. Ici, nous présentons les résultats préliminaires d'une évaluation agronomique de deux ans et nutritionnelle des premières variétés-populations issues de ce programme de SP.

Matériel et Méthodes

La diversité évaluée :

- Dix variétés-populations développées au sein du programme de SP = **10 variétés SP** proposées par 5 paysans dans le projet, qui correspondent à un large éventail de types de variétés-populations: 1 variété de pays cultivée et sélectionnée dans la ferme depuis plusieurs années, 1 sélection massale dans une variété de pays, 1 population non fixée issue d'un croisement, 3 mélanges de plusieurs variétés de pays, 2 mélanges de plusieurs (jusqu'à 20) populations issues de croisements simples, 2 mélanges de variétés pays et de populations issues de croisements simples.
- **Deux variétés commerciales**, Renan et Hendrix, parmi les plus utilisées en agriculture biologique en France.

Renan au milieu de variétés populations

Japhabelle, population issue d'une sélection massale dans plusieurs populations issues de croisements

Dispositifs des essais :

- Évaluation pendant ***deux années*** (2013-2014 et 2014-2015) dans ***six fermes*** impliquées dans le projet de SP (voir carte ci contre).
- Essais = deux blocs complets randomisés // les pratiques sont en bio mais dépendent des lieux // la fertilité et la qualité du sol varient beaucoup entre les fermes // les conditions pédo-climatiques sont également très contrastées.

Population dynamique 2 issue d'un mélange de cinq variétés

Évaluation de populations en cours de sélection à la ferme

Mesures :

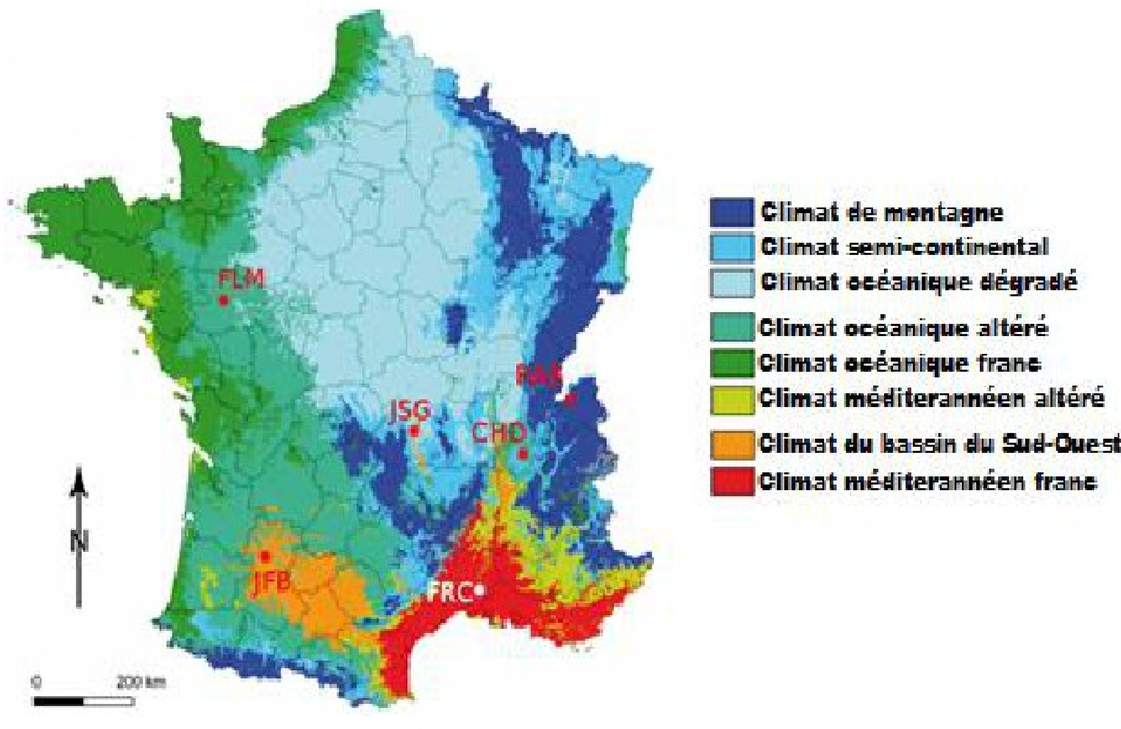
Agronomiques :

- Rendement en grains, Poids de mille grains (PMG), taux de protéine ont été mesuré au niveau de la micro-parcelle.
- Hauteur, distance entre la feuille drapeau et la base de l'épi (DFDBE), poids de l'épi et morphologie des épis ont été mesurés sur des plantes individuelles (25 p plantes par micro-parcelle).
- Les données ont été analysées avec une analyse statistique (AMMI) qui explique les observations par un effet de la *population,* de la *ferme* et de l'*année,* du *bloc* au sein d'une ferme, et toutes les interactions doubles entre *population*, *ferme* et *année*.

Nutritionnelles :

- Fibres : pentosanes - Acide férullique
- Luténine - Minéraux : Ca, Mg, Cu, Zn, K, Se
- Les données ont été analysées par une analyse multivariée descriptive

Les minéraux indiquent la densité nutritionnelle des grains et certains pourraient être précurseurs d'arômes. La lutéine, principal caroténoïde du blé limite la production d'héxanal, composé aromatique « désagréable », et présente un intérêt santé en jouant le rôle d'antioxydant. Enfin les pentosanes, sont des fibres soupçonnées jouer un rôle dans l'aptitude à la panification des variétés.



Les différentes fermes participant aux expérimentations

Évaluation agronomique et nutritionnelle des premières variétés-populations développées au sein du programme de sélection participative sur le blé tendre en France (2/2)

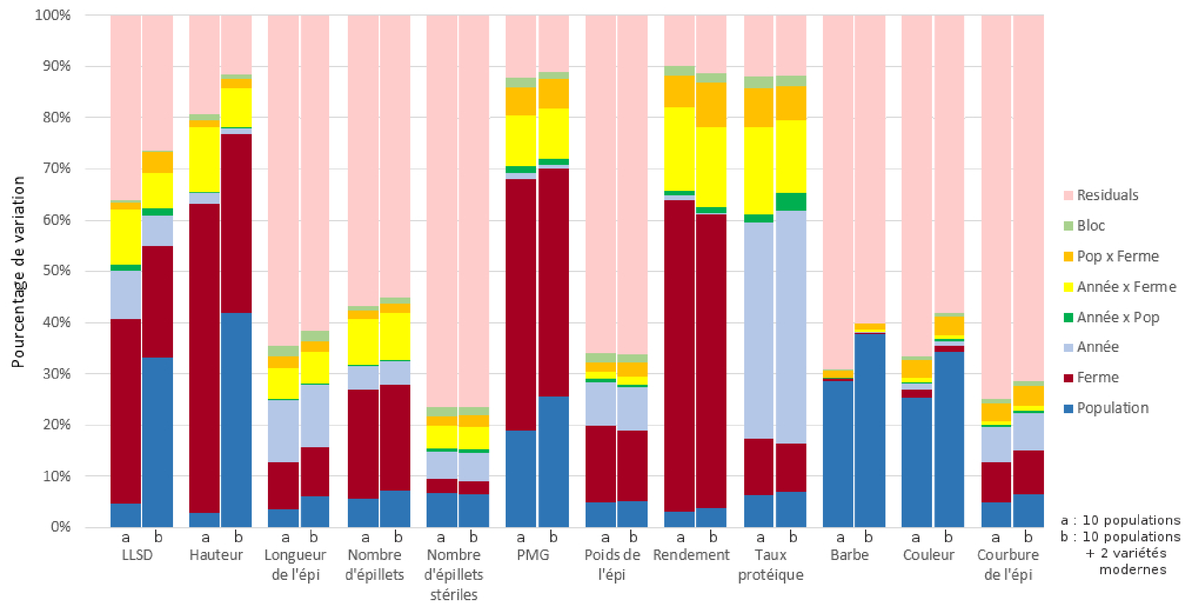
Résultats et Discussion

Résultats agronomiques

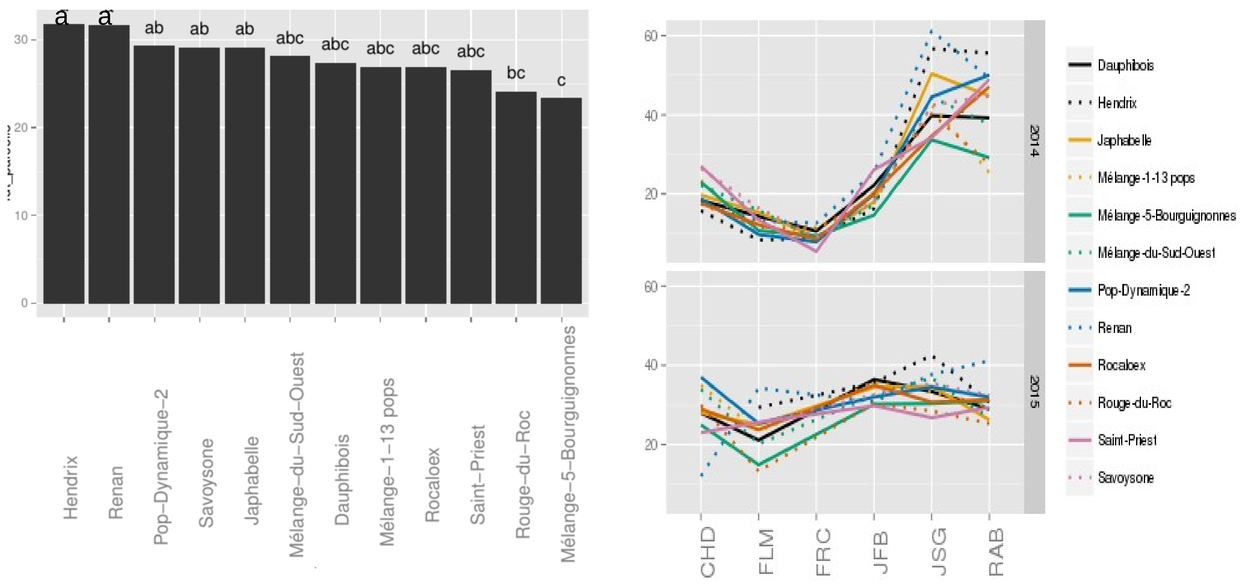
Dans le modèle statistique (AMMI), les effets varient fortement selon les variables considérées :

- ***Population*** : effet important pour le PMG, la présence de barbe, la couleur ainsi que pour la hauteur, la distance de la base de l'épi à la dernière feuille (LLSD) lorsque sont prises en compte les variétés commerciales, alors qu'il est assez faible pour le rendement en grain, le taux de protéine et les caractéristiques morphologiques des épis ;
- ***Ferme*** : effet prédominant pour PMG et le rendement en grains, important pour la hauteur et LLSD ;
- ***Année*** : effet le plus fort pour le taux de protéine ;
- ***Interaction Population x Ferme*** en général plus forte que l'interaction ***Population x Année***, indiquant que pour la plupart des variables, les populations se comportent de façon spécifique selon les fermes, ce qui soutient l'intérêt d'une sélection décentralisée.

Variation (% du total) pour chaque facteur dans le modèle statistique (AMMI)



Rendement moyen (gauche), Rendement par année et ferme (droite)



NB : La variance résiduelle représente la variance entre plantes au sein de chaque parcelle en plus de la variance entre parcelles (sauf pour le rendement, le PMG et la teneur en protéines pour lesquelles il n'y a qu'une mesure par parcelle.

En regardant les moyennes générales (sur les 6 fermes et les 2 années), seules 2 ***variétés SP*** sont significativement moins productives que les deux variétés commerciales.
Selon les fermes et les années, Renan est la meilleure (sur 1 ou 2 ferme) ou Hendrix est la meilleure (sur 1 ferme) ou certaines ***variétés SP*** sont meilleures. Hendrix a le taux de protéine le plus faible alors que Renan est dans la seconde moitié. Dans tous les cas, certaines ***variétés SP*** ont des réponses très intéressantes en termes de rendement en grain, production de biomasse et taux de protéine.

Analyses nutritionnelles

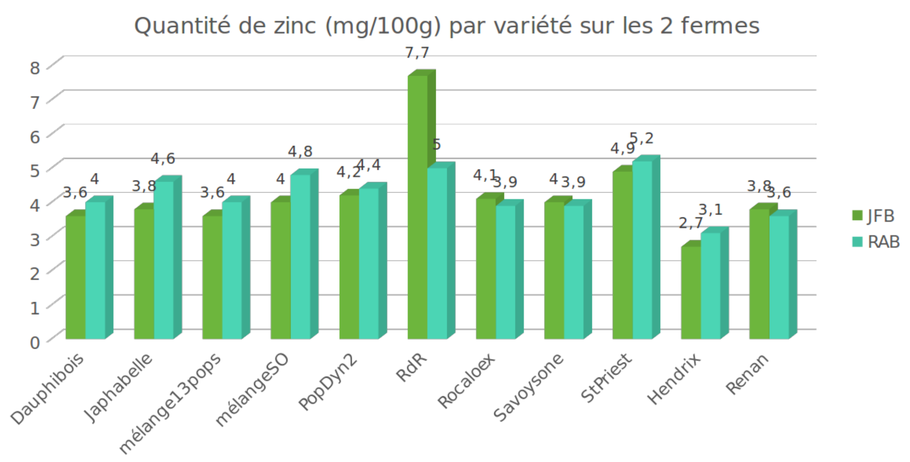
Facteurs/tendances	+	-
Zinc	Populations paysannes	Lignées pures
Magnesium	Populations paysannes	Lignées pures
Calcium	JFB	RAB
Potassium	JFB	RAB
Cuivre	RAB	JFB
Selenium	JFB	RAB
Luteine	RAB	JFB
Acide férulique	JFB	RAB

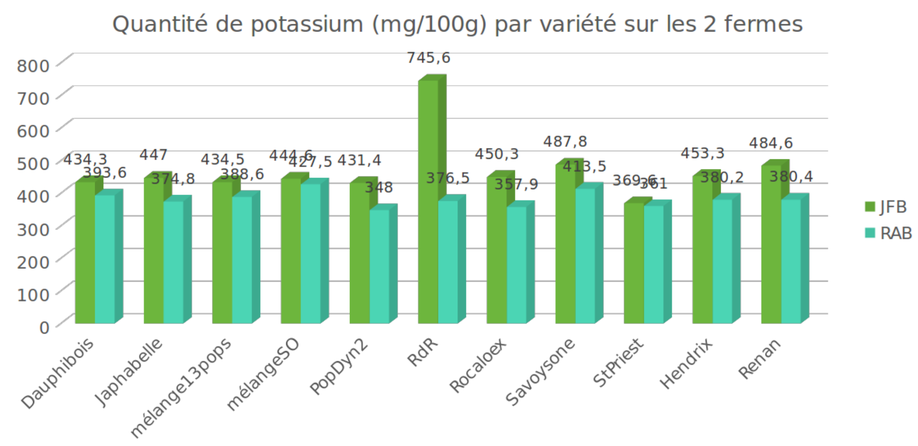
Les variables nutritionnelles qui présentent un **effet de la variété** significatif sont **zinc** et **magnésium**. Le pourcentage de variation imputé au facteur « variété » dépasse les 80%. Cette grande variabilité peut être liée aux fortes teneurs en magnésium, zinc et en lutéine observées dans l'échantillon RdR_JFB.

L'**environnement** semble déterminer de manière significative un grand nombre de variables nutritionnelles : **Zinc**, **Potassium**, **Cuivre**, **Sélénium**, **Calcium** et **Lutéine**. Une nette tendance également pour **acide férulique**. Les pourcentages de variabilité expliquée par l'introduction du facteur « ferme » dans le modèle vont de 14% à 53%. Les deux éléments les plus déterminés par l'environnement de culture sont le Potassium et le Calcium. Entre 22 et 24 % des variations en lutéine et acide férulique semblent imputables à l'environnement de culture.

L'analyse de variance met en évidence un effet significatif de la **variété et de la ferme** sur les variations de teneurs en **zinc**. 'Hendrix' et 'Renan' présentent de plus faibles teneurs en zinc que les populations. Globalement les teneurs en zinc sont plus élevés chez RAB que chez JFB (sauf pour RdR qui présente des valeurs extrêmement fortes chez JFB uniquement).

L'analyse de variance sur la teneur en **potassium** met en évidence un **fort effet de l'environnement** de culture qui explique 53% de la variabilité observée. Le graphique suivant met nettement en évidence des teneurs supérieures en potassium chez JFB !





Ces résultats préliminaires semblent prometteurs pour les paysans impliqués dans le projet de sélection dont le nombre augmente d'année en année. Au niveau sensoriel, des dégustations de pains seront réalisées cet été (Vindras-Fouillet, et al. 2014).

Remerciement

Ce projet a reçu le soutien financier de COBRA (CORE Organic 2), SOLIBAM (EU FP7), DIVERSIFOOD et ECOAGRI (Fondation de France).

Bibliographie

Dawson JC, Rivière P, Berthellot JF, Mercier F, De Kochko P, Galic N, Pin S, Serpolay E, Thomas M, Giuliano S & I Goldringer (2011) Collaborative Plant Breeding for Organic Agricultural Systems in Developed Countries. ***Sustainability*** 3(8): 1206-1223 ///// Rivière P, Pin S, Galic N, De Oliveira Y, David O, Dawson J, Wanner A, Heckmann R, Obbellianne S, Ronot B, Parizot S, Hyacinthe A, Dalmasso C, Baltassat R, Bochède A, Mailhe G, Cazeirgue F, Gascuel J-S, Gasnier R, Berthellot J-F, Baboulène J, Poilly C, Lavoyer R, Hernandez M-P, Coulbeaut J-M, Peloux F, Mouton A, Mercier F, Ranke O, Wittrish R, De Kochko P, Goldringer I (2013) Mise en place d'une méthodologie de sélection participative sur le blé en France. Innovations Agronomiques 32 : 427-441. ///// Rivière P, Dawson JC, Goldringer I, David O. (2015) Hierarchical Bayesian modeling for flexible experiments in decentralized participatory plant Breeding. ***Crop Science*** 55(3): 1053-1067.
Vindras-Fouillet C, Ranke O, Anglade JP, Taupier-Letage B , Chable V, Goldringer I (2014) Sensory analyses and nutritional qualities of hand-made breads with organic grown wheat bread populations. ***Food and Nutrition Science.***5: 1860-1874. .