2018

Essais de variétés de blé biologique dans les Alpes de Haute Provence Synthèse

Mathieu MARGUERIE AGRIBIO 04

Stéphane JEZEQUEL- ARVALIS INSITITUT DU VEGETAL

Nathalie CHARLES - PNR LUBERON

01/09/2018

Sommaire

..... 0
1- Partenaires du projet..... 2
2- Présentation de la démarche 2
3- Essai en microparcelles 2017-2018 3
a) Itinéraire technique..... 3
b) Climat de l'année..... 3
c) Résultats généraux observés..... 5
Résultats généraux par variété..... 5
Relation rendement et protéines..... 6
Relation entre le rendement et ses composantes 7
Hauteur en paille 8
d) Influence des conditions de culture et comportement variétal 9
Quantification du stress azoté..... 9
Impact des maladies sur les performances de l'année 9
Explication des composantes de rendement 10

1- Partenaires du projet

Cet essai est le fruit d'une collaboration entre les producteurs, Agribio 04, Arvalis-Institut du Végétal et le Parc Naturel Régional du Luberon. Il s'inscrit également dans le réseau de criblage variétal de l'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique).

L'analyse des résultats présentés ici cache un travail important de nombreuses personnes pour la bonne conduite de ce projet. Remerciements particuliers à :

- *Gérard Daumas pour l'accueil (pour la troisième année consécutive !) de la plateforme d'essais.*
- *Stéphane Jézéquel (Arvalis) pour l'appui dans l'analyse des résultats et le soutien au projet.*
- *Magali Camous et Olivier Moulin (Arvalis) pour le semis, la récolte, la fertilisation et tant d'autres choses indispensables à la bonne conduite des essais.*
- *Mégane Véchambre, Christophe Pradie, Léa Queriot, Marie Desplanche et Thomas Fémérey pour l'appui aux notations et comptages.*
- *Nathalie Charles pour la coopération pour la recherche de financements et la co-animation du projet.*
- *Gérard Guillot, et plus largement l'ensemble des producteurs impliqués, de près ou de loin, dans le projet pour rendre ce dernier vivant et utile aux filières et territoires de la région.*
- *Et enfin évidemment, aux partenaires financiers qui ont accepté de nous faire confiance : la Fondation de France, la Fondation Bjorg, la Région PACA et le Département 04.*

Mathieu Marguerie, Agribio 04

2- Présentation de la démarche

Initié par des producteurs biologiques du Luberon, le projet vise à évaluer au champ et en panification le comportement de variétés paysannes[1] et modernes de blés tendres biologiques, cultivées dans les conditions représentatives des pratiques de la région. Pour cela, les dispositifs suivants ont été mis en place :

- **Essais en microparcelles de variétés modernes et paysannes** de blé tendre biologique. Sur les trois premières années d'essais (2014 à 2017), les variétés étaient testées avec et sans irrigation afin de déterminer leur comportement face au stress hydrique. En 2018, seul un essai conduit sans irrigation a été mené, allant de pair avec un printemps exceptionnellement pluvieux.
- **Essais en plein champ de quelques variétés paysannes** afin d'étudier leur comportement dans des environnements de travail (itinéraires techniques) et pédoclimatiques différents.
- **Essais de panification** en laboratoire, complété par des essais participatifs avec des boulangers ou des paysans-boulangers locaux. Ces essais sont complétés par des **analyses nutritionnelles** sur grain.

[1] Ici est considéré comme variété paysanne une « variété population issue de sélection paysanne locale pendant de nombreuses générations (type sélection massale), génétiquement hétérogène mais d'apparence bien reconnaissable. » (définition du Réseau Semences Paysannes).

3- Essai en microparcelles 2017-2018

A l'automne 2017, l'essai a été implanté chez Gérard Daumas, maraîcher-céréalier à Mane (04300) dans un sol composé à 12% d'argile, 31% de limons et 27% de sable. Le taux de calcaire est de 27% et le pH est de 8.2. Le sol est peu caillouteux (moins de 15%), possède une bonne réserve utile (150 mm) et un bon taux de matière organique (2.7%). Historiquement, la parcelle a été abondamment amendée en Bois Raméal Fragmenté.

a) Itinéraire technique

L'essai a été implanté sur un précédent pois chiche. En raison de la très forte sécheresse de l'été et de l'automne, un arrosage a eu lieu mi-octobre, avant les opérations de préparation du sol, dans le but de semer aux dates usuelles. Avant le semis, effectué le 2 novembre, un décompactage et un passage de rotavator ont été effectués à partir de la mi-octobre. Toutes les variétés ont été implantées à 400 grains/m² (ce qui correspond à une densité moyenne de 180 kg/ha, en fonction du PMG des variétés). Toutes les semences de variétés paysannes ont été traitées préventivement contre la carie.

Une fertilisation de 60 unités d'azote (Kérazote®) a été effectuée le 30 mars (stade épi 1 cm pour les variétés les plus précoces de l'essai), suivi d'un passage d'herse étrille le 7 avril.

b) Climat de l'année

Le climat de la saison 2017-2018 (Figure 1) peut être considéré comme très atypique cette année en Provence avec plusieurs faits marquants :

- **Une sécheresse longue et exceptionnelle** de juin à novembre 2017 (95 mm), ayant nécessité une irrigation en octobre pour parvenir à semer dans un sol frais aux dates habituelles.
- **Des pluies abondantes et régulières du 10 décembre à mi-avril** permettant de reconstituer les réserves en eau du sol et d'avoir une réserve utile remplie dès la mi-janvier (Figure 2).
- **Un froid marqué et prolongé de fin janvier à février**, et dans une moindre mesure en mars. Les températures ont frôlé les -10°C, sans incidence sur le blé au regard de son stade de développement.
- **Des épisodes historiquement pluvieux, continus et abondants de début avril à mi-juin**. Le cumul de pluie entre le 1er avril et le 10 juin s'établit à 195 mm. Sur les mois d'avril, mai et juin, le cumul de pluie est ainsi deux fois plus important comparativement aux deux années précédentes (Figure 1). Outre la pluviométrie importante, c'est surtout le nombre de jours pluvieux qui est remarquable. Entre le 28 avril et le 12 juin, on ne dénote que 7 jours sans pluie (Figure 2). En particulier, la pluie a été abondante entre les stades dernière feuille étalée et épiaison, favorisant la septoriose et d'épiaison à floraison, favorisant la fusariose (le blé tendre y est ceci-dit moins sensible que le blé dur).

Ce climat très atypique a induit une absence totale de stress hydrique du blé conduit sans irrigation, ce qui est un fait remarquable en Provence (Figure 3).

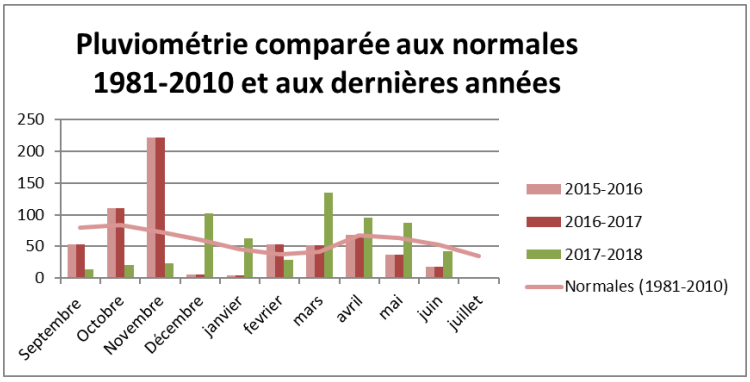

Figure 1 : Pluviométrie annuelle comparée aux années précédentes et aux normales

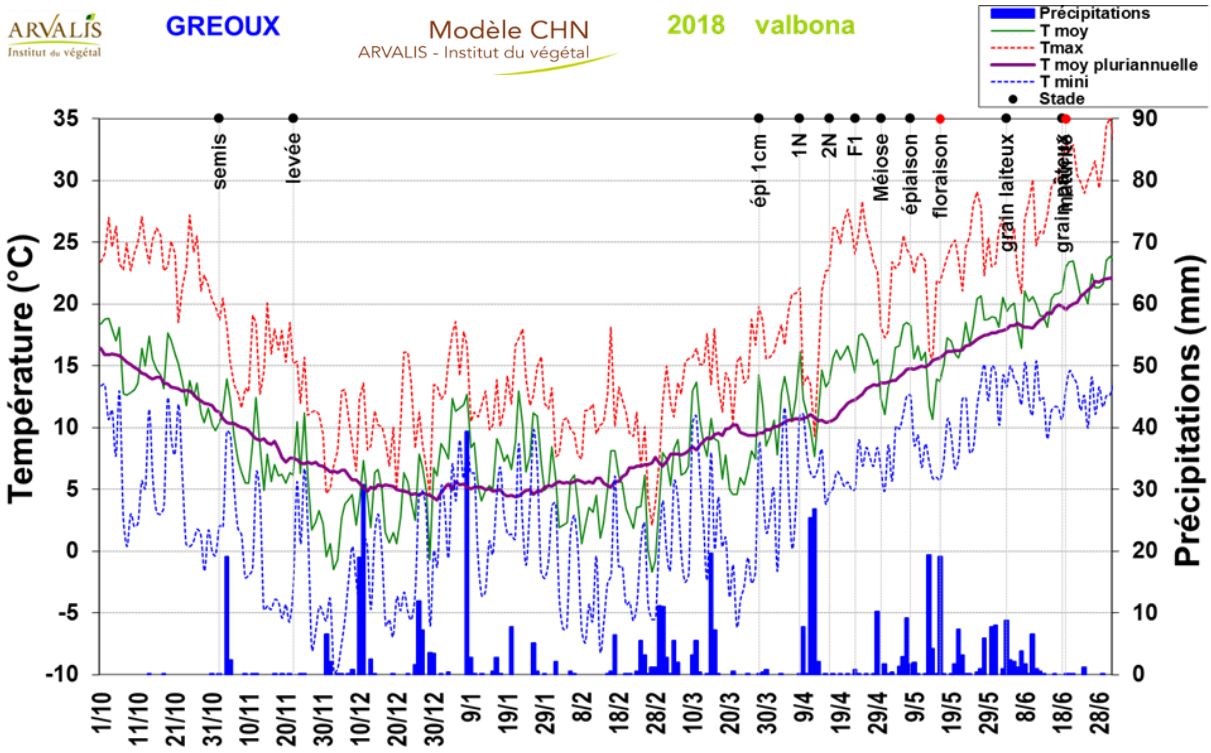

Figure 2 : Climat de l'année sur le cycle du blé.

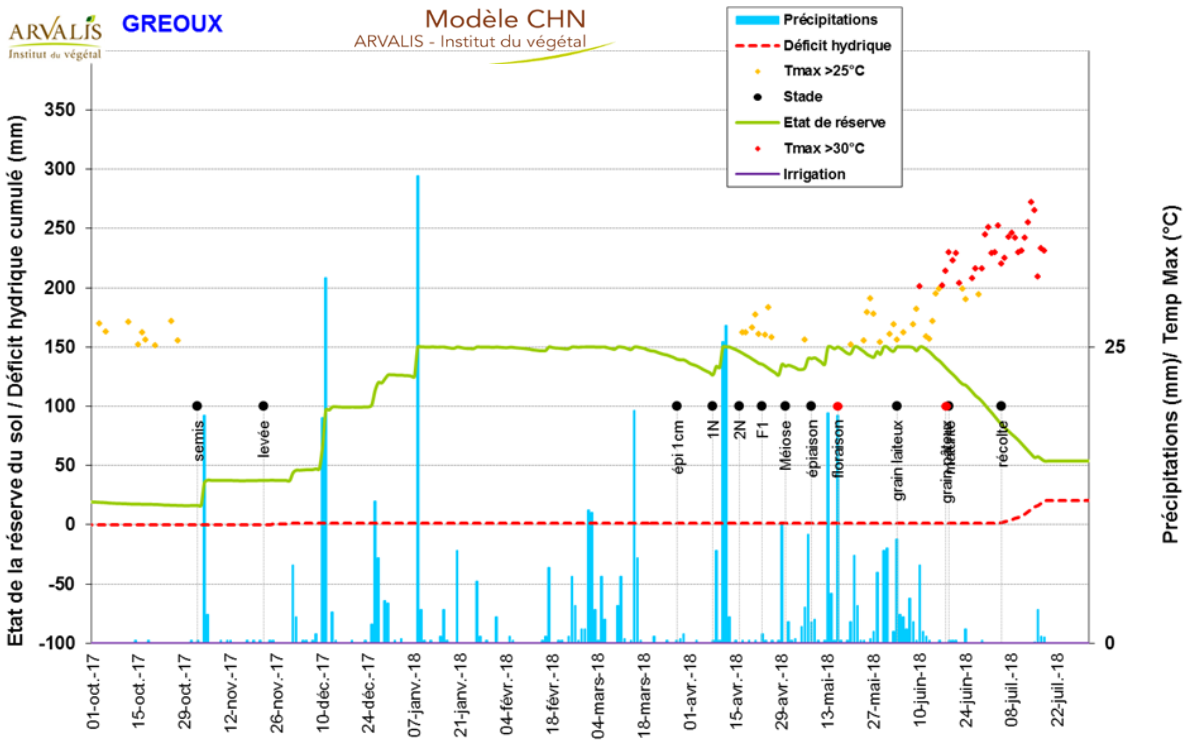

Figure 3 : Modélisation du climat (Agrobox - Arvalis). *La courbe rouge matérialise le déficit hydrique et la verte l'état de réserve du sol (légendes à gauche). Les points jaunes représentent les températures moyennement échaudantes (plus de 25 degrés) et fortement échaudantes (plus de 30 degrés) dont la légende se trouve à droite. Aucun échaudage sur grain n'est à signaler cette année (températures échaudantes après grains pâteux).*

c) Résultats généraux observés

Résultats généraux par variété

Toute variété confondue, le rendement moyen de l'essai (ramené à 15% d'humidité) est de 26.4 quintaux/ha pour un taux moyen de protéines de 12.3%. La figure 4 présente les résultats détaillés de l'année par variété.

Modalité	Rendement à 15% d'humidité (qtx/ha)	Protéines (en %)	PMG à 15% d'humidité (en g)	Groupes sur les rendements									
SOLEHIO	33,91	10,1	40,5	A									
saissette de Provence	30,44	11,8	44,3	A	B								
ALHAMBRA	29,48	10,6	33,4	A	B	C							
ENERGO	29,42	11,4	36,9	A	B	C							
AREZZO	29,12	10,6	32,7		B	C	D						
REBELDE	28,80	12,2	30,7		B	C	D	E					
ORLOGE	28,79	10,8	36,4		B	C	D	E					
IZALCO CS	28,35	12,3	34,1		B	C	D	E	F				
rojo de Sabendo	27,83	12,9	39,4		B	C	D	E	F	G			
METROPOLIS	27,54	12,2	30,8		B	C	D	E	F	G			
blé de Langogne	26,90	14,3	36,6		B	C	D	E	F	G	H		
rouge de Bordeaux	26,75	13,3	38,2		B	C	D	E	F	G	H		
FORCALI	26,58	12	31,9		B	C	D	E	F	G	H		
PORTICCIO	26,38	11,5	33,5		B	C	D	E	F	G	H		
ATTLASS	26,24	11,3	31,7		B	C	D	E	F	G	H		
RENAN	26,10	12,7	38,4		B	C	D	E	F	G	H		
rouge de Roc	25,60	14,3	43,5			C	D	E	F	G	H		
ALAUDA	25,50	13,6	37,5			C	D	E	F	G	H		
VALBONA	24,94	13,2	37,4			C	D	E	F	G	H	I	
khorazan	24,44	12,3	58,7				D	E	F	G	H	I	J
bladette de Provence	24,11	12,7	40,8					E	F	G	H	I	J
TOGANO	23,66	13,4	33,0						F	G	H	I	J
blé Meunier Apt	23,58	14,5	42,1							G	H	I	J
barbu du Roussillon	22,28	11,9	31,7								H	I	J
FLORENCE AURORE	20,42	11,3	41,4									I	J
six sur Aff	20,11	13,6	36,0										J

Figure 4: Performances agronomique des variétés de l'essai en irrigué

Les variétés ayant des lettres complètement différentes dans la colonne « groupes homogènes rendement » ont une différence de rendement statistiquement significative, selon une ANOVA réalisée selon le test de Fisher au seuil de significativité de 5%.

La simulation du rendement potentiel climatique de l'année (Modèle Garric) sur la variété Valbona, corrigé du niveau de nutrition azotée mesuré à floraison (par l'Indice de Nutrition Azotée, INN de 0.34) laissait espérer autour de 34 quintaux/ha. On observe donc un différentiel de près de 8 quintaux/ha entre le rendement espéré et celui réellement réalisé, essentiellement du à la pression importante en maladie (septoriose, fusariose).

Relation rendement et protéines

La figure 5 présente le rendement des variétés en fonction de leur taux de protéines. La tendance qu'il en ressort, comme les années précédentes, est que **les variétés modernes font en général plus de rendement que les variétés paysannes mais moins de protéines**. Ceci étant dit, on note une différence de comportement entre variétés paysannes et modernes moins marquée que les années précédentes, avec nombre de variétés paysannes offrant des performances supérieures à la moyenne de l'essai à la fois en rendement et en protéines (Rojo de Sabendo, Rouge de Bordeaux, blé de Langogne). De manière plus générale, on remarque :

- **Des variétés très productives**, sans doute trop pour assurer un taux de protéines satisfaisant au regard des conditions de nutrition azotée limitées de l'essai : Soléhio, Alhambra, Arezzo, Orloge.
- **Des variétés offrant un bon compromis rendement/protéines** au centre du graphique: Rebelde, Engergo, Attlass, Porticcio, Forcali, Metropolis, Izalco CS, Renan pour les modernes et Rojo de Sabendo pour les paysannes. Valbona, Rouge de Bordeaux, Alauda, Rouge de Roc et Blé de Langogne (partie en haut à gauche du graphique) se distinguent par des performances supérieures ou égales à la moyenne de l'essai en rendement et en protéines.
- **Des variétés à plus faible rendement mais bons taux de protéines** : Togano pour les modernes et Bladette de Provence, Sixt sur Aff et Blé meunier d'Apt pour les paysannes.
- **Des variétés ayant réalisé de faibles performances et sur le rendement et la protéine** : Florence Aurore (devenu sensible à la carie au fil des années) et Barbu du Roussillon.

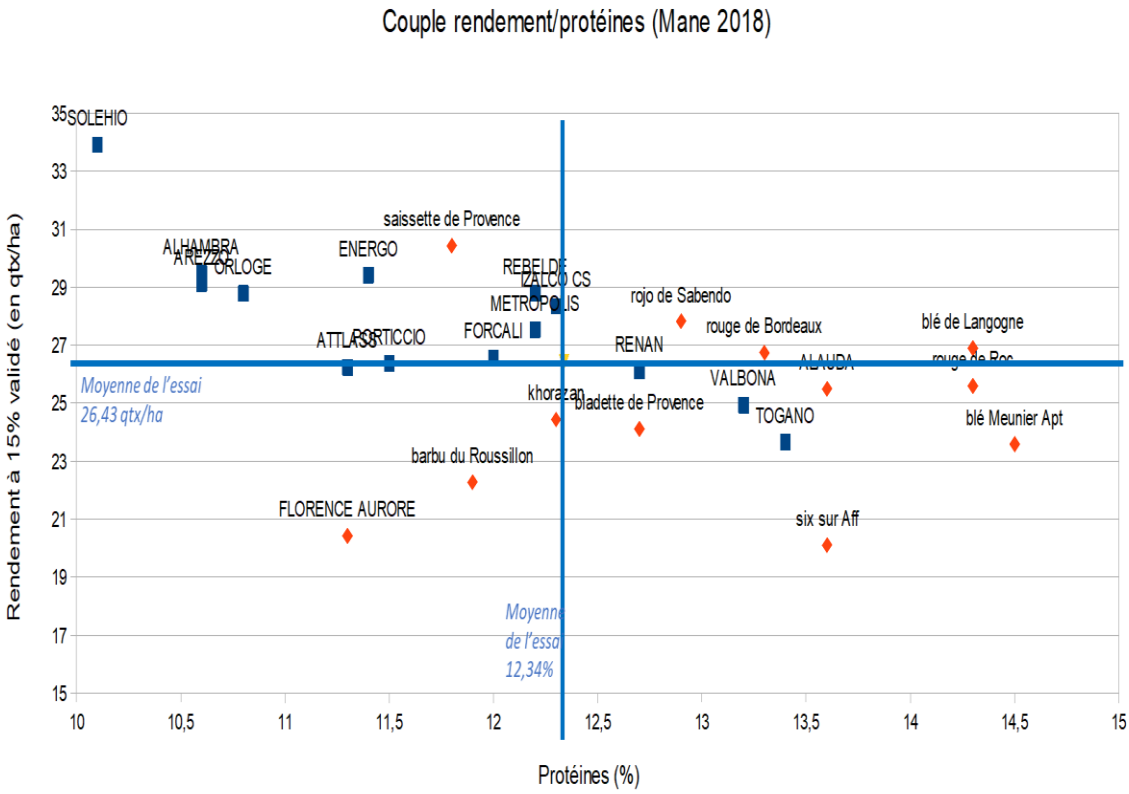

Figure 5 : Rendement en fonction des protéines (irrigué)

Les droites bleues représentent les moyennes de l'essai. Les variétés modernes sont représentées par des points bleus, les variétés paysannes par des points oranges.

Relation entre le rendement et ses composantes

La figure 6 présente la relation, sur l'ensemble des répétitions de l'essai, la corrélation entre le rendement et le nombre de grains/m². Comme lors des précédentes années, on observe une bonne corrélation entre ces deux variables, plus fortement marquée pour les variétés modernes (le R^2 représente l'indice de corrélation). Ces dernières, sélectionnées sur leur fertilité d'épis, présentent plus de souplesse que les paysannes sur le nombre de grains/m² qu'elles sont capables de produire. Par rapport aux variétés modernes, les paysannes ont un rendement qui dépend plus du nombre d'épis/m², facteur difficilement maîtrisable dans les conditions de culture de Provence (fertilité parfois faible des terrains et sols souvent caillouteux), en particulier en bio où les semis sont souvent tardifs et les pertes de levée dues au froid non négligeables.

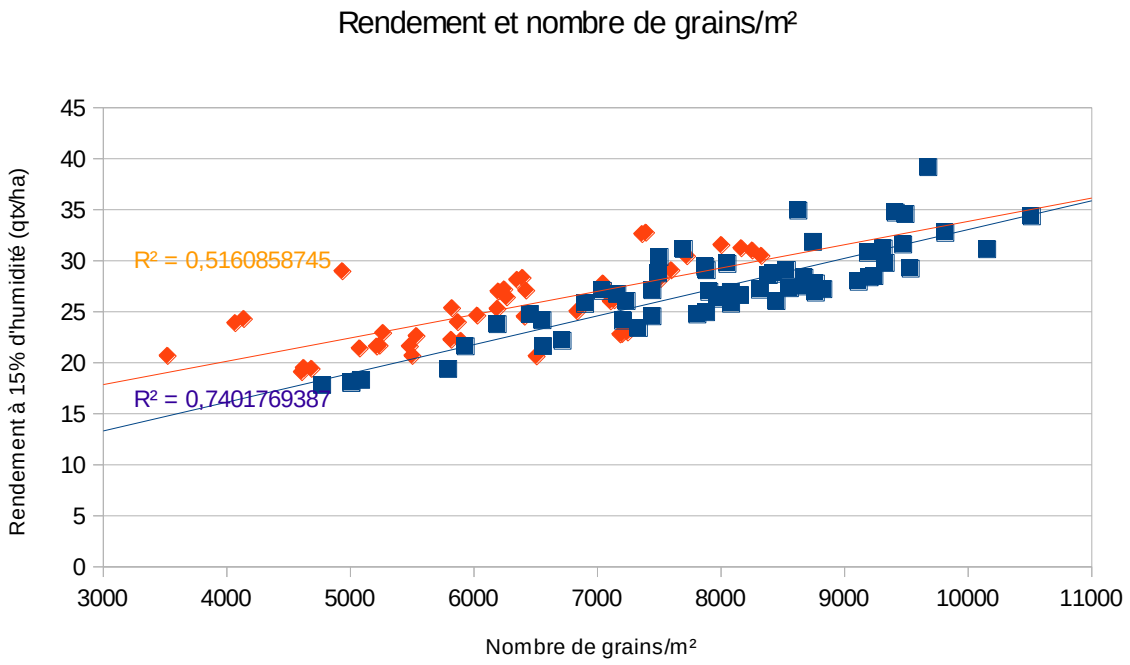

Figure 6 : rendement et nombre de grains/m²

En bleu, les variétés modernes, en rouge les paysannes.

Hauteur en paille

La hauteur en paille des variétés paysannes est en moyenne de 114 cm, contre 67 cm pour les variétés modernes (Figure 7). La hauteur du Blé Meunier d'Apt et du Florence Aurore est notée à 0, pour cause de verse.

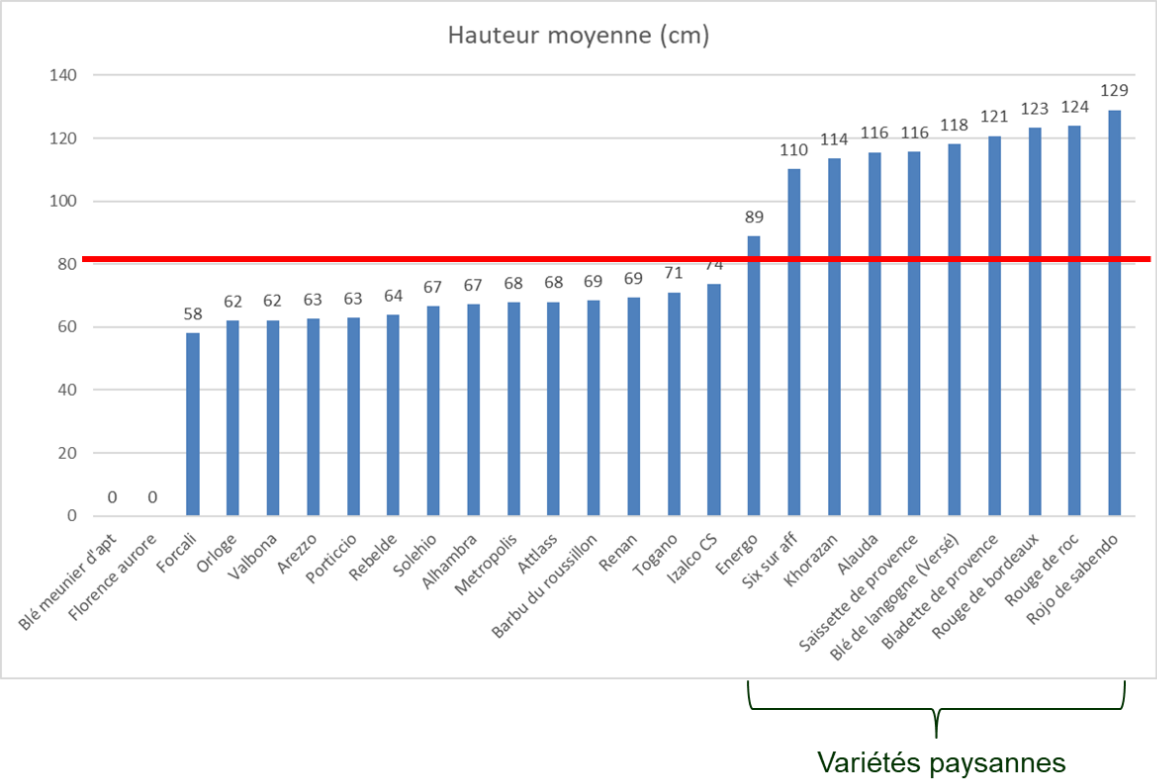

Figure 7 : hauteur moyenne des blés à maturité.

d) Influence des conditions de culture et comportement variétal

Quantification du stress azoté

Le stress azoté a été le principal facteur limitant du rendement. Pour le caractériser, est mesuré l'Indice de Nutrition Azotée (INN) à floraison, stade auquel l'essentiel des absorptions d'azote par les racines du blé est achevé. L'INN permet de quantifier le niveau de stress azoté des blés, par rapport à la biomasse qu'ils ont développé. L'optimum voudrait qu'il soit proche de 1 à floraison pour une nutrition azotée ne représentant pas un facteur limitant du rendement, ce qui est difficilement atteignable dans les conditions de production biologiques de la région PACA (faibles disponibilités en matières organiques bon marché). Sur la variété Valbona présente dans l'essai il a été mesuré à 0.34. La compilation des suivis de nutrition azotée chez des agriculteurs biologiques de la région indique qu'avec un INN de 0.34, on peut espérer réaliser 40% du rendement potentiel climatique, c'est-à-dire le rendement qu'aurait dû faire le blé sans autre facteur limitant que le climat. Cette année, ce rendement potentiel climatique est estimé à 81 quintaux, ce qui indique un rendement potentiel climatique corrigé de la fourniture azotée disponible, de 32.4 quintaux/ha. La faible fourniture azotée a donc pénalisé le rendement à hauteur de 48.6 quintaux/ha. La carence en azote s'est fait ressentir très tôt, dès le stade « épi 1cm », et ce malgré l'apport de 60 unités d'engrais organique à ce moment, niveau représentatif de fertilisation des agriculteurs biologiques de Provence. Le différentiel de biomasse due à la fourniture insuffisante d'azote au cours du développement du blé est représenté sur la figure 8.

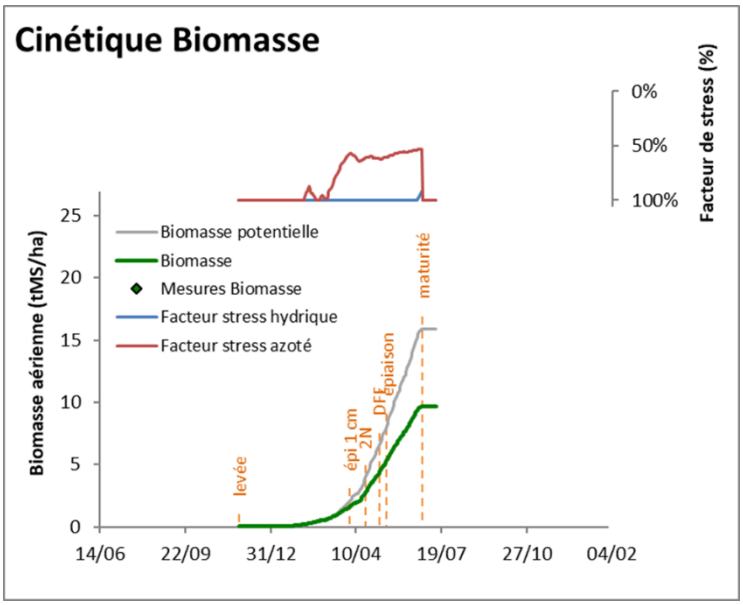

Figure 8 : Simulation du stress azoté (CHN)

La simulation grâce aux modèles agro-climatique CHN effectuée sur Valbona montre un stress azoté (courbe rouge) et hydrique (courbe bleue) plus marqués et précoces en sec. Ces stress se traduisent notamment par une biomasse (courbe noire) inférieure à la biomasse potentielle (courbe grise) dès le stade épi 1 cm. La biomasse réellement mesurée à floraison était de 4T MS/ha, conformément à la prévision du modèle, confirme l'absence d'autres facteurs limitant du rendement à ce stade (mauvaises herbes).

Modèle CHN
ARVALIS - Institut du végétal

Impact des maladies sur les performances de l'année

L'écart entre le rendement potentiel climatique de Valbona corrigé de la nutrition azotée réel (32.4 quintaux/ha) et le rendement réellement observé dans le champ (24.94 qtx/ha) s'explique essentiellement par la pression en maladies, importante aux vues des conditions printanières très pluvieuses. Bien que présentes, les mauvaises herbes semblent avoir pénalisé que très marginalement le rendement. On n' observe en effet à floraison aucun d'écart entre la biomasse de Valbona mesurée au champ et les prédictions du modèle (Figure 8) réalisées dans les conditions de nutrition azotée réelles. Par ailleurs, les mauvaises herbes se sont développées tardivement, après

floraison, et n'ont pas stressé hydriquement le blé au vu de l'abondance des pluies. La figure 9 montre la corrélation existante entre le rendement et le niveau de maladies observé sur un des blocs de l'essai. Cette corrélation se retrouve entre le rendement et le nombre de grains/épi, et le rendement et le PMG, confirmant l'impact sur la fertilité d'épis et la grosseur des grains de la pression en maladies. On note que variétés modernes et paysannes sont autant touchées par les maladies (septoriose et fusariose).

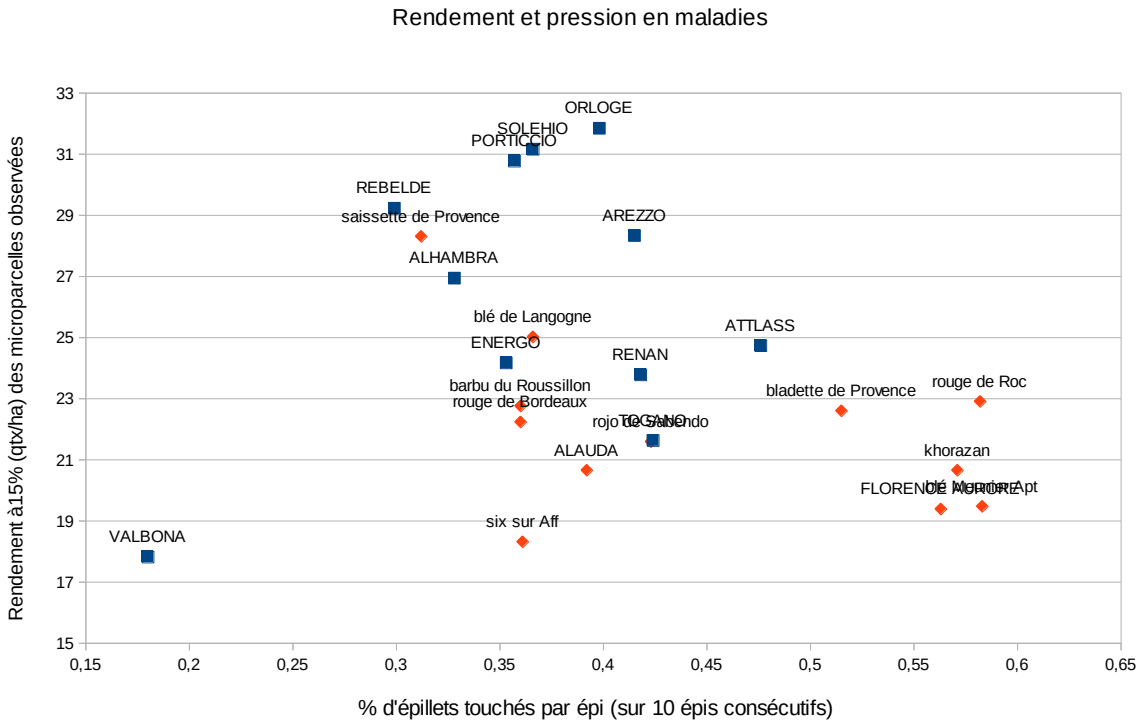

Figure 9 : relation entre le rendement et le niveau de maladies

Les données ont été acquises sur le bloc 4 de l'essai. Les données maladies correspondent au % d'épillets touchés sur 10 épis prélevés consécutivement sur un rang de bordure de chaque microparcelle.

Explication des composantes de rendement

L'écart de rendement entre variétés modernes et anciennes est de 3 quintaux/ha en moyenne (Figure 10), ce qui est faible comparativement aux années précédentes. L'écart de nombre de grains/m², fortement corrélé au rendement, entre variétés modernes et paysannes semble essentiellement s'expliquer par :

- Un nombre d'épis/m² plus faible dans le cas des variétés paysannes, s'expliquant lui-même par une levée moins bonne comparativement aux variétés modernes (54% de levée pour les paysannes, 73% pour les modernes). Ce différentiel de levée, non observé les années précédentes, peut être le fruit des difficultés des variétés paysannes à lever dans des conditions sèches ou d'une dégradation de la qualité germinative des semences de ferme. A nombre égal de pieds, les variétés paysannes (1.2 épis/pied) ont mieux tallé que les modernes (1.0 épi/pied).
- Dans une moindre mesure, une fertilité d'épis plus faible pour les variétés paysannes. Comparativement aux années précédentes, l'écart de valeur entre variétés modernes et

paysannes sur cette composante de rendement est plus faible, signe que les maladies ont atteint les deux types de variétés.

- Des PMG significativement plus importants en faveur des variétés paysannes. Favorisées génétiquement sur cette composante de rendement, les variétés paysannes ont maximisé leur poids de mille grains dans des conditions très favorables à cette composante de rendement (les pluies et l'absence de stress hydrique et thermique pendant le remplissage du grain).

	Modernes	Paysannes	Test	Significativité
Rendement	27.81	24.83	n-k	oui
Nombre de grains/m²	8126	6183	n-k	oui
Nombre d'épis/m²	299	253	m-w	oui
Nombre de grains/épi	28.0	25.1	m-w	non
PMG	34.4	40.8	m-w	oui
Protéines	11.7	13.0	m-w	oui

Figure 10 : Comparaison des composantes de rendement antre variétés modernes et paysannes (test de Kruskall-Wallis au seuil de 5% ou de Mann-Whitney au seuil de 5% en fonction de l'organisation des données et des conditions % d'applicabilité des tests)

En résumé, la saison 2018 montre de plus faibles différences de rendement entre variétés paysannes et modernes que les années précédentes, marquées par des sécheresses printanières importantes, plus ou moins précoces. Les composantes de rendement génétiquement favorables aux variétés paysannes ont eu un climat propice alors que celles sur lesquelles les modernes sont habituellement plus performantes (fertilité d'épis) ont été fortement impactées par les maladies. La différence de protéines en faveur des variétés paysannes est également maximisée cette année.

Re**nseignements :**

Mathieu Marguerie, Agribio 04 : mathieu.marguerie@bio-provence.org

Stéphane Jézéquel, Arvalis-Institut du Végétal : s.jezequel@arvalisinstitutduvegetal.fr