2019

Essais de variétés de blé (dur et tendre) biologique dans les Alpes de Haute Provence
Synthèse agronomique

Mathieu MARGUERIE , Léa QUERIOT- AGRIBIO 04
Stéphane JEZEQUEL- ARVALIS INSITITUT DU VEGETAL
Nathalie CHARLES - PNR LUBERON

26/09/2019

Sommaire

..... 0
1- Partenaires du projet..... 2
2- Présentation de la démarche 2
3- Les conditions de déroulement de l'essai : itinéraire technique, climat et nutrition azotée 3
a) Itinéraire technique et type de sol 3
b) Climat de l'année..... 3
c) L'état de nutrition azotée des blés, conjugaison de l'itinéraire technique et du climat..... 6
3- Résultats blé tendre 7
a) Résultats 2018-2019..... 7
Résultats généraux par variété..... 7
Relation rendement et protéines..... 8
Relation entre le rendement et ses composantes 8
Hauteur en paille 10
b) Résultats pluriannuels 2015-2019..... 11
c) Au final, que-choisir..... 12
4- Résultats blé dur..... 14
Résultats généraux par variété..... 14
Relation rendement et protéines..... 14
Relation entre le rendement et ses composantes 15

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 :

- *Hugues Masucco pour l'accueil de la plateforme d'essais et le temps passé pour l'entretien (fertilisation, désherbage).*
- *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.*
- *Léa Queriot, Mégane Véchambre, Mélanie Texier, Adèle Vanbostal et Tom Duperret pour la participation aux notations tout au long de la saison.*
- *Nathalie Charles pour la coopération pour la recherche de financements et la co-animation du projet.*
- *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 Sud-PACA et le Département 04.*

Mathieu Marguerie, coordinateur Agribio 04.

2- Présentation de la démarche

Deux essais conduits en agriculture biologique ont été implantés cette année, dans les mêmes conditions (parcelle, dates de semis et itinéraires techniques) comprenant :

- 26 variétés de blé tendre, dont 7 paysannes dans le cadre du développement de la filière en région Sud-PACA avec les moulins Pichard et Saint Joseph. Ces essais agronomiques sont complétés par des tests de panification et des analyses nutritionnelles et sensorielles.
- 16 variétés de blé dur. Cet essai est initié dans le cadre du démarrage d'une étude d'opportunité de développement de la filière incluant les pastiers industriels souhaitant augmenter leurs approvisionnements régionaux. Dans les années à venir, les essais blé dur ont vocation à prendre une ampleur plus importante.

3- Les conditions de déroulement de l'essai : itinéraire technique, climat et nutrition azotée

a) Itinéraire technique et type de sol

Les essais ont été implantés dans un sol limono-sablo-argileux, de pH de 8.6 et avec un taux en matière organique de 1.9%. La réserve utile du sol est évaluée à 140 mm.

Les deux essais (blé dur et blé tendre) ont été implantés sur un précédent luzerne de trois ans le 29/11/2018, tardivement, en raison des pluies intenses d'octobre et novembre. Un labour de la luzerne a été réalisé le 28/11/2018 avec enfouissement du regain correspondant. 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 avec du vinaigre blanc.

Une fertilisation de 50 unités d'azote sous forme de bouchons a été effectuée le 27/02/2019 (stade tallage), suivi d'un passage d'herse étrille le 18 mars.

- **Labour le 28/11/2018**
- **Vibro le 29/11/2018**
- **Semis le 29/11/2018**
- **Fertilisation : 50 unités le 27/02/2019**
- **Herse étrille : 18/03/2019**
- **Récolte le 17/07/2019**

Analyse de sol (Laboratoires Teyssier) :
pH : 8,6
MO : 1,9%

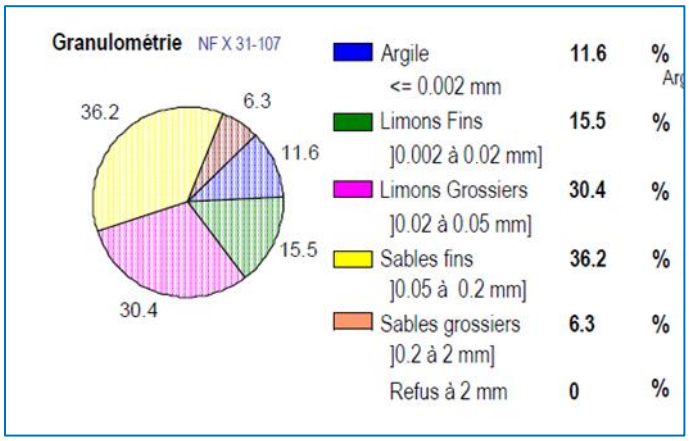


Figure 1 : Itinéraire technique et analyse de sol de la parcelle

b) Climat de l'année

Les faits marquants du climat de la saison 2018-2019 (Figures 2a et 2b) sont les suivants :

- **Des épisodes de pluies abondants du 25 octobre au 20 novembre** ayant fortement compliqué les semis.
- **Un épisode sec de janvier à mars** ayant pu impacter le rendement dans les sols superficiels (forte augmentation du stress hydrique en mars) sur la composante nombre d'épis/m² (blé en phase de tallage) ce qui n'était pas le cas dans l'essai. Les pluies d'Avril ont permis de reconstituer les réserves du sol et permis d'alimenter le blé en eau pendant sa phase de montaison (Figure 3).
- **Un froid marqué et prolongé de début décembre à mi-avril.** Le stade « épi-1cm » des variétés les plus précoces n'a été atteint que début avril. Les froids se sont prolongés de manière tardive, avec notamment des températures inférieures à 4°C au moment de la méiose (risque sur la fertilité d'épi) et des gels tardifs entre méiose et épiaison ayant entrainé des risques de gels d'épis (Figure 3).

- **Des températures échaudantes** (supérieures à 25°C) à partir du 25 mai et très échaudantes (supérieures à 30°C) à partir du 8 juin ayant impacté le remplissage du grain. Les variétés les plus tardives de l'essai ont de ce point de vue été particulièrement vulnérables (42.8°C enregistrés le 28 juin) (Figure 3).

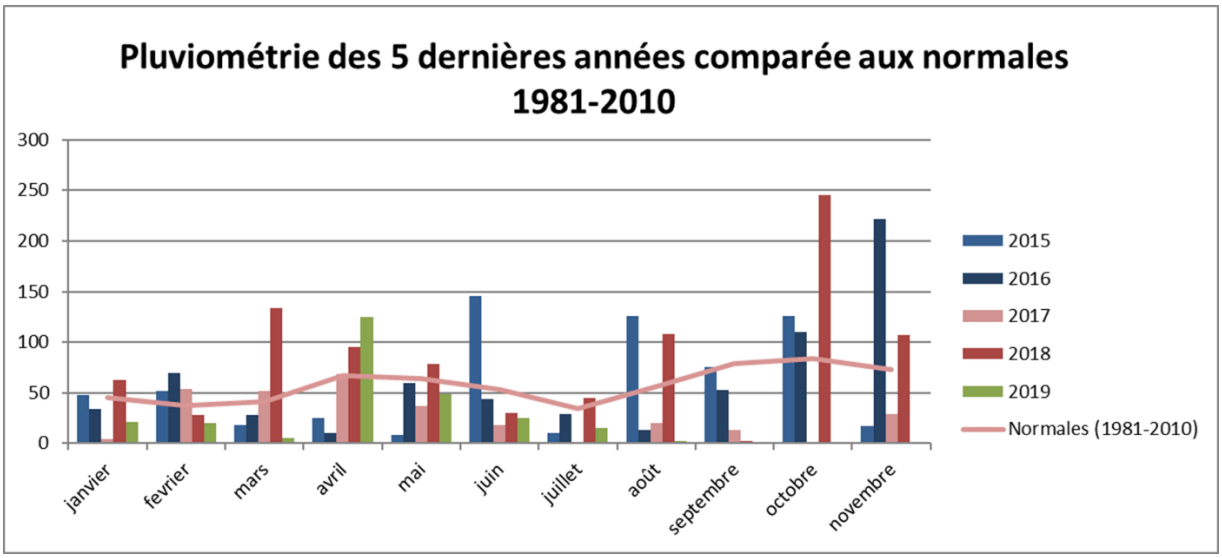


Figure 2a : Pluviométrie annuelle comparée aux années précédentes et aux normales

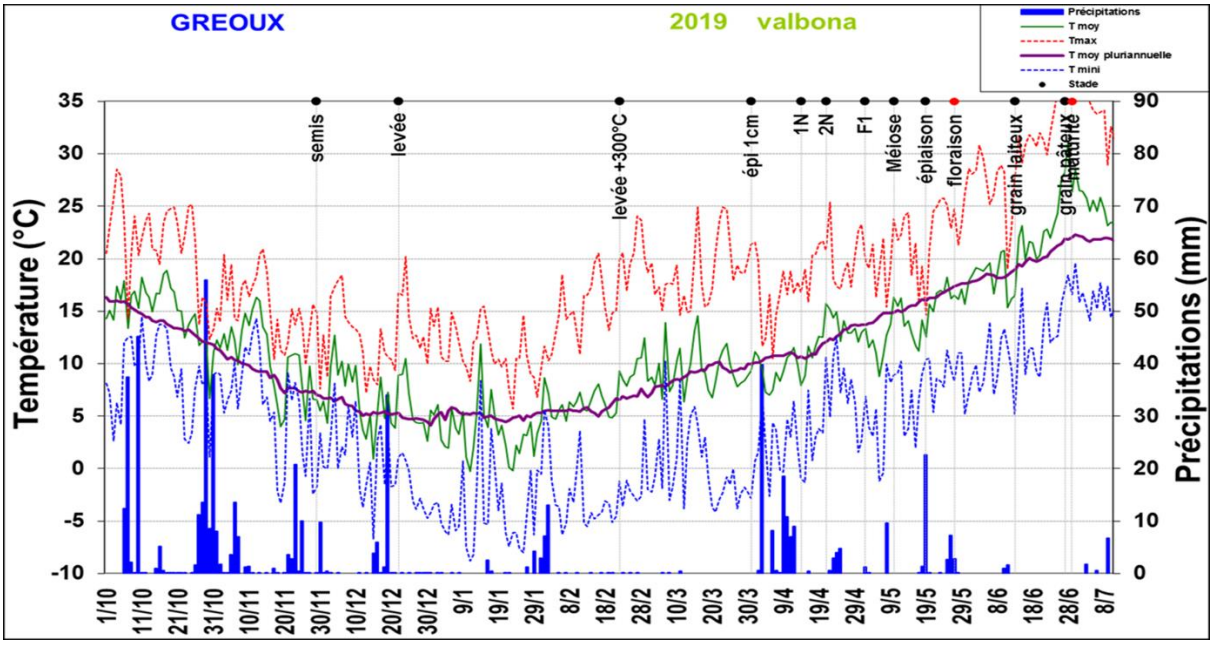
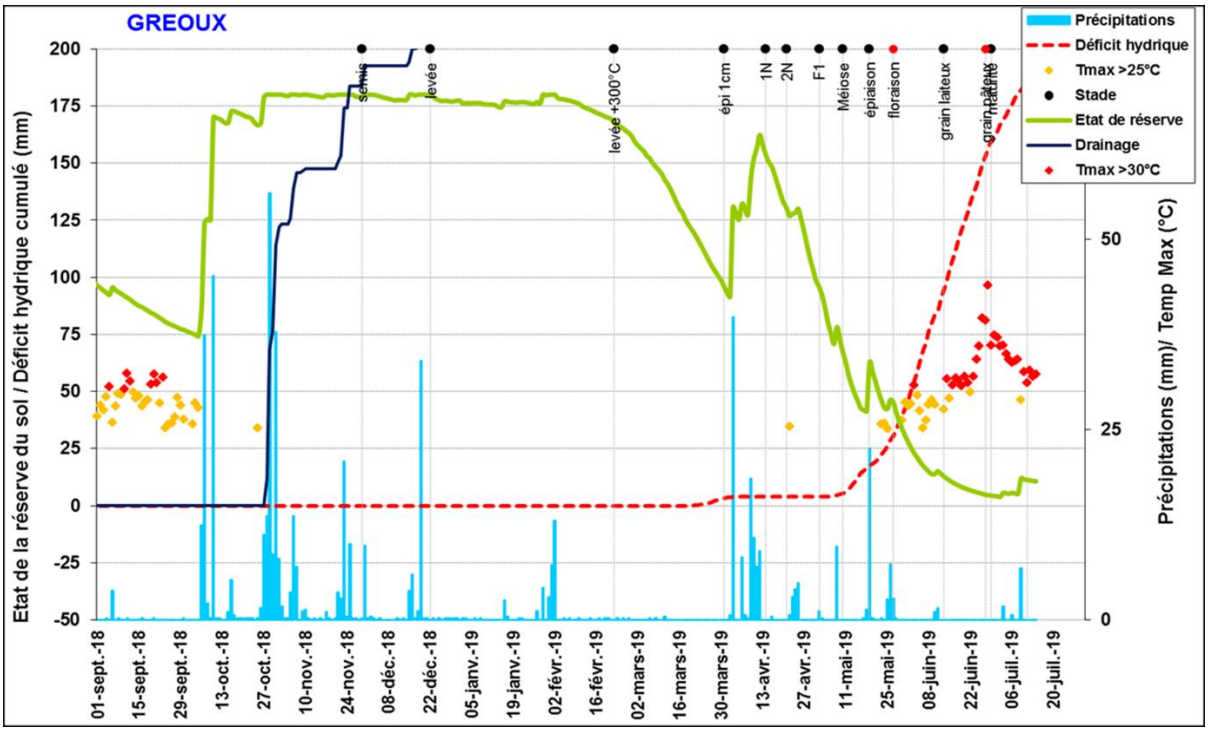


Figure 2b : Climat de l'année sur la parcelle en fonction des stades du blé. *La courbe rouge matérialise le déficit hydrique et la verte l'état de réserve du sol (légendes à gauche). Les points jaunes représentent les températures moyennement échaudantes (plus de 25 degrés) et fortement échaudantes (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).*



Modèle CHN
ARVALIS - Institut du végétal

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.*

Gel d'épi ou risques d'échaudage : comment choisir ses variétés ?

Les gels d'épis et les températures échaudantes de fin de cycle sont deux phénomènes récurrents en région PACA. Si les variétés précoces remplissent mieux leurs grains en cas de températures échaudantes, elles sont aussi plus sensibles aux gels d'épis, en cas de températures négatives tardives. Cela s'explique par le fait que leurs épis sont plus développés, et donc plus exposés. Dans tous les cas, il est conseillé de choisir des variétés précoces. Les températures échaudantes sont en effet des phénomènes très réguliers (quasiment observés tous les ans) très impactant du rendement, là où les gels d'épis restent des phénomènes plus aléatoire difficiles à prévoir.

c) L'état de nutrition azotée des blés, conjugaison de l'itinéraire technique et du climat

Premier facteur limitant du rendement en blé bio dans la région, le stress azoté a été relativement bien contenu dans cet essai, comparativement aux mesures effectuées dans des parcelles d'agriculteurs de la région ou aux essais des années précédentes. Le stress azoté est mesuré par 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). Cette année, sur la variété Anvergur (blé dur) présente dans l'essai il a été mesuré à 0.7, là où il est généralement compris entre 0.3 et 0.4 sur les parcelles bio. Le rendement potentiel climatique de l'année sur Anvergur (rendement qu'aurait dû faire la variété dans le type de sol de l'essai et avec un précédent luzerne, sans autre facteur limitant du rendement que le climat) est estimé à 50 qtx/ha. Cette variété a en réalité réalisé un rendement de 37 quintaux/ha. L'essentiel de la différence de rendement -13 qtx/ha- entre le réel et le potentiel climatique s'explique par le déficit de nutrition azotée sur le blé (absence de maladies et de mauvaises herbes pénalisantes du rendement). Il est à noter que ce différentiel est faible pour des conditions biologiques de production, confirmant ainsi que la nutrition azotée du blé a été satisfaisante. Cette bonne nutrition azotée du blé est confirmée par les modèles de croissance des blés CHN ®, dans lesquels l'écart entre la biomasse développée par le blé et la biomasse potentielle est modérée, comparativement aux années précédentes (Figure 4).

La minéralisation du sol et de la luzerne ont permis, aidés par l'apport de 50 unités d'azote, d'alimenter le blé en azote correctement jusqu'à épiaison.

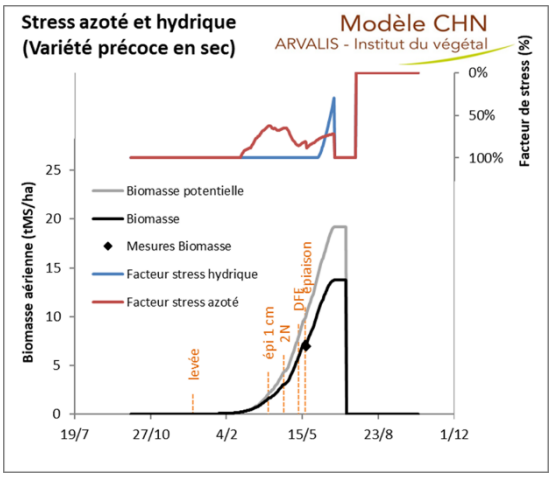


Figure 4 : Simulation du stress azoté (CHN)

La simulation grâce aux modèles agro-climatique CHN effectuée sur Anvergur montre les stress azoté (courbe rouge) et hydrique (courbe bleue) subis par le blé au cours de son développement. 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 7T MS/ha, conformément à la prévision du modèle, confirmant l'absence d'autres facteurs limitant du rendement à ce stade (mauvaises herbes).

Modèle CHN
ARVALIS - Institut du végétal

3- Résultats blé tendre

a) Résultats 2018-2019

Résultats généraux par variété

Toute variété confondue, le rendement moyen de l'essai (ramené à 15% d'humidité) est de 30.11 quintaux/ha pour un taux moyen de protéines de 16.3%. Le haut taux moyen de protéines s'explique, outre par le bon niveau de nutrition azotée, par les températures échaudantes de fin de cycle qui ont eu pour conséquence un arrêt de l'augmentation de la croissance des grains (faibles PMG) et donc mécaniquement une augmentation de la teneur en protéines. La figure 5 présente les résultats détaillés de l'année par variété.

Modalité	Rendement à 15% d'humidité (qtx/ha)	Protéines (%)	Groupes (sur le rendement)						
ORLOGE	44,09	14,4	A						
VALBONA	42,12	17	A	B					
NUMERIC	38,69	15,7	A	B	C				
CENTURION	37,33	15,3	A	B	C				
RENAN	36,75	15,6	A	B	C	D			
GENY provisoire	36,39	15	A	B	C	D	E		
LG ABSALON	35,90	13,8	A	B	C	D	E		
CECILIUS	35,48	15,2	A	B	C	D	E		
FILON	34,37	15,7	A	B	C	D	E	F	
ATTLASS	32,75	14,9	A	B	C	D	E	F	
METROPOLIS	31,66	16,6	A	B	C	D	E	F	
IZALCO CS	30,62	16,3	A	B	C	D	E	F	
ALICANTUS	30,07	16,3	A	B	C	D	E	F	
ALESSIO	29,85	16	A	B	C	D	E	F	
Saissette de Pce	29,66	16,9	A	B	C	D	E	F	
Barbu du Roussillon	28,51	15		B	C	D	E	F	G
LG ARMSTRONG	27,49	14,9			C	D	E	F	G
TOGANO	26,97	17,7			C	D	E	F	G
ENERGO	26,02	17,1			C	D	E	F	G
Rouge de Bordeaux	24,53	17,7			C	D	E	F	G
GRAFIK provisoire	24,43	16,3			C	D	E	F	G
ALAUDA	22,45	17,8				D	E	F	G
Blé meunier d'Apt	21,87	18,2					E	F	G
Blé de Langogne	20,61	19						F	G
Sabendo	20,09	18,8						F	G
Bladette de Pce	14,12	17,5							G
Moyenne	**30,11**	**16,33**							

Figure 5: Performances agronomique des variétés de l'essai

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 Tukey au seuil de significativité de 5%. En majuscule, les variétés modernes ; en minuscule les paysannes.

Relation rendement et protéines

La figure 6 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**. De manière plus générale, on remarque :

- **Des variétés productives**, plus faibles en protéines que la moyenne de l'essai (en bas à droite): LG Absalon Orloge.
- **Des variétés offrant un bon compromis rendement/protéines** au centre du graphique : Metropolis, Alicantus, Izalco CS et Valbona (sur la droite du graphiquqe) pour les modernes et Rojo de Sabendo, Saissette de Provence pour les paysannes.
- **Des variétés moins productives mais ayant de meilleures taux de protéines** (en haut à droite) : essentiellement des variétés paysannes.

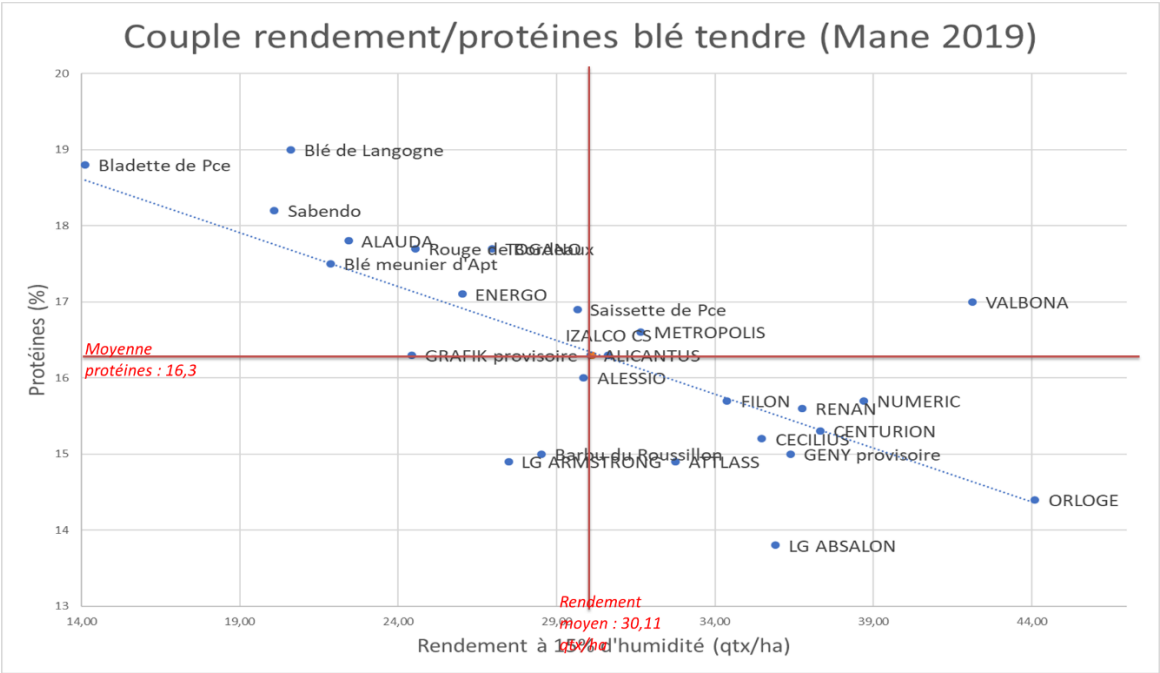


Figure 6 : Rendement en fonction des protéines (irrigué)

Les droites rouges représentent les moyennes de l'essai. Les variétés modernes sont en majuscules et les paysannes en minuscule.

Relation entre le rendement et ses composantes

La figure 7 présente 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.

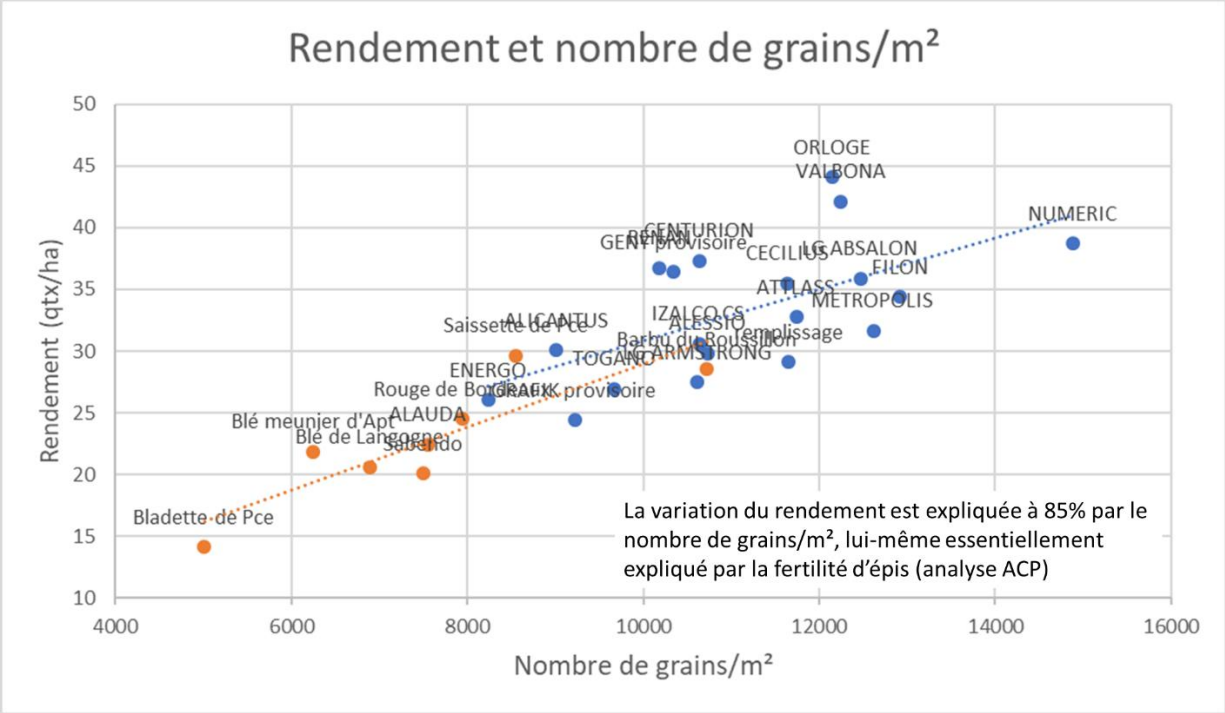


Figure 7 : rendement et nombre de grains/m²

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

La figure 8 présente l'ensemble des composantes de rendement des variétés de l'essai, classées par ordre alphabétique. Les résultats confirment des grains à faibles PMG (échaudages) et Poids Spécifiques.

Variété	Rendement à 15% validé	Protéines (%)	PMG à 15% (g)	Nombre de pieds/m²	Nombre d'épis/m²	Nombre de grains/m²	Nombre de grains/épi	PS
ALESSIO	29,85	16	27,8	336,4	344,3	10738	31,2	74,8
ALICANTUS	30,07	16,3	33,4	320,0	300,7	9003	29,9	76,9
ATTLASS	32,75	14,9	27,9	351,4	399,3	11737	29,4	67,8
CECILIUS	35,48	15,2	30,5	339,3	368,6	11632	31,6	70,2
CENTURION	37,33	15,3	35,1	345,7	434,3	10635	24,5	72,9
GENY provisoire	36,39	15	35,2	280,7	335,0	10337	30,9	68,9
ENERGO	26,02	17,1	31,6	355,0	353,6	8234	23,3	74,8
FILON	34,37	15,7	26,6	329,3	481,4	12922	26,8	67,1
IZALCO CS	30,62	16,3	28,8	247,9	253,6	10633	41,9	76,5
LG ABSALON	35,90	13,8	28,8	319,3	382,9	12465	32,6	72,8
LG ARMSTRONG	27,49	14,9	25,9	285,7	266,4	10614	39,8	67,7
METROPOLIS	31,66	16,6	25,1	306,4	375,0	12614	33,6	73,4
NUMERIC	38,69	15,7	26	345,0	426,4	14879	34,9	69,4
ORLOGE	44,09	14,4	36,3	326,4	455,7	12145	26,6	71,2
GRAFIK provisoire	24,43	16,3	26,5	322,1	397,1	9217	23,2	67,7
RENAN	36,75	15,6	36,1	342,1	367,1	10180	27,7	71,2
TOGANO	26,97	17,7	27,9	358,6	438,6	9666	22,0	68,2
VALBONA	42,12	17	34,4	327,1	477,9	12243	25,6	75,8
Barbu du Roussillon	28,51	15	26,6	277,9	455,0	10720	23,6	71,8
Saissette de Pce	29,66	16,9	34,7	335,0	428,6	8547	19,9	76,5
ALAUDA	22,45	17,8	29,7	273,6	257,1	7558	29,4	72,6
Rouge de Bordeaux	24,53	17,7	30,9	321,4	401,4	7939	19,8	73,8
Sabendo	20,09	18,2	26,8	300,0	379,3	7494	19,8	65,2
Blé de Langogne	20,61	19	29,9	340,0	447,9	6893	15,4	68,7
Bladette de Pce	14,12	18,8	28,2	312,1	212,1	5007	23,6	63,2
Blé meunier d'Apt	21,87	17,5	35	267,1	350,0	6249	17,9	73,7
Moyenne	**30,1**	**16,3**	**30,2**	**317,9**	**376,5**	**10011,6**	**27,1**	**71,3**

Figure 8 : composantes de rendement par variété

Enfin, il est à signaler que le rendement est assez fortement corrélé à la précocité à épiaison, les variétés tardives ayant fortement souffert de l'échaudage.

Hauteur en paille

La hauteur en paille des variétés paysannes est en moyenne de 107 cm, contre 81 cm pour les variétés modernes. Il faut généralement choisir entre productivité des grains et hauteur en paille (Figure 9). Attention, les variétés Bladette de Provence et Blé Meunier d'Apt sont sensibles à la verse.

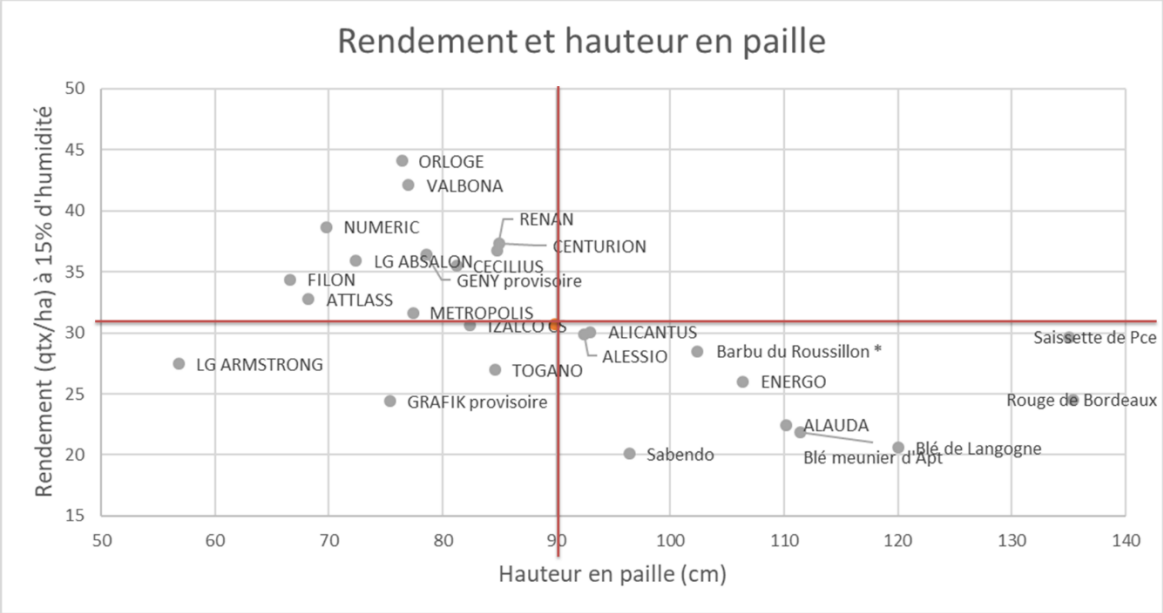


Figure 9 : hauteur moyenne des blés à maturité.

b) Résultats pluriannuels 2015-2019

La figure 10 présente les couples rendement/protéines des variétés expérimentées depuis 2015, en fonction des moyennes de chaque année. Les résultats présentés regroupent huit essais (trois combinaisons d'essais avec et sans irrigation de 2014 à 2017 et deux essais sans irrigation de 2017 à 2019)

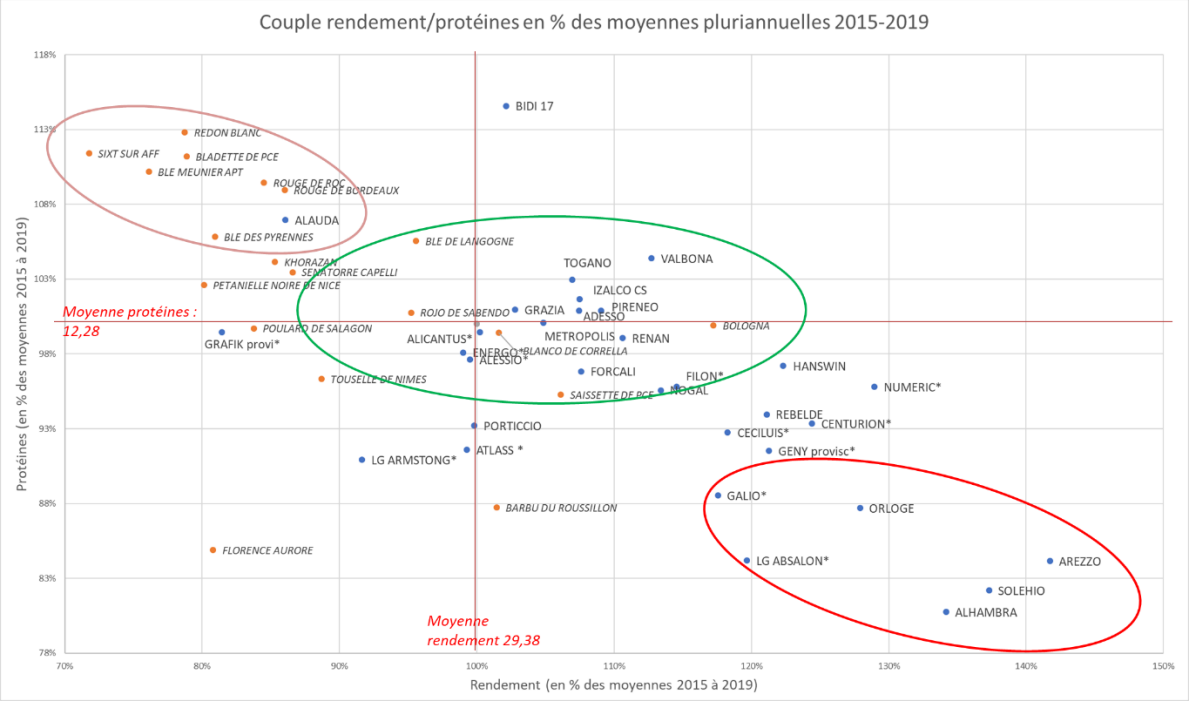


Figure 10 : Couples rendement protéines sur cinq années d'essais au sec et à l'irrigué.

Les résultats sont exprimés en % des moyennes annuelles pour les années 2015, 2016, 2017 et 2018. En orange figurent les variétés paysannes, en bleues les modernes. Les résultats portent sur deux à trois années d'essais avec et sans irrigation, sauf pour les variétés avec une étoile (une seule année d'essai). Les performances du Florence Aurore, blé réputé pour ses qualités en panification, s'explique par la présence de carie l'année où cette variété a été testée.

On distingue :

- **Des variétés offrant un bon compromis rendement-protéines** dans les conditions de production de la région (cercle vert). Essentiellement composé de variétés modernes (Rebelde, Hanswin, Togano, Valbona…), des variétés paysannes ont également des profils similaires (Saissette de Provence, Blanco de Corrella, Blé de Langogne, Rojo de Sabendo).
- **Des variétés productives au détriment de leur taux de protéines** (cercle rouge) : ce sont exclusivement des variétés modernes (Arezzo, Alhambra, Soléhio) très probablement peu adaptées aux conditions de faibles nutritions azotées en bio pour faire un taux de protéines satisfaisant.
- **Des variétés peu productives mais offrant de bons taux de protéines** (cercle violet) **:** ce sont exclusivement des variétés paysannes.

Le différentiel de rendement favorable aux variétés modernes, comparativement aux paysannes ou anciennes, s'explique essentiellement par:

- **Une fertilité d'épis plus basse pour les anciennes** qui ne la compensent pas nécessairement par un nombre d'épis/m² plus élevé (composante de rendement difficile à installer du fait des hivers marqués, des printemps secs ou des sols caillouteux et pauvres en azote).
- **Une tardivité plus marquée pour les variétés anciennes de l'essai,** les rendant ainsi plus vulnérables à l'échaudage.
- **Un climat fortement changeant :** les variétés anciennes ont été développées dans un climat très différent du nôtre.

Le détail du comportement différencié entre variétés modernes et anciennes en climat provençal est présenté dans la synthèse 2014-2018 des essais de blé bio disponible sur bio-provence.org

c) Au final, que-choisir

Le bilan de cinq années d'essais nous montre une meilleure adaptation en termes de rendement des variétés modernes aux environnements stressants (eau et azote), très courants en Provence. Leur meilleure fertilité d'épis et leur plus grande précocité leur permet de produire plus de grains dans des conditions où l'installation du nombre d'épis/m² est compliquée du fait des conditions de sols de la région (sols parfois peu fertiles, superficiels et caillouteux) et des conditions spécifiques de production de l'agriculture biologique (semis tardifs incluant des pertes hivernales ; nutrition azotée très limitée pendant la montaison, période à laquelle se constitue le nombre d'épis/m²). A l'inverse, les variétés paysannes, en moyenne plus tardives que les modernes semblent plus sensibles aux stress hydriques printaniers, avec des régressions de talle observées certaines années où ce dernier est précoce. Par ailleurs, leur remplissage de grains est plus sensible en cas de stress hydrique et thermique en fin de cycle. Néanmoins, le choix variétal ne s'opère pas uniquement en fonction du rendement épi. D'autres facteurs, comme le taux de protéines (généralement plus haut pour les variétés paysannes), la hauteur en paille (plus importante pour les variétés paysannes), la résistance aux maladies, les aptitudes à la panification, la demande de la clientèle ou la volonté de cultiver des semences paysannes peuvent évidemment influencer le choix variétal des agriculteurs dans les parcelles.

Ainsi, pour sécuriser la production, il est préférable de choisir des variétés ayant une bonne fertilité d'épis, d'autant plus que les conditions de nutrition azotée et de sols (profondeur, fertilité, taux de cailloux) sont compliquées. Par ailleurs, en sols superficiels, donc à la réserve utile limitée, les variétés les plus précoces sont recommandées. Evidemment, plus les conditions de culture sont favorables (sols profonds, azote), plus la liste des variétés adaptées est importante, en étant notamment prudent sur les risques de verse pour les variétés paysannes, hautes en paille. Le tableau ci-dessous présente les choix optimums permettant de valoriser le potentiel génétique de chaque variété en fonction des conditions de production.

	Sols superficiels	Sols profonds
Nutrition azotée limitante	*Valorisation des variétés les plus précoces à bonne fertilité d'épis* Barbu du Roussillon, Forcali, Rebelde, Izalco CS, Togano, Valbona, Rouge de Bordeaux, Touselle de Nîmes, Blanco de Corrella	*Valorisation des variétés précoces et plus tardives à bonne fertilité d'épis.* Barbu du Roussillon, Forcali, Blanco de Corrella, Rebelde, Izalco CS, Pireneo, Togano, Alauda, Valbona, Rouge de Bordeaux, Touselle de Nîmes, Blé des Pyrénées, Bladette de Provence*, Blé de Langogne, Sixt sur Aff, Saissette de Provence, Khorazan**, Rojo de Sabendo
Nutrition azotée moins limitante *(précédent sainfoin, luzerne et/ou fertilisation organique disponible pour la plante fin tallage)*	*Valorisation des variétés les plus précoces à bonne fertilité d'épis et ayant une bonne capacité de tallage* Arezzo, Barbu du Roussillon, Forcali, Rebelde, Izalco CS, Togano, Valbona, Rouge de Bordeaux, Khorazan**, Senatorre Cappelli,	*Valorisation des variétés précoces et plus tardives, à bonne fertilité d'épis mais également celles ayant une bonne capacité de tallage et un haut potentiel de production Eviter les variétés hautes en paille.* Arezzo, Alhambra, Rebelde, Izalco CS, Pireneo, Solehio, Togano, Valbona, Barbu du Roussillon

Figure 11 : Valorisation du potentiel des variétés selon les conditions de production

Pireneo : trop tardive

** : variétés non barbues : Rouge de Bordeaux, Bladette de Provence*

***Khorazan : besoins en azote relativement plus important que bon nombre des autres variétés ici présentées (blé dur).*

4- Résultats blé dur

Résultats généraux par variété

Toute variété confondue, le rendement moyen de l'essai (ramené à 15% d'humidité) est de 30.09 quintaux/ha pour un taux moyen de protéines de 16.8%. Le haut taux moyen de protéines s'explique, outre par le bon niveau de nutrition azotée, par les températures échaudantes de fin de cycle qui ont eu pour conséquence un arrêt de l'augmentation de la croissance des grains (faibles PMG) et donc mécaniquement une augmentation de la teneur en protéines. La figure 12 présente les résultats détaillés de l'année par variété. La contre-performance d'Ardente s'explique par une très mauvaise levée.

Variété	Rendement à 15% d'humidité (qtx/ha)	Protéines	Groupes		
ATOUDUR	44,95	14,9	A		
RGT MONBECUR	35,61	14,8	A	B	
CASTELDOUX	35,55	16,6	A	B	
ANVERGUR	34,84	16,9	A	B	
NOBILIS	33,64	15,3	A	B	
PESCADOU	33,15	17,2	A	B	
BDA0B103	32,75	16,8	A	B	
BDA0B101	30,26	16,5	A	B	
MIRADOUX	30,25	16,6	A	B	
DUROFINUS	30,21	16,8	A	B	
RGT VOILUR	27,95	16,6	A	B	C
KHORAZAN	27,16	17,7		B	C
BIDI 17	25,83	17,4		B	C
BDA0B102	24,27	18		B	C
SURMESUR	22,75	16,7		B	C
ARDENTE	12,29	19,7			C
Moyenne	**30,09**	**16,8**			

Figure 12 : Performances agronomique des variétés de l'essai

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 Tukey au seuil de significativité de 5%.

On notera que les variétés BDA0B101, 102 et 103 sont des variétés en test pour inscription au catalogue d'Agri-Obtention, non encore disponibles à la vente.

Relation rendement et protéines

La figure 13 présente le rendement des variétés en fonction de leur taux de protéines. On remarque :

- **Des variétés productives**, plus faibles en protéines que la moyenne de l'essai (en bas à droite): Anvergur, Nobilis, Atoudur.
- **Des variétés offrant un bon compromis rendement/protéines** au centre du graphique : Durofinus, Pescadou, Casteldoux, Miradoux
- **Des variétés moins productives mais ayant de meilleures taux de protéines** (en haut à droite) : ce sont de plus vieilles variétés : Khorazan, Bidi 17.

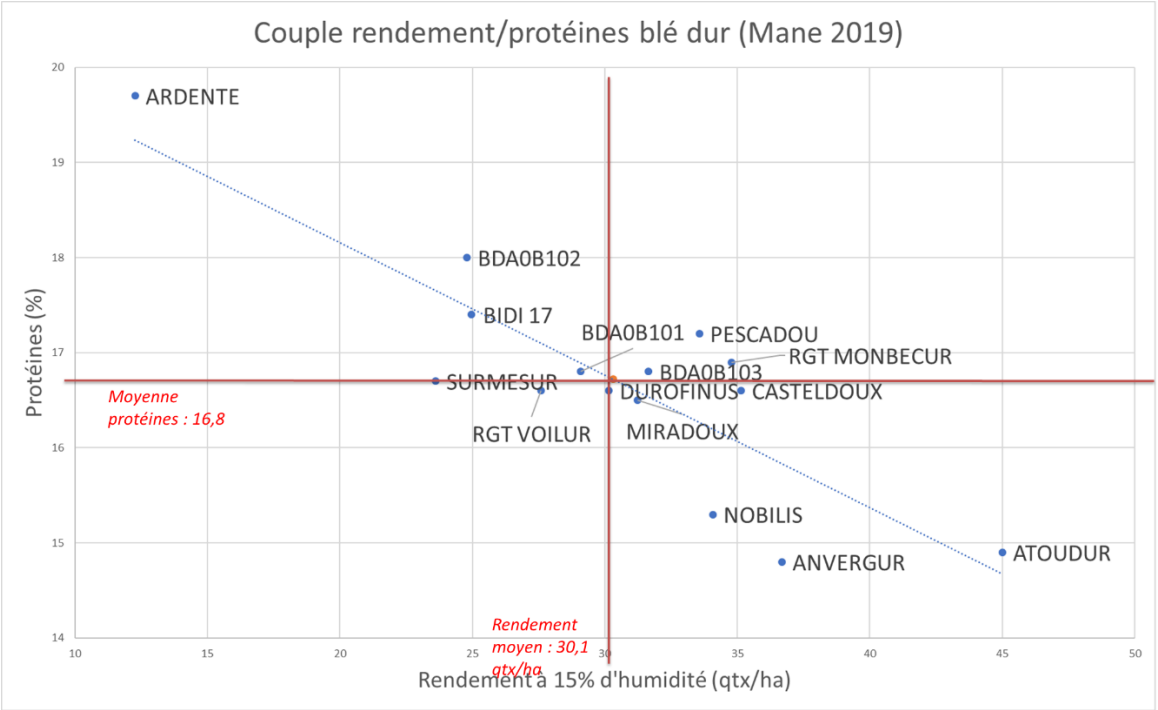


Figure 13 : Rendement en fonction des protéines (irrigué)

Les droites rouges représentent les moyennes de l'essai. Les variétés modernes sont en majuscules et les paysannes en minuscule.

Relation entre le rendement et ses composantes

La figure 14 présente 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.

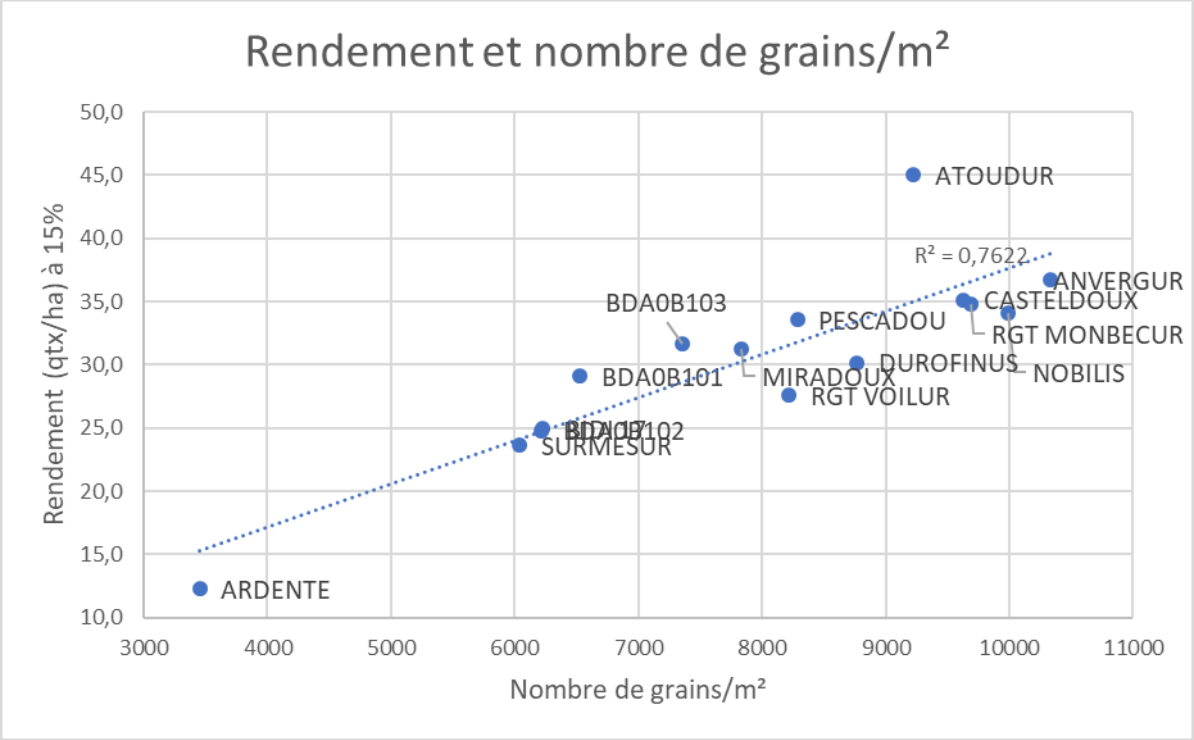


Figure 14 : rendement et nombre de grains/m²

La figure 15 présente l'ensemble des composantes de rendement des variétés de l'essai, classées par ordre alphabétique. Par rapport au blé tendre placé dans les mêmes conditions, on constate que les blés durs font un nombre d'épis/m² moins importants et qu'ils sont moins sensibles à l'échaudage (PMG plus importants). Ils sont en effet souvent plus précoces. En conditions de nutritions azotées limitantes en bio, il est conseillé de s'orienter vers des variétés limitées en potentiel de fertilité d'épis pour s'assurer d'être en mesure de réussir à nourrir tous les grains et de garantir le taux de protéines minimal exigé par la filière (12.5%). Les variétés à gros grains et épis limités en fertilité (Surmesur, Casteldoux) semblent adaptées.

Variété	Rendement à 15% validé	Protéines (%)	PMG à 15% (g)	Nombre de pieds/m²	Nombre d'épis/m²	Nombre de grains/m²	Nombre de grains/épi	PS
ANVERGUR	36,7	14,8	35,5	353	314	10334	33	75,7
ARDENTE	12,3	19,7	35,5	67	89	3455	39	61,5
ATOUDUR	45,0	14,9	48,8	370	376	9222	24	78,3
CASTELDOUX	35,1	16,6	36,5	356	306	9629	31	73,3
DUROFINUS	30,2	16,6	34,4	273	239	8767	37	74,6
MIRADOUX	31,2	16,5	39,9	299	315	7830	25	74,8
NOBILIS	34,1	15,3	34,1	343	317	9995	32	74,3
PESCADOU	33,6	17,2	40,5	268	292	8289	28	74,7
RGT MONBEC	34,8	16,9	35,9	347	290	9685	33	74,4
RGT VOILUR	27,6	16,6	33,6	333	311	8213	26	72,7
SURMESUR	23,6	16,7	39,1	383	245	6037	25	74,7
BIDI 17	25,0	17,4	40,1	321	289	6227	22	73,8
BDA0B101	29,1	16,8	44,6	264	300	6524	22	77,5
BDA0B102	24,8	18,0	39,9	175	234	6213	27	75,6
BDA0B103	31,6	16,8	43,0	310	281	7359	26	77,9
Moyenne	**30,3**	**16,7**	**38,8**	**297,5**	**279,9**	**7852,0**	**28,6**	**74,3**

Figure 15 : composantes de rendement par variété

Quelques clés de choix variétaux en blé dur bio

Surmesur, Casteldoux, Voilur et Nobilis : bonne tolérance à la rouille brune, capacité supérieure à la moyenne de faire de la protéine.

Atoudur : intéressant en milieu séchant sans rouille brune.

Surmesur et Atoudur : gros grains mais épis peu fertiles. Généralement, ces variétés limitent leur rendement pour favoriser la protéine.

Ces essais blé dur bio ont vocation à se poursuivre dans les années qui viennent, afin de les éprouver à différentes conditions pédoclimatiques !

Vu des essais en mai 2019

Renseignements :

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

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