

Résultats de l'essai Variétés de soja conduit en sec en agriculture biologique Campagne 2017



C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées
LEGTA Auch-Beaulieu
32020 AUCH Cedex 09
Tél : 05.62.61.71.29 ou
contact.creabio@gmail.com
www.creabio.org

Rédigé par Enguerrand Burel et
Laurent Escalier

Le CREAB MP est membre



**Action réalisée avec le concours financier : Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées et
du Programme Régional de Développement Agricole et Rural (CASDAR)**



Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
«développement agricole et rural»



Table des matières

I.	Objectif de l'essai	6
II.	Contexte pédoclimatique	6
III.	Description de l'essai et modalités d'analyse	6
IV.	Observations en végétation	7
1.	Déroulement de la campagne.....	7
2.	Hauteur des plantes et de la 1ère gousse	7
3.	Date d'apparition des stades phénologiques	8
V.	Composantes du rendement.....	9
VI.	Rendements et protéines	12
VII.	Conseils.....	15

Liste des illustrations

Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés de soja testées par le CREAB en 2017.....	5
Tableau 2 : Composantes du rendement, essai variétés soja sec 2016.....	9
Tableau 3: Rendement et teneur en protéine.	12

Figures

Figure 1: Classement des hauteurs moyennes des plants.	7
Figure 2: Classement des hauteurs d'insertion de la première gousse..	8
Figure 3 : Ecart de floraison avec la variété la plus précoce de l'essai Sphera (17 juin).9	
Figure 4 : Plantes/m ² à la levée et à la récolte	10
Figure 5 : PMG à l'humidité de 15% du grain des différentes variétés de l'essai.	11
Figure 6: Rendement à 15% (q/ha).	12
Figure 7 : Rendement et teneur en protéines des variétés de l'essai.....	13
Figure 8 : Gain de rendement et de points en protéines avec l'irrigation	14



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

Caractéristiques des variétés testées dans l'essai

Variété	Obtenteur/ représentant	Année inscription	Groupe de précocité	Couleur du hile	Sensibilité verse	Sensibilité sclérotinia	Année essai
ECUDOR	Euralis semences / Actisem	2006	II	Coloré	AS	AS	Témoin
ES GABOR	Nouveauté	2016	I	Coloré	PS	-	1/3
ES INDICATOR	Euralis Semences	2017	I	Coloré	TPS	PS	1/3
ES INVENTOR	Euralis Semences	2017	II	Coloré	PS	PS	1/3
ES MEDIATOR	Euralis semences / Actisem	2015	I	Coloré	PS	AS	1/3
ES PALLADOR	Euralis semences	2015	I	Coloré	PS	S	3/3
ISIDOR	Euralis semences / Actisem	2004	I	Coloré	PS	PS	Témoin
RGT SINEMA	RAGT Semences	2017	I	Coloré	PS	-	1/3
RGT SINFONIA	RAGT Semences	2016	I	Coloré	AS	S	1/3
SANTANA	RAGT semences	2007	I/II	Coloré	PS	PS	Témoin
SPHERA	RAGT semences / Actisem	2011	I	Coloré	AS	PS	Témoin
TEARA	RAGT semences	2013	I	Coloré	AS	AS	Témoin

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés de soja testées par le CREAB en 2017. Les variétés étant reconduites sur 3 ans dans les essais la colonne année essai synthétise le nombre d'années d'évaluation variétale par variété ou le statut de témoin. Source : fiches fournisseur



Résultats de l'essai : Variétés de soja biologique en sec

I. Objectif de l'essai

Tester le comportement en agriculture biologique de 13 variétés de soja pour leurs caractéristiques agronomiques (précocité à floraison, résistance à la verse), leurs rusticités (résistances aux maladies), leurs niveaux de rendement et leurs qualités (protéine). Le choix variétal a été orienté vers des variétés exprimant des teneurs élevées en protéines, pour un débouché en alimentation humaine (trituration pour fabrication du Tofu) et des variétés productives pour un débouché en alimentation animale.

L'année d'essai 2017 s'inscrit dans la continuité des travaux précédents visant à trouver les variétés ayant un bon potentiel en absence d'irrigation. Pour cela, le CREAB s'est associé à Terres Inovia pour la mise en place de cet essai. Ainsi ont été définies ensemble les variétés à évaluer au sein de deux essais : un essai avec irrigation géré par Terres Inovia et un essai en absence d'irrigation géré par le CREAB. Les deux essais sont conduits sur la même parcelle permettant ainsi de comparer les différences de comportement des variétés en sec et en irrigué.

II. Contexte pédoclimatique

Lieu : Chez M. Daniel Polès, 32500 Castelnau d'Arbieu

Sol : Argilo-calcaire profond de la vallée du Gers

Pour plus d'information sur les conditions climatiques de l'essai, Cf. Annexe

III. Description de l'essai et modalités d'analyse

Essai en blocs à quatre répétitions, avec observations et mesures réalisées sur deux placettes (2 rangs contigus sur 1 m) par parcelle élémentaire. Le facteur étudié est la variété, celles concernées par cette étude sont présentées dans le Tableau 1.

Les outils statistiques utilisés sont : Statbox pour les analyses de variance et les regroupements par le test de Newman et Keuls et Excel pour les tests de Student. Le test de Student est employé pour analyser les différences entre moyennes et la significativité des pentes pour les analyses de corrélation. Tous les tests sont effectués au risque alpha de 5%.



IV. Observations en végétation

1. Déroulement de la campagne

Une présentation de l'année climatique est fournie en annexe 1. Le début de cycle fut plutôt favorable au soja avec de l'ordre de 165 mm de précipitations sur les mois de mai à juillet. Le mois de juillet s'est cependant avéré plutôt sec avec une pluviométrie inférieure à la moyenne (35 mm contre 54 mm en moyenne sur 20 ans).

L'enherbement fut bien maîtrisé sur l'essai, notamment grâce aux différentes interventions couplées avec du désherbage manuel. Les adventices présentes étaient : le panic, chénopode, datura et renouée persicaire. Les maladies furent inexistantes sur l'essai.

2. Hauteur des plantes et de la 1ère gousse

La hauteur des plantes est présentée dans la Figure 1. La moyenne de l'essai est de 93 cm. La variété la plus haute est cette année encore Ecudor avec 106 cm. Steara, RGT Sinema et ES Gabor sont assez hautes également avec des hauteurs proches de 100 cm. Ces variétés sont suivies de RGT Sinfonia, Sphera, ES Mediator, ES Pallador et ES Inventor (87-96 cm). Isidor, Santana et ES Indicator se démarquent avec des hauteurs assez faibles pour l'année de 86 et 76 cm.

Hauteurs moyennes des variétés

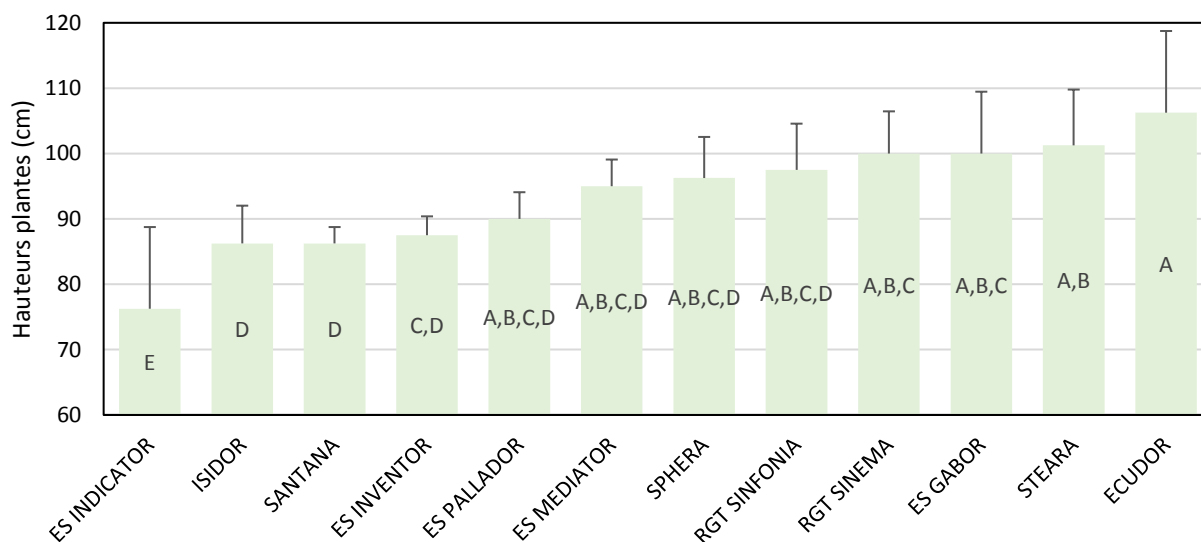


Figure 1: Classement des hauteurs moyennes des plants. La hauteur a été mesurée à la fin de la floraison. Les lettres correspondent aux regroupements statistiques tirés de tests de Newman et Keuls.



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

Les hauteurs moyennes d'insertion de la première gousse sont significativement reliées à la variété (Figure 2). Ecudor est la variété ayant la hauteur d'insertion de la première gousse la plus élevée (19 cm). Elle est suivie des variétés Es Inventor et RGT Sinfonia (17 cm). ES Gabor, ES Pallador et RGT Sinema ont une hauteur équivalente pour une moyenne de 15.8 cm. Les variétés Sphera, ES Mediator, ES Indicator et Santana peuvent être regroupées avec une hauteur moyenne de 14.2 cm. Enfin, la variété ayant l'insertion de gousse la plus basse est Isidor

Hauteurs d'insertion de la première gousse

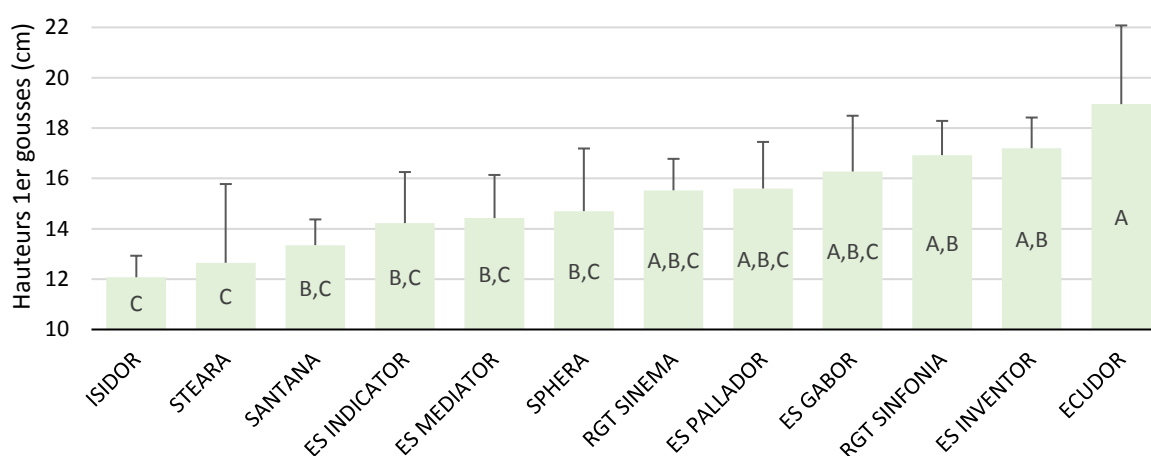


Figure 2: Classement des hauteurs d'insertion de la première gousse. Les lettres correspondent aux regroupements statistiques tirés de tests de Newman et Keuls.

3. Date d'apparition des stades phénologiques

Les groupes de précocité du soja correspondent à la durée du cycle total de la culture du soja : la date du début floraison n'est pas directement corrélée avec le groupe de précocité. La première variété à fleurir a été Sphera le 17 juin et la dernière variété RGT Sinema le 29 juin (

Figure 3). Les écarts entre variétés sont significatifs et montrent que ces deux variétés ont une période de floraison différente des autres variétés. Par ailleurs, trois autres groupes de variétés ont été identifiés sur la période de floraison : les variétés les plus tardives étant ES Gabor, RGT Sinfonia, ES Indicator, Ecudor. ES Inventor est intermédiaire entre ce groupe et ES Pallador qui est significativement plus précoce. Enfin, Isidor, Steara, ES Mediator et Santana sont les variétés les plus précoces à la floraison en dehors de Sphera.



Ecart de la floraison à la variété la plus précoce (Sphera)

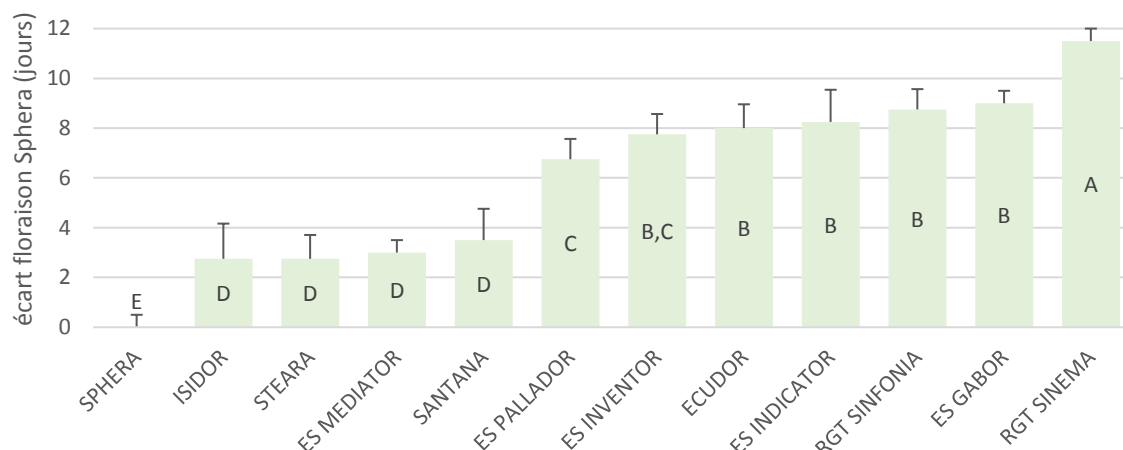


Figure 3 : Ecart de floraison avec la variété la plus précoce de l'essai Sphera (17 juin). Les lettres représentent les regroupements établis par le test de Newman et Keuls.

V. Composantes du rendement

Composantes du rendement des variétés de soja en sec

Variétés	Plantes/m ² levée	Plantes/m ² récolte	Gousses/ plantes	Gousses/m ²	Grains/ gousse	Grains/m ²	PMG 15% (g)
ES INDICATOR	38.8	41.4	21.7	898	1.8	1633	160.6
ISIDOR	42.9	44.7	16.7	744	2	1509	203.5
SANTANA	41.7	43.1	21.8	941	1.8	1737	167.5
ES INVENTOR	36	38.3	22.3	849	2.1	1824	192.6
ES PALLADOR	40.8	41.1	24.4	1001	2.1	2096	158.8
ES MEDIATOR	32	28.3	27.6	780	2.2	1700	180.7
SPHERA	39.7	43.6	19	834	1.9	1557	189.2
RGT SINFONIA	37.5	42.5	21.1	892	2	1761	170.4
RGT SINEMA	39.1	42.8	20.8	887	2.1	1878	178.2
ES GABOR	42.2	43.3	19.4	848	2.3	1925	174.9
STEARA	33.2	31.1	26.2	816	2.1	1689	185.5
ECUDOR	43.6	46.7	18.8	875	2.1	1874	179.1
Moyenne	39	40.6	21.7	864	2	1765	178.4

Tableau 2 : Composantes du rendement, essai variétés soja sec 2016

Plantes/m² : En moyenne les pertes à la levée sur l'essai ce sont élevées à 23% et l'effet variétal est très hautement significatif (anova, p-value<0.01%). Les pertes à la levée ont été particulièrement importantes pour ES Mediator et Steara. Sur l'essai irrigué la variété Steara a également subi des pertes importantes à la levée (63%) ce qui peut donc expliquer ce phénomène soit par l'origine des semences (même lot) ou bien par la sensibilité de la variété



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

aux conditions pédoclimatiques. Autrement pour les variétés les pertes n'excèdent pas 20%. Cette distinction se remarque sur le regroupement des variétés (Figure 4).

Par ailleurs, le nombre de plants à la récolte est significativement plus important (t test, p-value 0.01%) qu'au premier comptage fait le 2 juin. Ceci s'explique probablement par des retards à la levée qui n'ont pas été comptés à la première date. Enfin, la hiérarchie entre les variétés en terme de peuplement est la même à la récolte qu'au début d'implantation ce qui montre que le peuplement final aura été quasiment entièrement dépendant des conditions initiales de levée.

Densité de plants à la levée et à la récolte

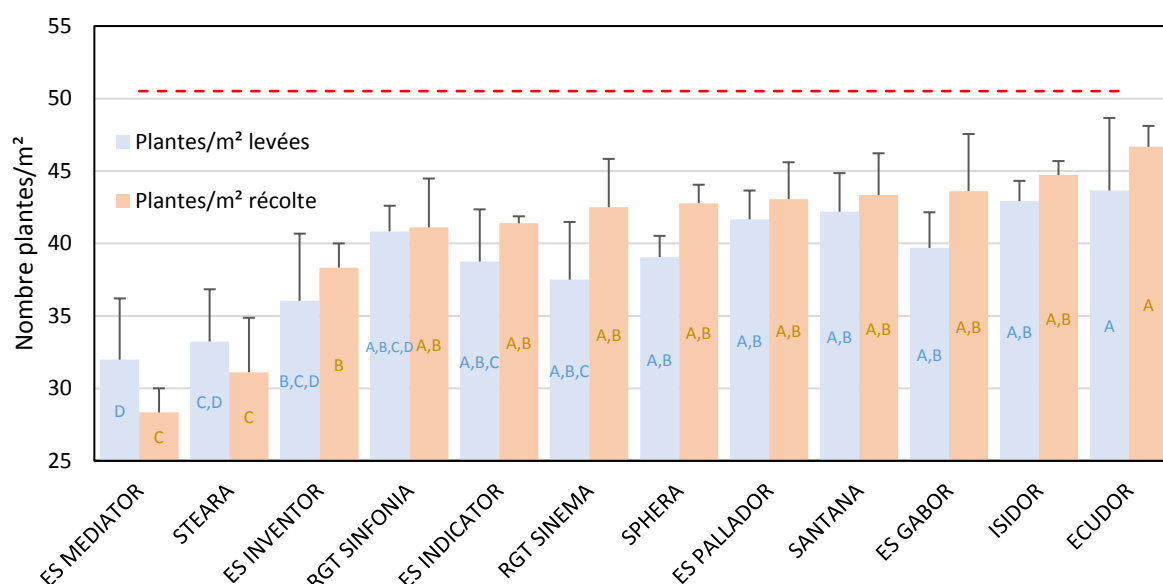


Figure 4 : Plantes/m² à la levée et à la récolte. Le trait rouge en pointillé correspond à la densité de semis. Les lettres correspondent au regroupement estimé par le test de Newman et Keuls.

Gousses/m², gousses/plante, grains/gousses et grains/m² : le nombre de gousses/m² est en moyenne de 864, valeur bien supérieure à celle obtenue en 2016 sur le précédent essai. Pour cette composante, l'analyse de variance ne permet pas un classement des variétés, l'effet variétal n'étant pas significatif. Il en va de même pour le nombre de grains par m² qui n'est significatif qu'au risque alpha de 10% et le nombre de grains par gousse qui est sensiblement le même entre variétés.



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

Le PMG : L'effet variétal sur le PMG est quant à lui très hautement significatif ($p\text{-value} < 0.01\%$). Deux variétés se distinguent avec un PMG élevé : Isidor avec un PMG de 203.5 g suivi d'ES Inventor avec un PMG de 192.6 (Figure 5). Deux autres variétés se différencient avec un PMG très faible : ES Pallador (158.8 g) et ES Indicator (160.6 g) qui sont regroupés dans le groupe avec les PMG les plus faibles suivi de peu de Santana qui a PMG de 167.5 g. Autrement les recoupements entre les groupes statistiques permettent difficilement de distinguer des variétés au comportement atypique.

PMG des variétés de soja en sec

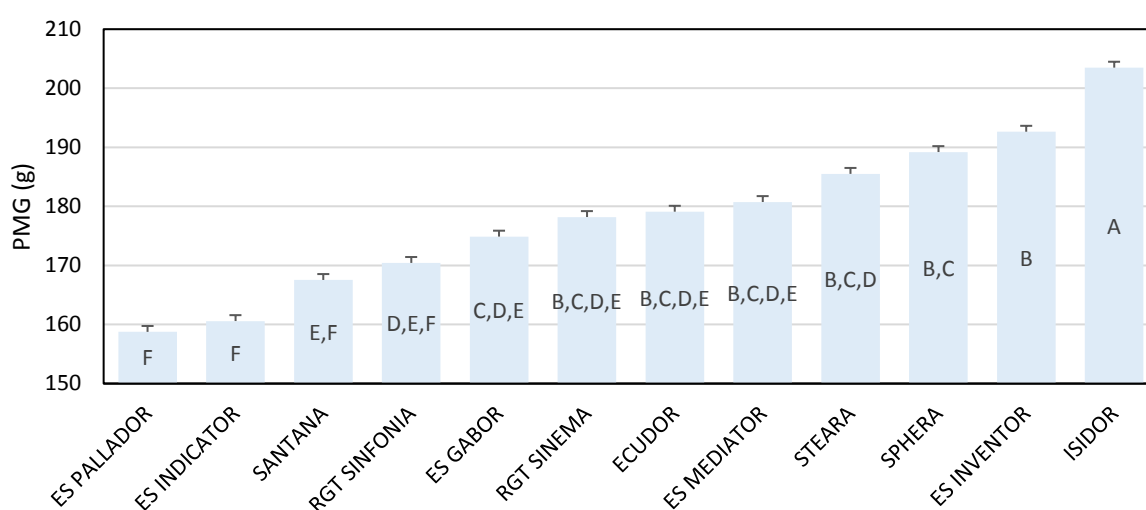


Figure 5 : PMG à 15% d'humidité des différentes variétés de l'essai. Les lettres correspondent au regroupement du test de Newman et Keuls

VI. Rendements et protéines

Rendement et teneurs en protéines des variétés de soja en sec

Variétés	RDT 15% qx/ha	Protéines (%)	RDT % témoin	protéines % témoin	Témoin
RGT SINFONIA	30	39.5	95%	97%	non
ES GABOR	33.7	40.1	107%	98%	non
RGT SINEMA	33.5	40.1	106%	98%	non
ES MEDIATOR	30.7	40.5	97%	99%	non
ES INDICATOR	26.2	42.2	83%	103%	non
ES PALLADOR	33.3	40.3	106%	99%	non
SPHERA	29.5	40.4	94%	99%	oui
STEARA	31.3	40.7	99%	100%	oui
SANTANA	29.1	40.8	92%	100%	oui
ISIDOR	30.7	40.9	97%	100%	oui
ES INVENTOR	35.1	40.9	111%	100%	oui
ECUDOR	33.6	41.1	106%	101%	oui
moyenne	31.4	40.6			
moyenne témoins	31.55	40.8			

Tableau 3: Rendements et teneurs en protéines.

Rendement : L'année climatique a été particulièrement favorable au soja ce qui a permis un rendement sur l'essai de 31.4 qx/ha sans irrigation (Tableau 3). Les différences entre variétés apparaissent significatives. ES Gabor et RGT Sinema ont fait +7% et +6% de rendement par rapport au groupe témoin.

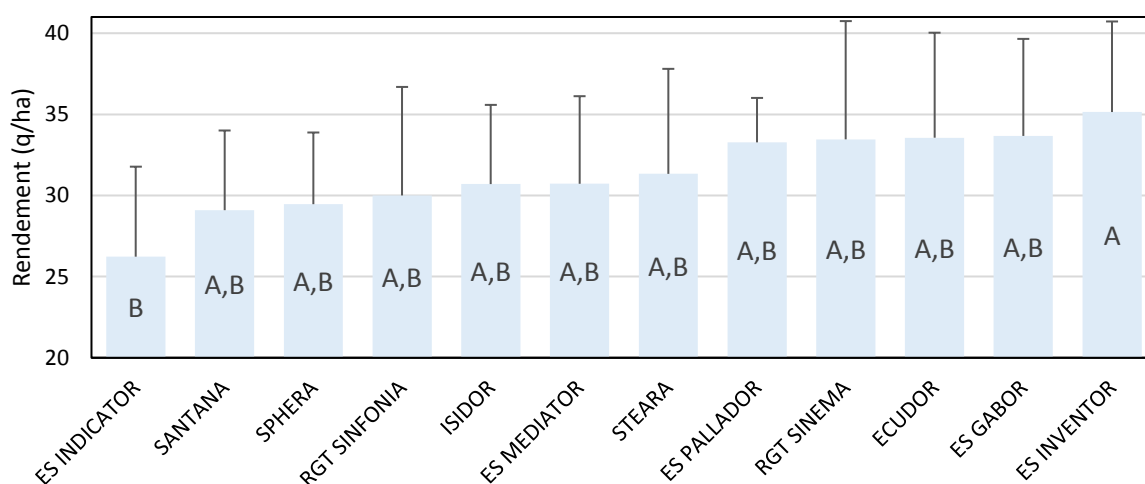


Figure 6: Rendements à 15% d'humidité (q/ha). Les lettres correspondent au regroupement fait avec le test de Newman et Keuls.



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

A contrario, ES Indicator a fait -17% de rendement, probablement à cause des soucis de levées qui n'ont pas été compensés par le développement des plants restants pendant le cycle cultural et par le faible remplissage du grain (faible PMG). ES Sinfonia a également eu un rendement plus faible que le groupe témoin avec 95% de rendement. Le faible PMG et donc le remplissage du grain étant très certainement lié à ce constat.

Teneur en protéine : les écarts entre variétés sont très faibles avec des teneurs comprises entre 39.5 et 42.2%. ES Indicator est la variété ayant la plus forte teneur en protéines, probablement à cause de son faible développement (rendement le plus faible de l'essai). La variété RGT Sinfonia est celle ayant la plus faible teneur en protéines.

Le rendement et teneurs en protéines des variétés – campagne 2017

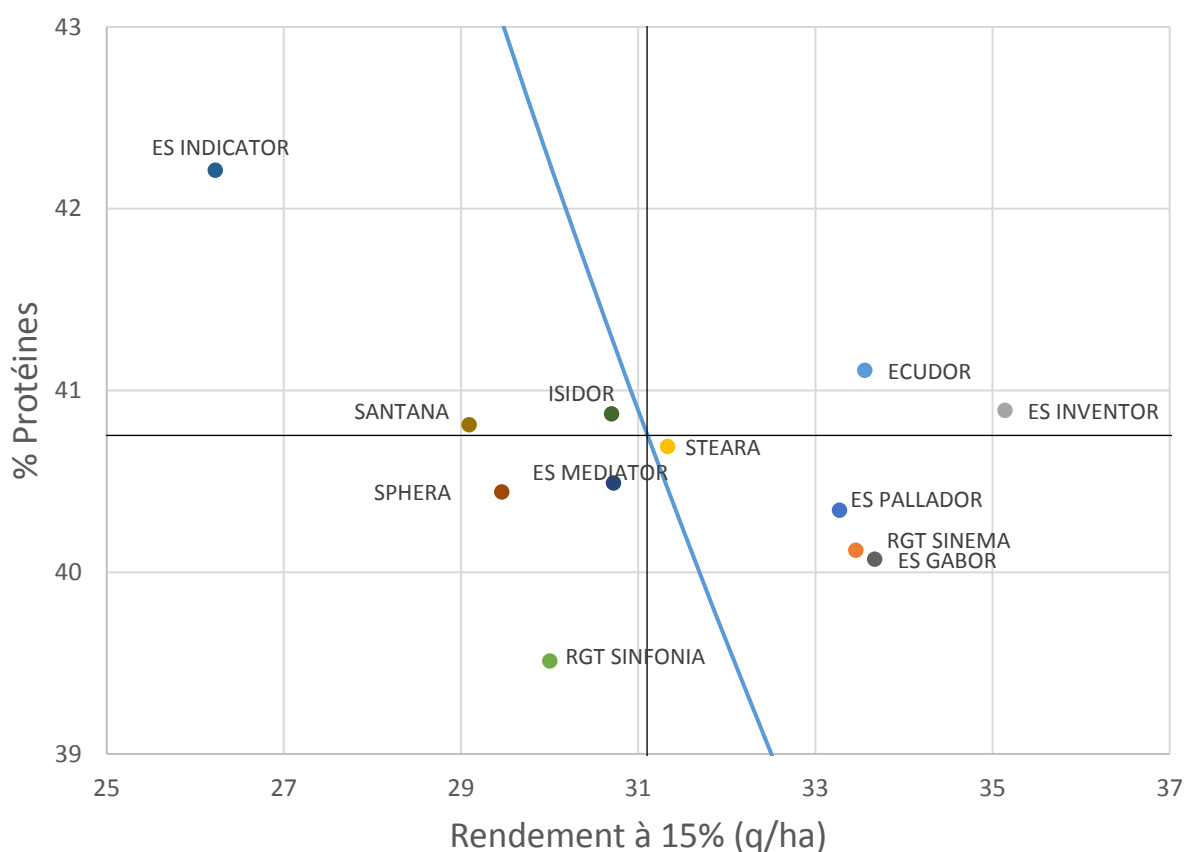


Figure 7 : Rendement et teneur en protéines des variétés de l'essai. La courbe représente la moyenne des témoins de l'essai pour le rendement et la teneur en protéines, ainsi les variétés situées au-dessus de la courbe présentent une valeur rendement x % protéine supérieure à la moyenne des témoins de l'essai est inversement. Les droites verticales et horizontales représentent la moyenne des témoins de l'essai.



Sensibilité au stress hydrique (Figure 8) : on observe une relation significative entre le gain de rendement et protéines en réponse à l'irrigation sur toutes les variétés. Toutefois, cette relation n'explique que 28% de la variance ce qui met en évidence que les caractéristiques variétales ont aussi un point très important dans la réponse à l'irrigation. Cette hétérogénéité de réponse à l'irrigation souligne que le classement variétal en irrigué ne permet de d'identifier directement des variétés à fort potentiel de rendement sans irrigation. D'autres critères comme leur résilience face aux incidents climatiques et leur stabilité de rendement peuvent probablement être des critères intéressants pour identifier les variétés adaptées à la conduite en sec.

Réponse à l'irrigation sur le rendement et les protéines : caractérisation de la sensibilité des variétés au stress hydrique

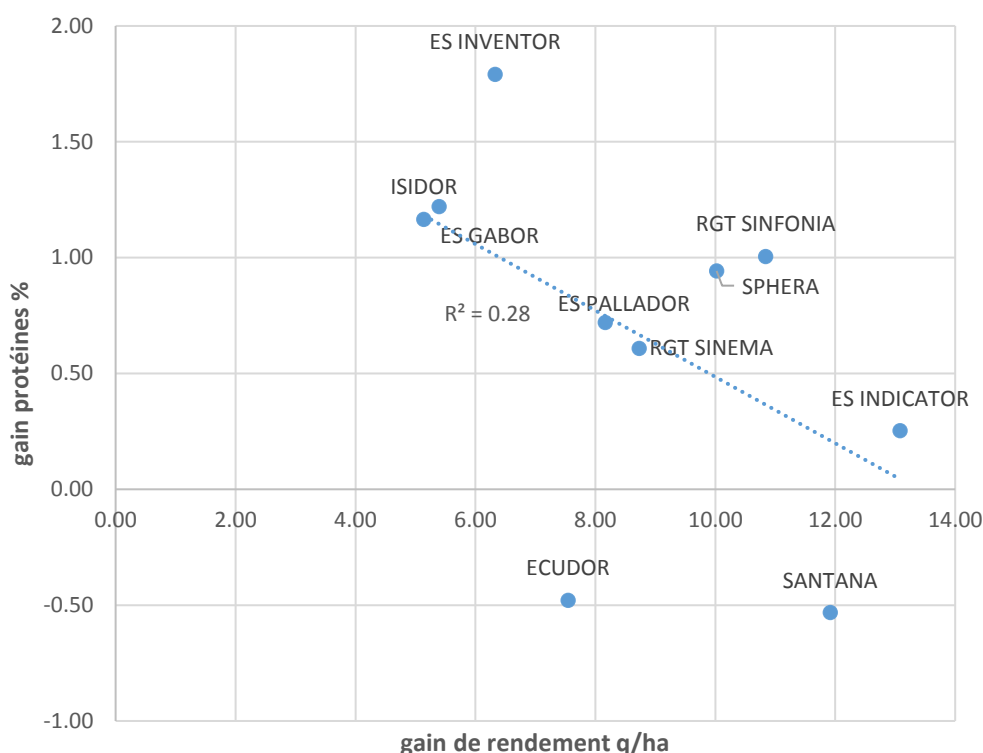


Figure 8 : gains de rendement et protéines avec irrigation selon les variétés. Les variétés présentées sur cette figure correspondent aux variétés communes aux essais irrigué (conduit par Terres Inovia) et sec.



VII. Conseils

Les variétés témoins

ECUDOR : Variété tardive présente depuis plus de 3 ans dans les essais. Elle aussi confirme les résultats des années antérieures avec potentiel de rendement élevé et une teneur en protéine plus faible que la moyenne. C'est la variété qui présente régulièrement une hauteur d'insertion de la 1^{ère} gousse haute. Le PMG cette année s'est avéré dans la moyenne de l'essai

STEARA : Cette année cette variété est intégrée en tant que témoin (4^{ième} année d'essai). Il s'agit d'une variété adaptée à la conduite sans irrigation. Cette année son rendement et sa teneur en protéine sont situés dans la moyenne malgré une densité de plants faible. Cela met en évidence la capacité de cette variété à conserver un bon niveau de productivité malgré des incidents en culture. Son PMG est moyen et l'insertion de la première gousse est haute en moyenne même si cette année elle faisait partie des plus basses de l'essai.

SPHERA : Sphera présente des résultats irréguliers en conduite en sec. En 2014 son rendement était au niveau de la moyenne et sa teneur en protéine un peu dessous, en 2015 son rendement et sa teneur en protéine était au-dessus de la moyenne de l'essai. Cette année comme en 2016 elle décroche pour sa teneur en protéine et son rendement qui sont inférieurs à la moyenne de l'essai. C'est une variété de taille moyenne avec une 1^{ère} gousse qui s'insère à une hauteur moyenne. Cette année son PMG se situe un peu en dessus de la moyenne de l'essai alors que pour les années précédentes il se situait dans la moyenne.

SANTANA : Santana semble en retrait pour une conduite sans irrigation cette année encore. Son rendement décroche cette année avec une teneur en protéine juste au-dessus de la moyenne de l'essai comme l'année précédente. Son PMG est faible cette année par rapport au reste de l'essai. C'est également une variété courte avec une hauteur d'insertion de la 1^{ère} gousse basse.

ISIDOR : Variété de référence pour un débouché en alimentation humaine, cette année elle a un rendement un peu en dessous de la moyenne des témoins mais une teneur en protéines plus élevée. Cette année elle a le PMG le plus important de l'essai. Par contre c'est une variété courte avec une première gousse qui s'insère bas sur la plante (12 cm cette année).

Les nouvelles variétés évaluées

ES GABOR : Sur l'essai elle a permis d'obtenir un rendement au-dessus de la moyenne de l'essai (2^{ième} place) avec une teneur en protéines en retrait (avant dernière place). Son PMG est plutôt moyen à faible sur l'essai de cette année. L'insertion de la première gousse est dans la moyenne de l'essai.

ES INDICATOR : Nouvelle variété, pour cette première année son rendement était particulièrement bas, probablement dû à des difficultés d'implantation (pertes à la levée) qui ont restreint le rendement final. Son PMG à la récolte s'est également avéré très bas. En



CREAB MIDI-PYRENEES

Essai Soja en sec campagne 2017

contrepartie de ce faible rendement, la teneur en protéines s'est avérée être la plus élevée de l'essai. Les hauteurs d'insertion des premières gousses sont plutôt dans la moyenne (14 cm). A voir sur les prochains essais si le rendement en sec peut s'avérer plus élevé.

ES INVENTOR : variété connue en soja irrigué il est présent pour la première année dans l'essai soja en sec. Sur l'essai cette variété a obtenu le meilleur rendement de l'essai avec une teneur en protéines au-dessus de la moyenne. Le PMG est également élevé, il s'agit deuxième plus élevé de l'essai. Enfin, la hauteur d'insertion de la première gousse est lui aussi la deuxième plus élevée de l'essai avec 17 cm. Il s'agit d'une variété qui semble particulièrement intéressante pour la conduite en sec mais qui reste à valider sur les futurs essais.

ES MEDIATOR : Nouvelle variété, son rendement et ces teneurs en protéines s'avèrent légèrement en dessous de la moyenne des témoins. Son PMG se situe dans la moyenne de l'essai et cette variété à ces premières gousses insérées vers 14 cm, ce qui est dans la moyenne cette année.

ES PALLADOR : testée pour la 3^{ème} année, ES Pallador confirme ses bons résultats. Cette variété se range chaque année dans les variétés productives. Sa 1^{ère} gousse s'insère à une hauteur moyenne. Par contre malgré une teneur en protéine élevée les débouchés en alimentation humaine restent compromis par une taille de grain très petite.

RGT SINEMA : Nouvelle variété dans l'essai, elle présente un rendement plus élevé que les témoins avec toutefois une teneur en protéines un peu plus faible. Cette variété présente une hauteur d'insertion de la première gousse et un PMG dans la moyenne de l'essai.

RGT SINFONIA : Nouvelle variété, comparativement aux témoins, elle possède un rendement et une teneur en protéines plus faible. Son PMG est plutôt faible par rapport à l'essai et à l'année climatique. Enfin, l'insertion de la première gousse est plutôt haute par rapport au reste de l'essai (presque 17 cm).

Variétés conseillées :

Alimentation humaine	Alimentation animale
Isidor, Shama, Stéara, ES Inventor*	Ecudor, Blancas, ES Pallador, RGT Speeda

**à confirmer sur les prochains essais*



Annexe : Climatologie campagne 2016-2017

Hiver 2016-2017 (janvier à mars)

Le début de l'hiver a été assez froid, avec en janvier une température moyenne mensuelle de 3,4°C associé à 17 jours de gelées matinales. Les températures sur janvier ont pu descendre jusqu'à -8,8°C le 19 janvier. En revanche, en février et mars les températures étaient supérieures à la normale avec respectivement +2,13°C et +1,34°C par rapport à la moyenne sur 20 ans. Les précipitations ont été faibles sur la période hivernale avec une différence de pluviométrie par rapport à la moyenne de 32,6 mm. La pluviométrie en janvier a été très faible par rapport à la période (31,6 mm) mais a été compensé par des pluies plus importantes en février et mars.

Printemps 2017 (avril à juin)

Les trois mois du printemps sont proches de la moyenne pour les températures avec tout de même une température un peu plus élevée pour les mois de mai et juin (+1,38 et +2,36°C par rapport à la moyenne). Toujours au mois d'avril, les précipitations ont été très faibles (12,4 mm) et ce manque d'eau n'a pas été partiellement rattrapé aux mois de mai et juin avec les 131 mm apporté par la pluie.

Été 2017 (juillet à septembre)

Les températures moyennes sur cette période sont proches de la moyenne sur 20 ans. Les pluies peu abondantes de juillet (-19 mm par rapport à la moyenne) ont été compensées en partie en septembre (+12 mm par rapport à la moyenne).

Météo campagne 2016-2017 (station Auch La Hourre)

