

## Résultats de l'essai Densité et écartement de semis en soja sec - Campagne 2016



*Photo CREAB MP*



**C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées**  
LEGTA Auch-Beaulieu  
32020 AUCH Cedex 09  
**Loïc PRIEUR ou Laurent ESCALIER**

Tél : 05.62.61.71.29 ou  
[loiccreab@gmail.com](mailto:loiccreab@gmail.com) ou  
[laurentcreab@gmail.com](mailto:laurentcreab@gmail.com)

Le CREAB MP est membre du



*Novembre 2016*

**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»

*La responsabilité du Ministère en charge de l'agriculture ne saurait être engagée*



### Résultats de l'essai : Densité et écartement de semis du soja cultivé en sec *Campagne 2016*



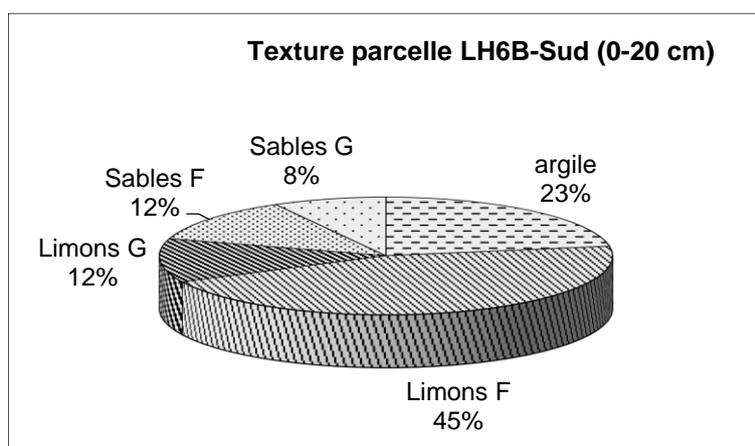
#### **OBJECTIF DE L'ESSAI**

La filière du soja biologique reste encore déficitaire pour le marché national, notamment pour les débouchés en alimentation animale. Actuellement sur la région Midi-Pyrénées les sojas sont cultivés à proportion quasi équivalente en absence et en présence d'irrigation. Toutefois la conduite du soja sans irrigation nécessite des sols profonds à bonne réserve en eau. Afin de satisfaire les besoins de la filière et compte tenu du fait que les sojas sont déjà bien présents sur les parcelles à bon potentiel hydrique, il est envisagé de tester la culture du soja sans irrigation sur des parcelles à réserve en eau moindre : les coteaux argilo-calcaire. Actuellement les sojas sont très majoritairement semés au semoir monograine avec des écartements de l'ordre de 60 cm. Ces écartements semblent être trop importants pour un semis sur des parcelles à moins bonnes réserves hydriques. Le but de cet essai est de tester des combinaisons d'écartements de semis réalisées avec un semoir à céréales et de densité de semis pour voir lesquelles sont les plus performantes pour la mise en culture du soja sur coteaux argilo-calcaires.

#### **SITUATION DE L'ESSAI**

Lieu : 32 000 AUCH, domaine expérimental de la Hourre

Sol : Argilo-calcaire, parcelle LH6B-Sud, Cf. texture ci-dessous



#### **TYPE D'ESSAI**

Essai en blocs à trois répétitions, avec observations et mesures réalisées sur deux placettes (2 rangs contigus sur 1 m) par parcelle élémentaire.



Dégâts d'oiseau sur jeunes pousses de soja

## **FACTEURS ETUDIÉS**

Le facteur étudié est l'itinéraire technique. Les différentes combinaisons testées sont :

- 2 écartements testés : tous les rangs (16,7 cm) ; 1 rang sur 2 (33,3 cm)
- 3 densités de semis pour un PMG de la semence de 269 g : 550 000 grains/ha (148 kg/ha) ; 700 000 grains/ha (188 kg/ha) ; 850 000 grains/ha (229 kg/ha)

## **CONDUITE DE LA CULTURE**

Le précédent cultural est un blé d'hiver suivi par une interculture composé de moutarde+vesce pourpre. Les interventions réalisées sur l'essai sont présentées dans le tableau 2. Cet essai est conduit en sec (sans irrigation). La variété utilisée est Isidor (groupe I).

**Tableau 2 : itinéraire technique réalisé**

Date	Outil	Remarque
2 juil-15	Moissonneuse	Récolte BTH
22 juil-15	Déchaumeur à disque	
7 sept-15	Déchaumeur à ailettes	
11 sept-15	Semoir à dents	Moutarde+vesce P (5 + 25 kg/ha)
7 déc-15	Charrue déchaumeuse	Destruction couvert
23 mars-16	Vibroculteur	
24 mars-16	Déchaumeur à ailettes	Parfaire le désherbage
29 avril-16	Déchaumeur à ailettes	
4 mai-16	Herse rotative	
9 mai-16	Herse étrille	
9 mai-16	Semoir céréales à socs	Semis essai
9 juin-16	Herse étrille	
24 juin-16	Herse étrille	
30 sept-16	Récolte	

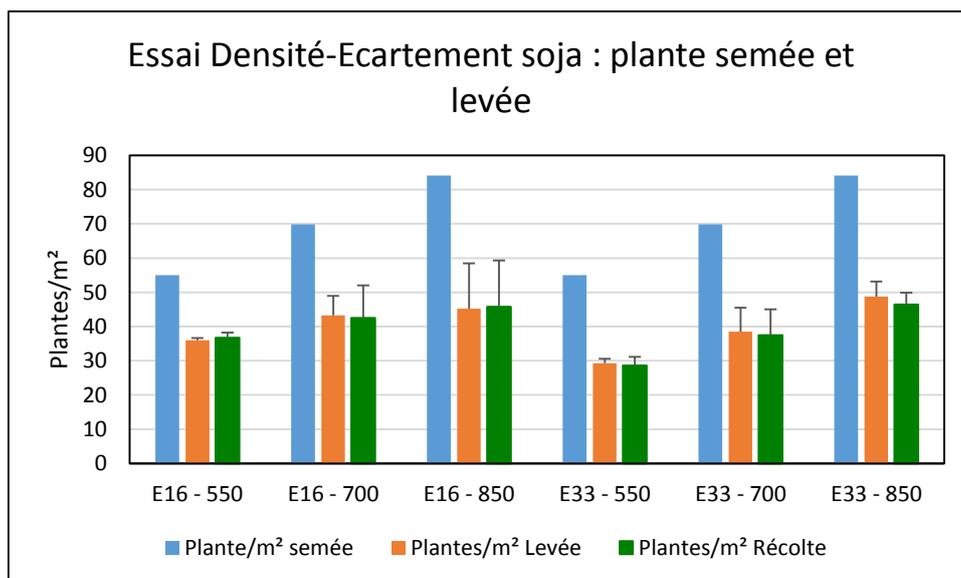
## **OBSERVATIONS EN VEGETATION**

Le semis fut réalisé dans de bonnes conditions de sol suivi par des précipitations. La levée des sojas fut notée 24 mai. Rapidement nous avons observé des dégâts d'oiseaux sur les jeunes pousses (cf. photos ci-contre), pour cette année où il n'y avait pas de tournesol sur le site, il nous semble que les oiseaux ont engendré beaucoup plus de dégâts sur les sojas que les autres années.

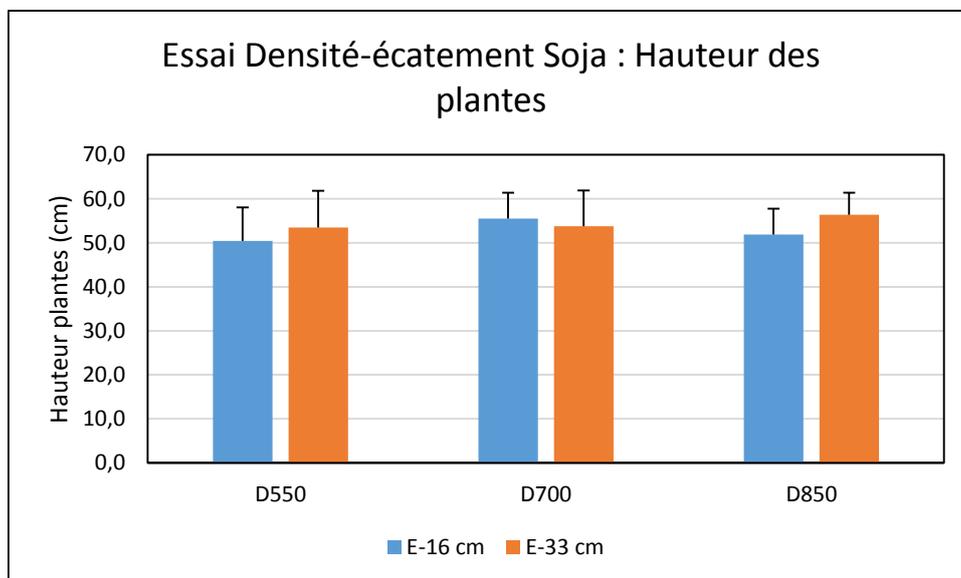
Les comptages et mesures réalisés ont fait l'objet d'une analyse de variance (au risque  $\alpha = 5\%$ ) à 2 facteurs en blocs avec en facteur 1 l'écartement et en facteur 2 la densité de semis. L'analyse de variance est couplée avec un test de comparaison de moyenne permettant de mettre en évidence ou non des groupes homogènes de valeurs (Test Newman-Keuls).

Compte tenu des dégâts d'oiseaux rencontrés, les pertes à la levée sont importantes avec en moyenne 42,1% de perte. A noter que le semis avec un semoir en ligne de type agriculteur n'est pas aussi précis que le semoir monograine, le réglage se faisant sur des objectifs de densité de plante semée calculés en kg/ha.

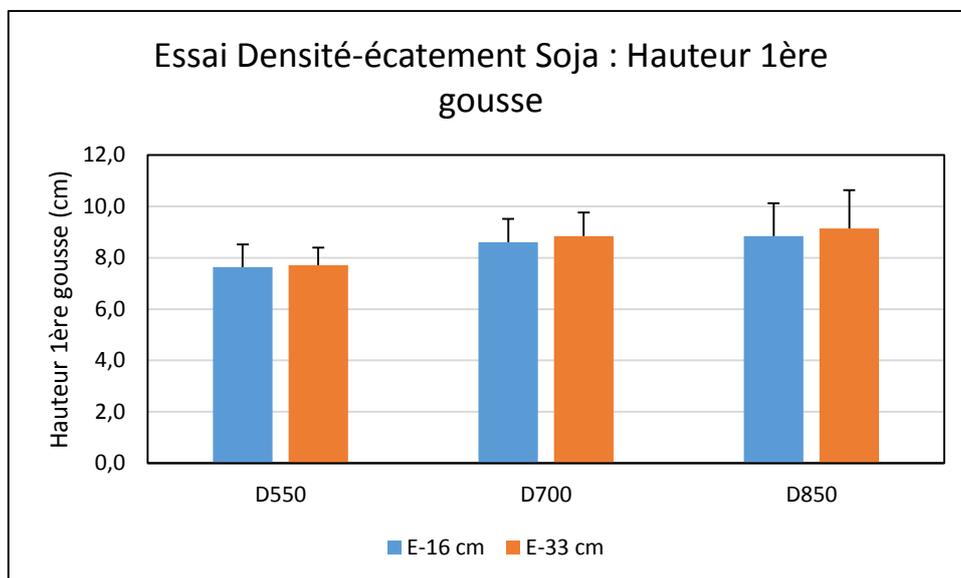
**Graphe n°1 : Plantes levée (après semis et à la récolte)**



**Graphes 2 : hauteur 1<sup>ère</sup> gousse (cm)**



**Graphes 3 : hauteur plantes (cm)**



## **Les densités levées :**

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative en lien avec l'écartement de semis, même si on observe moins de perte pour le semis tous les rangs (39,6%) que pour le semis 1 rang sur 2 (44,6%). Le taux de perte est équivalent pour les densités semées de 550 000 et de 700 000 et un peu plus élevé pour la densité de 850 000 grains/ha. Au niveau des plantes levées l'analyse de variance classe les trois densités de semis dans l'ordre des densités semées, mais dans des groupes homogènes qui se recoupent, ce qui traduit la forte variation au sein des répétitions. Les comptages à la levée furent réalisés après le 1<sup>er</sup> désherbage à la herse étrille les pertes tiennent donc compte des dégâts d'oiseaux et de la herse étrille.

Les plantes furent à nouveau comptées sur le prélèvement à la récolte, les valeurs sont peu différentes des comptages à la levée (graphe n°1). Le classement obtenu après analyse de variance est le même que celui pour les plantes levées.

## **Hauteur 1<sup>ère</sup> gousse et plante**

Les hauteurs de la 1<sup>ère</sup> gousse et des plantes ont été mesurées sur les échantillons prélevés à la récolte. Comme bien souvent avec la variété Isidor et encore plus en situation non irriguée, la hauteur de la 1<sup>ère</sup> gousse est basse, avec ici une moyenne de 8,5 cm. L'analyse de variance ne distingue pas d'effet en lien avec l'écartement de semis, mais distingue l'effet des densités de semis. Les deux densités les plus élevées présentent une 1<sup>ère</sup> gousse située à 8,9 cm du sol alors que pour la densité de semis la plus faible la hauteur est un peu plus basse avec 7,7 cm.

Pour la hauteur des plantes, la moyenne générale est de 53,6 cm ce qui est un tout petit peu plus faible que la valeur habituelle. Compte tenu des faibles différences de hauteur de plante entre modalités, l'analyse de variance ne distingue aucune différence significative entre modalités pour cette mesure.

L'an dernier nous n'avons pas pu montrer de différence significative pour la hauteur de la 1<sup>ère</sup> gousse, mais nous avons vu une petite différence de hauteur en lien avec l'écartement de semis.

## **Nombre de gousses produites**

Le nombre de gousses par plante est en moyenne de 15,4. Le nombre de gousses par plante ne varie pas selon l'écartement de semis, mais présente des différences selon les densités semées. Les sojas montrent qu'il existe des phénomènes de compensation, plus la densité semée est faible et plus le nombre de gousses par plante est élevé. L'analyse statistique ne distingue pas les deux densités les plus basses avec 17,4 gousses/plante pour le semis à 550 000 grains/ha et 16,0 gousse par plante pour le semis à 700 000 grains/ha, ces valeurs sont significativement plus élevées que pour la densité de semis à 850 000 grains/ha avec 12,8 gousses/plante.

Compte tenu des phénomènes de compensation, le nombre de gousses/m<sup>2</sup> est peu différent entre les modalités et ne permet pas d'observer des différences significatives entre elles. Nous obtenons en moyenne pour toutes les modalités 590,6 gousses/m<sup>2</sup>.

## **Nombre de grains produits**

Le nombre de grains/gousse est en moyenne de 2,46. Pour cette composante nous observons un effet de l'écartement et de la densité de semis. L'écartement de 16,6 cm permet d'obtenir 2,61 grains/gousse valeur significativement plus élevée que les 2,30 grains/gousse obtenu avec le semis à 33 cm d'écartement.

Vis-à-vis des densités de semis, la densité la plus faible (550 000) permet d'obtenir en moyenne 2,65 grains/gousse valeur significativement supérieure aux deux autres densités de semis qui se classe dans le même groupe homogène avec en moyenne 2,36 grains/gousse.

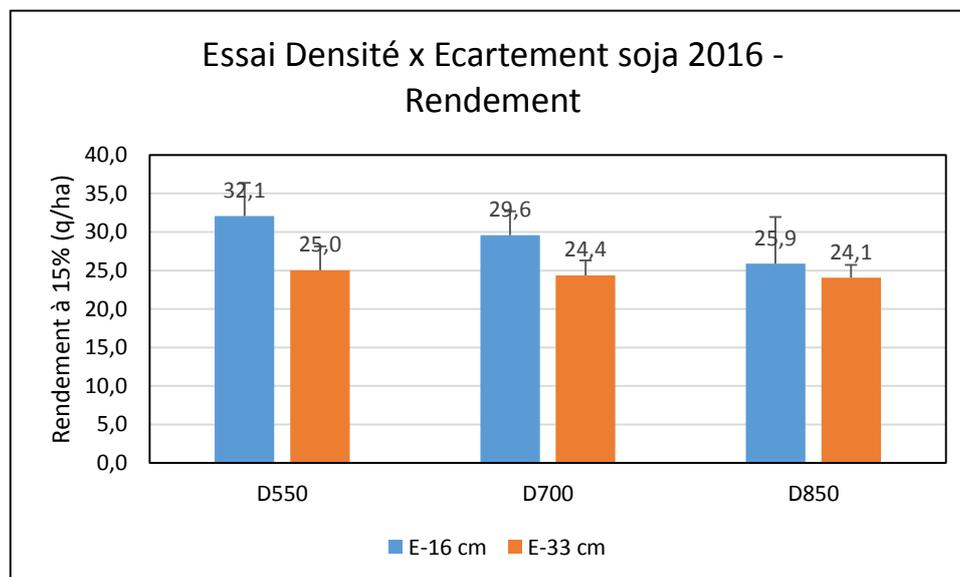
Ainsi les phénomènes de compensation liés aux faibles densités levées s'observent pour le nombre de gousse produite mais également pour le nombre de grain/gousse.

**Tableau 3 : Composantes du rendement**

Ecartement	Nombre grains semé/ha	Plantes levée/m <sup>2</sup>	Plantes/m <sup>2</sup> récolte	Gousses/plantes	Gousses/m <sup>2</sup>	Grains/gousse	Grains/m <sup>2</sup>
16 cm	550 000	36,0	36,8	16,5	620,0	2,81	1737,2
	700 000	43,3	42,5	16,7	654,0	2,50	1631,8
	850 000	45,3	45,8	12,5	554,5	2,53	1391,5
33 cm	550 000	29,2	28,6	18,3	528,8	2,50	1319,1
	700 000	38,5	37,5	15,3	577,0	2,26	1292,4
	850 000	48,8	46,4	13,2	609,1	2,16	1310,3

**Tableau 4 : PMG, Rendement et teneur en protéines**

Ecartement	Nombre grains semé/ha	PMG à 15% (g)	Rendement à 15% (q/ha)	% Protéines
16 cm	550 000	184,5	32,1	39,6
	700 000	181,4	29,6	41,0
	850 000	186,2	25,9	41,4
33 cm	550 000	190,0	25,0	45,7
	700 000	188,9	24,4	45,9
	850 000	183,6	24,1	45,2

**Graphe n°4 : Rendement****Tableau 5 : Architecture des plantes**

Ecartement	Nombre grains semé/ha	Nb gousse tige principale	Nb ramifications	Nb gousse sur les ramifications
16 cm	550 000	12,47	3,33	13,42
	700 000	12,10	3,67	11,25
	850 000	11,73	2,78	8,88
33 cm	550 000	14,67	3,55	14,73
	700 000	11,93	2,90	9,83
	850 000	11,88	3,13	8,98

Le nombre moyen toutes modalités confondues de grains/m<sup>2</sup> est de 1 447,1. Pour cette composante l'analyse de variance ne distingue que l'effet de l'écartement de semis, avec le semis tous les rangs nous obtenons 1 586,8 grains/m<sup>2</sup> valeur significativement plus élevée qu'avec les écartements de 33 cm qui présentent en moyenne 1 307,3 grains/m<sup>2</sup>.

## **RESULTATS A LA RECOLTE**

Le PMG moyen est de 185,8 g valeur un peu faible à mettre en lien avec les conditions climatiques très sèches de la fin de cycle (cf. année climatique en annexe). L'analyse de variance présente des différences significatives en lien avec les écartements de semis. Le semis à écartement de 33 cm permet d'obtenir un PMG plus élevé (187,5 g) que les écartements de semis à 16 cm avec un PMG de 184,0 g. Ici nous obtenons un résultat inverse de celui pour le nombre de grains/m<sup>2</sup> produit, ainsi plus les sojas font de grains et plus le PMG est faible et inversement. Les conditions très sèches de la fin de cycle ont fait que le remplissage fut influencé avant tout par le nombre de grains produit.

Le rendement moyen obtenu sur l'essai est de 26,8 q/ha. L'analyse de variance permet de dire que le semis à 16 cm permet l'obtention d'un rendement significativement plus élevé avec 29,2 q/ha que le semis réalisé un rang sur deux avec un rendement moyen de 24,5 q/ha. Par contre nous n'observons pas de différence de rendement en lien avec les densités de semis.

Le fait que le rendement soit plus élevé avec un semis réalisé tous les rangs est confirmé pour la 3<sup>ème</sup> année (en 1<sup>ère</sup> année il s'agissait d'une démonstration sans répétitions). Par contre les années précédentes nous avons pu voir un effet de la densité de semis en faveur de la densité de 700 000 grains/ha ce que nous n'observons pas cette année de part des phénomènes de compensation assez fort pour le nombre de gousses par plante et du nombre de grains par gousse en faveur de la densité de semis à 550 000 grains/ha.

Pour la teneur en protéine, l'analyse statistique ne distingue pas comme les autres années un effet en lien avec la densité de semis, mais distingue un effet en lien avec l'écartement. La différence observée cette année est élevée avec en moyenne 45,6% de protéine pour le semis à 33 cm et 40,7% pour celui à 16 cm. Toutefois si on fait une corrélation avec les valeurs de chaque répétition entre le rendement et la teneur en protéine on obtient une petite corrélation ( $r^2 = 0,4$ ) montrant que la teneur en protéine baisse quand le rendement augmente, il s'agit d'un probable effet de dilution des protéines, semblable à celui observé pour le PMG, plus le nombre de grain produit est élevé est plus la teneur en protéine est faible. A nouveau ceci s'explique par les conditions très sèches de la fin de cycle.

### **Architecture des plantes : (tableau 5 et graphes en annexe2)**

Nous avons réalisé des comptages sur 20 plantes par modalités afin d'acquérir les données suivantes :

- Nombre de gousses sur la tige principale
- Nombre de ramifications par plante (si pas de ramification, noté zéro ce qui explique les valeurs inférieures à 1)
- Nombre de gousses sur les ramifications.

Le nombre de gousse sur la tige principale varie peu dans notre essai, il est en moyenne de 12,5. On observe une valeur un peu plus élevée pour la plus faible densité de semis semée à grand écartement mais cette différence n'est pas significative.

Le nombre de ramification est peu élevé, avec en moyenne 3,2 ramifications par plante. On n'observe aucune différence pour le nombre de ramification en lien avec la densité ou l'écartement de semis.



Le nombre de gousse sur les ramifications est en moyenne de 11,2 cette valeur est assez importante en comparaison du nombre totale de gousse produite, car en moyenne nous avons 47% des gousses produites présentes sur les ramifications.

L'écartement de semis ne semble pas influencer sur le nombre de gousses par ramification, par contre on observe une différence significative en faveur de la densité de semis la plus faible. Avec un semis à 55 grains/m<sup>2</sup> nous obtenons en moyenne 14,1 gousses sur les ramifications et pour les deux autres densités de semis 9,7 gousses sur les ramifications. Il s'agit ici des phénomènes de compensation qui permettent aux faibles peuplements d'être compenser par un plus grand nombre de gousses sur les ramifications.

Des corrélations linéaires réalisées entre le nombre de plantes/m<sup>2</sup> à la récolte et les trois composantes de l'architecture montrent qu'il n'y a pas de lien entre le peuplement et le nombre de ramification. Par contre, il existe une faible corrélation entre le peuplement et le nombre de gousse sur la tige principale et le nombre de gousse sur les ramifications. Dans ces deux cas, lorsque le peuplement est élevé on observe une diminution du nombre de gousse sur la tige principale et du nombre de gousse sur les ramifications.

## **DISCUSSION**

L'essai mis en place a rencontré quelques difficultés. Tout d'abord les pertes à la levée occasionnées par les dégâts d'oiseaux ont engendrées un faible nombre de plantes levée. Ensuite les conditions climatiques sèches à partir du mois d'août ont limité l'expression des composantes de fin de cycle et notamment le PMG et la teneur en protéine.

L'essai montre que le soja comme de nombreuses autres cultures, est capable de compenser une composante un peu faible, ici le nombre de plantes levées, par l'augmentation d'autres composantes comme le nombre de gousses par plantes via notamment un plus grand nombre de gousse sur les ramifications, et le nombre de grains par gousse ce qui fait que les résultats finaux restent assez proches entre les modalités testées. On remarquera tout de même que les phénomènes de compensation furent nettement plus important pour les semis réalisés tous les rangs que pour le semis réalisé un rang sur deux. Ceci s'observe notamment pour le nombre de grains par gousse qui est nettement plus faible pour les semis réalisés un rang sur deux.

L'essai de cette année permet de confirmer qu'en situation sans irrigation sur sols à réserve en eau moyenne, le semis de soja doit être réalisé tous les rangs et non pas un rang sur deux, ce résultats fut observés depuis trois ans.

Par contre les deux premières années avaient permis de montrer que la densité de semis à 700 000 grains/ha permettait l'obtention de rendement plus élevé, ce que nous n'observons pas cette année, même si les écarts de rendement entre la densité de 550 000 et de 700 000 restent faibles (2,5 q/ha pour le semis tous les rangs et 0,6 q/ha pour le semis 1 rang sur 2). Par soucis de sécurité et conformément aux résultats des deux années précédentes, il nous semble plus opportun de réaliser le semis à 700 000 grains/ha. Par contre sur les trois années de test nous n'avons jamais pu montrer qu'une densité de semis très élevée (850 000 grains/ha) permettait un gain de rendement. De plus nous observons une différence liée à la hauteur de la 1<sup>ère</sup> gousse en faveur des densités élevées. Pour l'essai les rendements sont issus de prélèvements manuels qui ont permis de récolter toutes les gousses même les plus basses, avec une moissonneuse batteuse il y aurait eu probablement plus de difficultés à récolter les gousses les plus basses de la densité à 500 000 grains/ha.

Une dernière année de validation sera conduite l'an prochain afin de confirmer ou non ces résultats qui restent somme toute assez variables compte tenu du fort impact de la climatologie sur le développement des sojas conduits en absence d'irrigation.

## **Climatologie campagne 2015-2016**

Les références à la moyenne concernent la moyenne des 20 dernières années

### **Automne 2015 (octobre à décembre)**

Après un mois d'octobre assez frais (-1,3°C par rapport à la moyenne) novembre et décembre furent très doux (+2,1°C et +2,9°C) Les 1ères gelées sont arrivées les 23 et 24 novembre (-3,3 et -4,3 °C). En décembre il y eu huit jours avec des gelées matinales mais peu prononcées (maximum -2,6°C). L'automne fut également très sec avec un cumul de 71 mm en trois mois pour une moyenne de 174 mm avec un mois de décembre très sec (8,4 mm). Les semis furent donc réalisés en conditions de sols secs. Le 18 décembre nous avons réalisé le 1<sup>er</sup> désherbage à agressivité modéré sur blé (stade 2 feuilles) et sur féverole (stade levée) sans dégâts sur les cultures.

### **Hiver 2015-2016 (janvier à mars)**

Le début de l'hiver fut toujours très doux, un peu moins en mars (+2,6°C en janvier, +1,8°C en février et -0,5°C en mars). Par contre janvier et février furent très arrosés avec 203 mm pour une moyenne de 111 mm. Mars présente des pluies au niveau de la moyenne. Par contre pour ces trois premiers mois de l'année l'ensoleillement fut déficitaire. Les températures douces sans gel, associée à des pluies abondantes ont engendrés des sols tassés limitant l'effet des désherbages mécaniques. De plus le nombre de jours disponibles pour réaliser les travaux sur sols ressuyés fut très réduit.

### **Printemps 2015 (avril à juin)**

Les trois mois du printemps sont très proches de la moyenne pour les températures et les précipitations, à l'exception de juin un peu sec. Avril et mai présente encore des durée d'ensoleillement limitées.

Les températures fraîches de fin avril et début mai (2,1°C le 19 avril, 2,2°C le 2 mai, 3°C le 4 et 3,9°C le 5 mai) associées à une faible insolation peuvent avoir engendré des problèmes de stérilité male sur blé tendre (froid à la méiose environ 10 jours avant épiaison). Ces conditions furent également favorables au développement de la septoriose sur blé et du botrytis sur les fèves.

### **Été 2016 (juillet à septembre)**

Le mois de juillet présente une température et des précipitations proches de la moyenne sur 20 ans. Août présente également une température moyenne au niveau de la moyenne mais des précipitations déficitaires. Septembre se caractérise par une température élevée (+2,16°C) et par des précipitations déficitaires. A l'exception du mois de juillet, l'été fut particulièrement sec surtout à partir de la mi-août où les températures ont régulièrement dépassées les 30°C associé à du vent d'Autan qui a asséché les sols. Les 15 premiers jours de septembre furent très chauds avec 9 jours avec des maximales supérieures à 30°C.

### **Etat des cultures**

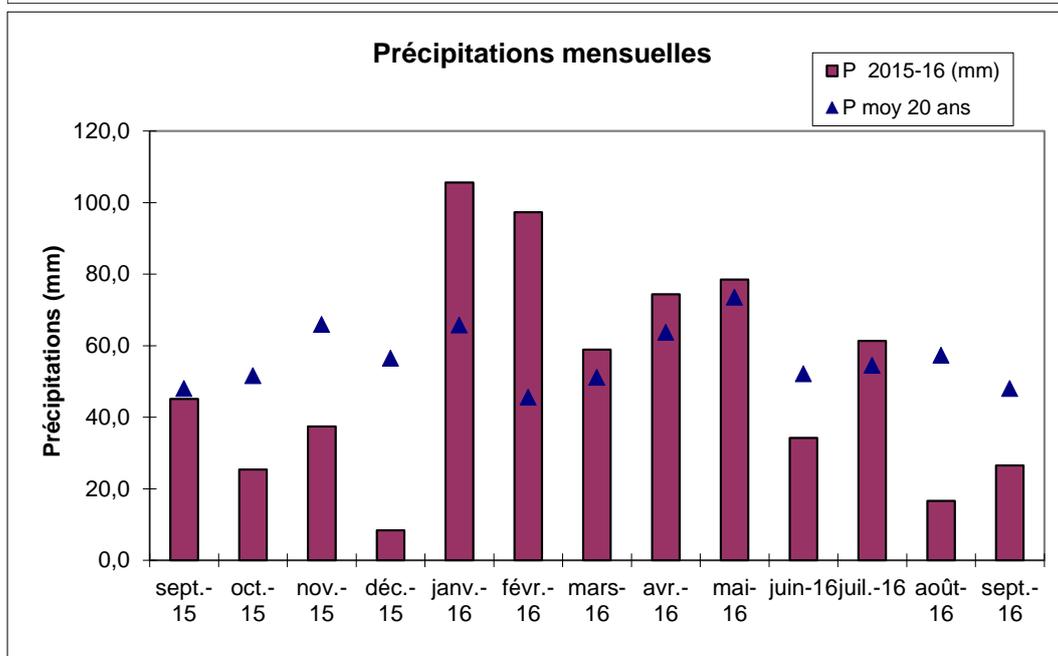
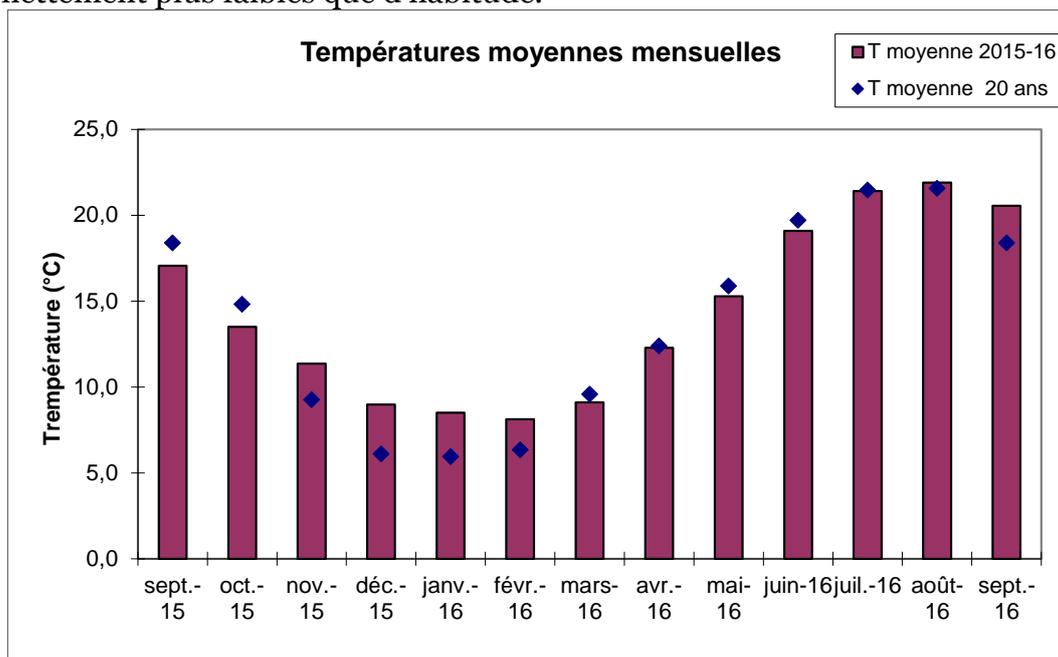
Compte tenu des précipitations les levées furent rapides. Suite aux températures douces, les stades de développement du blé sont apparus précocement : sur l'essai fertilisation (variété Nogal, très précoce) le stade épi 1 cm est apparu le 14 mars, pour Renan aux alentours du 24 mars.

Maladies : la variété Nogal a été fortement impactée par la rouille jaune qui est apparue sur feuille en mars et est montée jusqu'aux épis en juin.

Les fèves présentent des développements en taille hétérogène selon les zones de la parcelle, les attaques de botrytis et anthracnose sont fortes, la rouille a fait son apparition mi-avril. Le botrytis a engendré de forts avortements de fleurs et gousses.

Les cultures de printemps (lin et lentille) furent semés le 30 mars dans des conditions de ressuyage satisfaisante mais sur des sols un peu motteux. Par contre les conditions climatiques humides ont comme souvent ces dernières années fortement limitées la réalisation de faux semis, ainsi de très nombreuses moutardes sont présentes sur les parcelles en culture de printemps (lin et lentille). Le lin a séché dès le mois de juillet.

Le soja a pu être semé dans de bonnes conditions, avant le retour des pluies. Par contre peut être du fait de l'absence de tournesol, les sojas subissent de nombreux dégâts d'oiseaux. Les précipitations n'ont pas permis la réalisation de désherbages précoces. Par la suite les sojas ont fortement souffert du chaud et du sec, ils présentaient un nombre de gousses sans grains plus importants que les années précédentes, et les PMG sont nettement plus faibles que d'habitude.



## Annexe 2 : Graphes architecture des plantes

