

# Essai Association Céréales-Protéagineux

## En agriculture biologique

### Campagne 2010-2011



*Association blé printemps + pois hiver 23 février 2011, photo CREAB MP.*

---

**C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées**  
LEGTA Auch-Beaulieu  
32020 AUCH Cedex 09

**Loïc PRIEUR ou Laurent LAFFONT**  
Tél : 05.62.61.71.29 Fax : 05.62.61.71.10 ou  
auch.creab@voila.fr

---

*Octobre 2011*

#### Action réalisée avec le concours financier :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural » géré par le Ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche<sup>1</sup> et de FranceAgriMer



<sup>1</sup> la responsabilité du ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche ne saurait être engagée



**Résultats de l'essai :**  
**Association céréales-protéagineux**  
**en Agrobiologie**  
*Campagne 2010-2011*



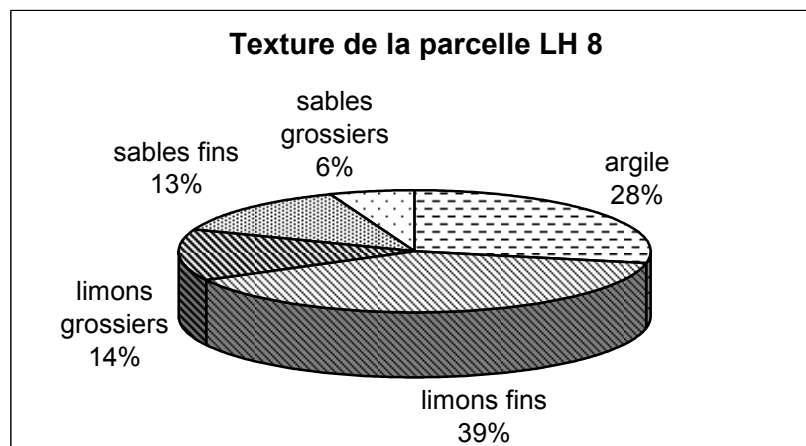
## 1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de produire du pois protéagineux biologique au moyen d'une association de culture avec une céréale à pailles. Pour ce faire deux associations additives seront étudiées en faisant varier la proportion de la céréale. Ces deux modalités d'association sont comparées avec les cultures pures de céréales et de pois. Cet essai est lié au projet CASDAR « Développer les légumineuses à graines en agriculture biologique pour sécuriser les filières animales et diversifier les systèmes de culture » également appelé ProtéAB.

## 2 Situation de l'essai

L'essai est implanté sur la parcelle LH 8 de la ferme expérimentale de La Hourre (Gers-32, Auch). Le précédent cultural est un soja cultivé en sec.

La texture de la parcelle est présentée dans le graphe ci-dessous.



L'essai est mis en place en bloc de Fischer à trois répétitions, les parcelles mesurent 8 m de large sur 12 m de long, la moitié de la parcelle sert pour les prélèvements et observations, l'autre moitié pour les récoltes à la moissonneuse.



### 3 Présentation de l'essai

Cet essai a pour but de tester deux proportions de céréales au sein d'associations de céréales et protéagineux, dans lesquelles le pois est semé à la même densité qu'en culture pure (association additive) :

Les modalités prévues sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

**Tableau 1 : modalités prévues**

Modalités	Variétés	Date semis	Dose semis (grains/m <sup>2</sup> ) céréale	Dose semis (grains/m <sup>2</sup> ) pois
BTH pur	PR22R58	2 déc-10	400	-
BTH + pois hiver 50-100	PR22R58 + Enduro	2 déc-10	200	100
BTH + pois hiver 30-100		2 déc-10	120	100
Pois hiver pur	Enduro	2 déc-10	-	100

Pour le semis, les semences des deux cultures sont mélangées manuellement ou à la bétonnière et mises en mélange dans la trémie, tout est semé sur le même rang, les grains restent mélangés dans la trémie.

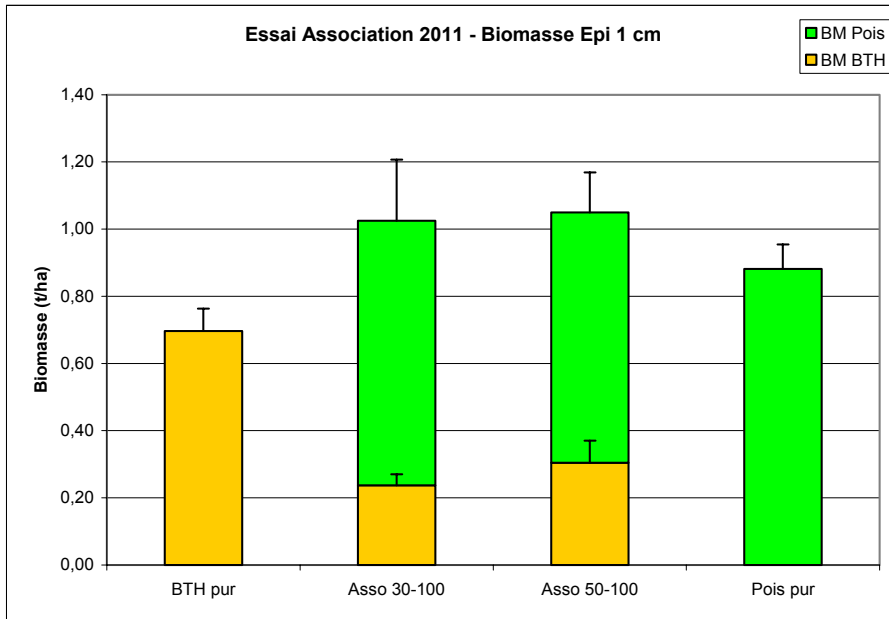
L'itinéraire technique réalisé est précisé dans le tableau 2 ci-dessous :

**Tableau 2 : itinéraire technique réalisé**

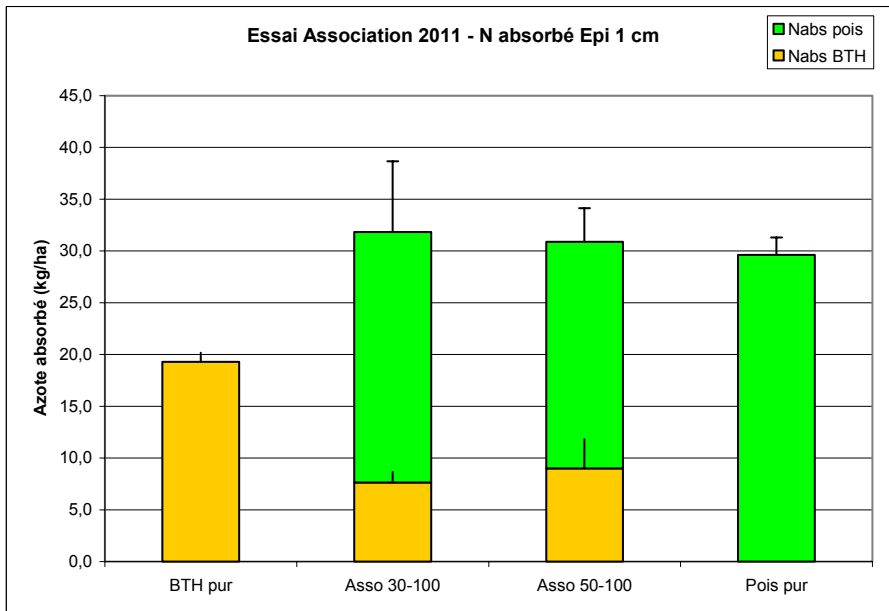
Date	Intervention	Outil	Remarques
2 oct-10	Récolte soja	Moissonneuse	Rendement 17,5 q/ha
11 oct-10	Labour	Charrue	Profondeur 30 cm
10 déc-10	Semis combiné	Semoir céréale pneumatique	Semis combiné directement sur labour

Le semis fut réalisé en conditions de sol non parfaitement ressuyé, mais non collantes. La rigueur de l'hiver a retardé la levée des cultures. Lors d'une visite réalisée le 3 janvier les pois étaient en train de germer mais se situaient majoritairement en surface du sol. Les blés étaient également au stade de la germination. Le stade de la levée fut atteint le 13 janvier pour les deux cultures. Toutefois les densités de blés étaient très faibles et de nombreux grains présentaient un aspect anormal (grain gonflé s'écrasant entre les doigts comme s'ils étaient au stade grain laiteux). Il s'est avéré que sur cet essai le blé a gelé lors de la sortie du coléoptile, en effet à ce stade le blé est sensible à des températures de l'ordre de -5°C (sous abri). Des températures inférieures à -5°C ont été mesurées entre le 13 et le 15 décembre, ainsi qu'autour du 26 décembre. Cette destruction du coléoptile par le froid empêche la sortie de la 1<sup>ère</sup> feuille. Des comptages de densités levées réalisés sur blé d'hiver ont montré que la perte atteignait 87% en blé pur ; 89% pour le blé associé à 50% et 95% pour le blé associé à 30%. Face à cette situation la décision a été prise de ressemer un blé de printemps, de la variété Triso. Ce blé fut semé le 21 janvier à une densité de 350 grains/m<sup>2</sup> pour le blé pur et de 180 et 115 grains/m<sup>2</sup> respectivement pour les associations avec 50 et 30% de blé. Comme nous le verrons par la suite, l'année n'était vraiment pas favorable aux blés de printemps.

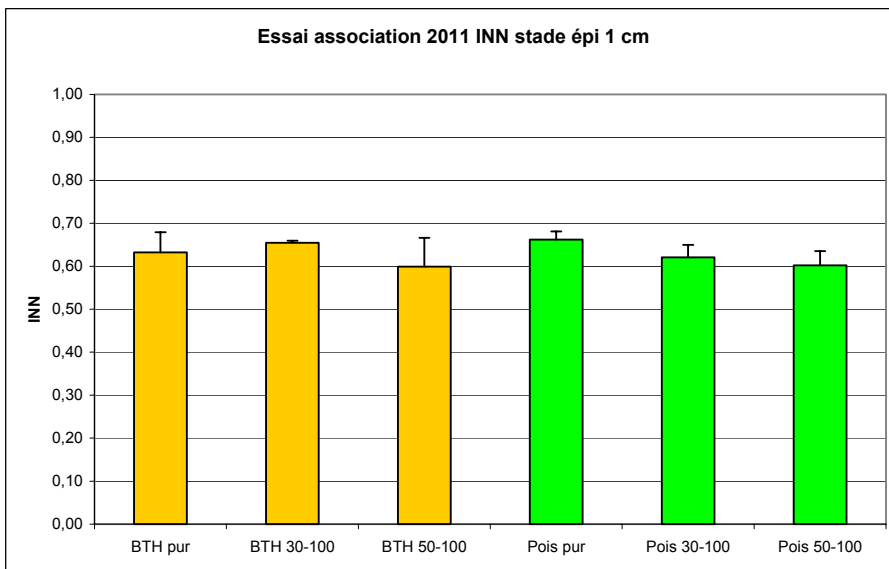
Cet essai a été conduit sans aucune intervention de désherbage mécanique, ni aucun apport de fertilisant organique.



Graphe n°1



Graphe n°2



Graphe n°3

## 4 Observations en végétation

Après le semis du blé de printemps, les mois de février et mars ont présenté des températures et des précipitations (95 mm) conformes aux moyennes pluriannuelles (Cf. annexe 1). Par la suite s'est installé un temps très chaud et sec qui a perduré jusqu'au 30 mai.

Comme chaque année les cultures de pois ont subies de fortes attaques de sitone, dès la mi février alors que le blé atteignait le stade de la levée.



Par la suite, les cultures de pois ont subies des attaques de pucerons verts alors qu'ils n'avaient pas encore atteint le stade de la floraison.

*Dégâts de sitones sur pois*

Sur l'essai, le stade épi 1 cm du blé de printemps est apparu autour du 14 avril.

### 4.1 Plantes levée, biomasse et azote absorbé au stade épi 1 cm du blé de printemps

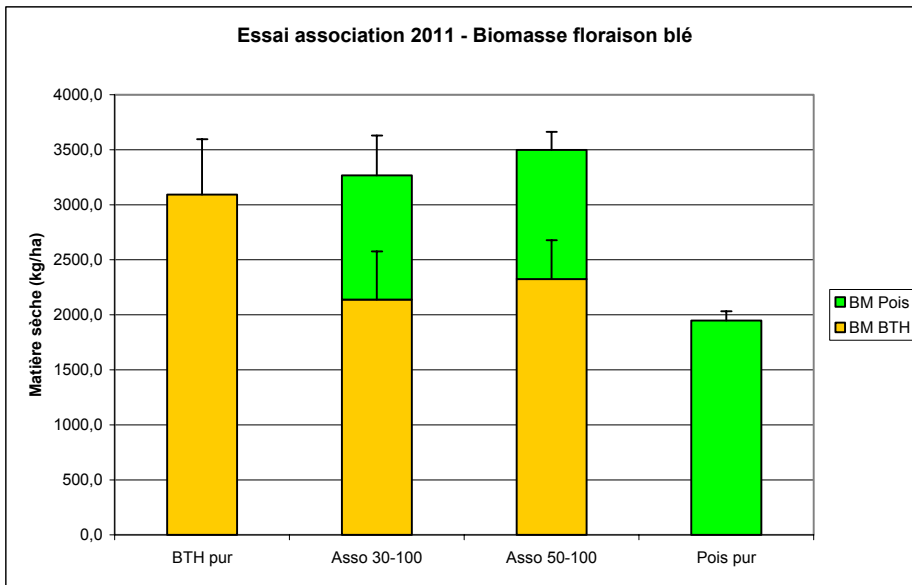
Des comptages de densité levée ont été réalisés sur l'essai, ainsi que des prélèvements qui ont eu lieu le 15 avril au stade épi 1 cm du blé, les résultats sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous ainsi que dans les graphes 1 à 3 :

**Tableau 3 : Résultats des prélèvements au stade épi 1 cm**

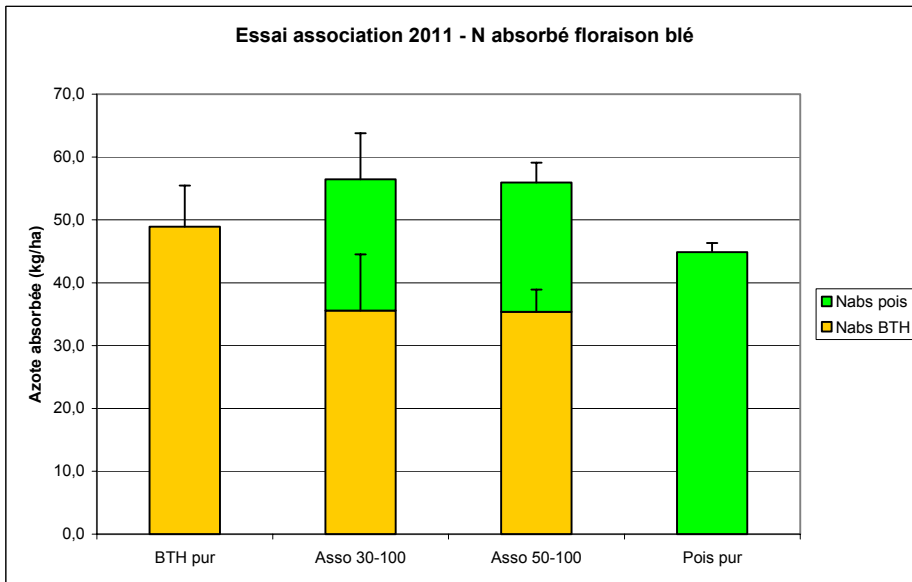
	Plantes/m <sup>2</sup>		% Perte		Biomasse (t/ha)		N absorbé (kg/ha)		INN <sup>1</sup>	
	Pois	Blé	Pois	Blé	Pois	Blé	Pois	Blé	Pois	Blé
Pois hiver pur	67,9	-	32,1%	-	0,88	-	29,6	-	0,66	-
BTP + pois 30-100	69,5	79,0	30,5%	34,1%	0,79	0,24	24,2	7,6	0,62	0,65
BTP + pois 50-100	75,2	135,9	24,8%	32,1%	0,75	0,30	21,9	9,0	0,60	0,60
Blé printemps pur	-	207,6	-	48,1%	-	0,70	-	19,3	-	0,63

<sup>1</sup> l'INN présenté est réalisé avec la biomasse totale du mélange (Cf. annexe 2)

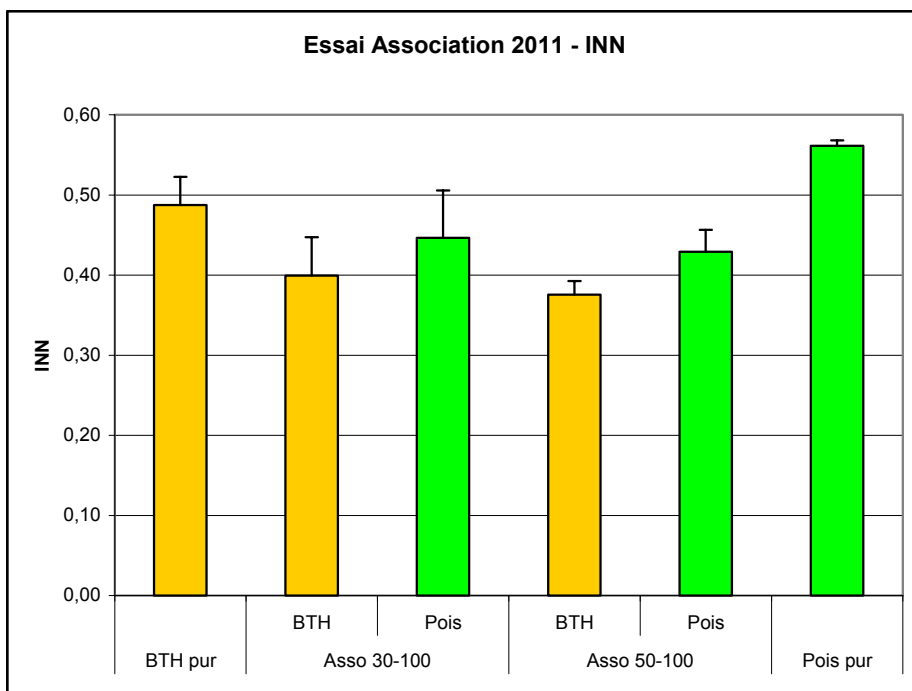
Le niveau des pertes à la levée est conforme aux pertes habituelles en AB mis à part pour le blé de printemps ressemé qui présente des pertes élevées.



Graphe n°4



Graphe n°5



Graphe n°6



Au niveau de la répartition des différentes espèces au sein de l'association on constate qu'on obtient exactement la même proportion entre le blé et le pois que l'on soit au semis ou après la levée. Pour l'association 30-100 nous avons 53% de blé et 47% de pois et pour celle à 50-100 nous avons 64% de blé et 36% de pois.

En terme de développement des cultures, les valeurs montrent que les biomasses produites sont faibles notamment en culture pure. Pour les cultures associées, on constate que les biomasses de pois diminuent dans les associations, cette diminution est plus importante quand la proportion de blé est élevée, alors que les pois ont été semés partout à la même densité.

Les quantités d'azote absorbées sont également faibles notamment pour le blé pur. Par contre que ce soit en terme de biomasse ou de quantité d'azote absorbé, on n'observe pas de différence significative entre le blé semé à 30% et celui semé à 50%. Les deux associations, comme le pois en pure ont prélevés de l'ordre de 30 kg d'azote/ha à ce stade.

Enfin en terme d'indice de nutrition azoté on constate que les valeurs ne sont pas trop faibles. Pour les pois, l'analyse de variance montre que le pois en pur est moins carencé que le pois associé, alors que les différences ne sont pas significatives pour le blé. Le fait que les pois montrent une certaine carence en azote alors qu'ils appartiennent à la famille des légumineuses est à relier à la pression des attaques de sitones.

#### **4.2 Résultats prélèvements à la floraison du blé**

A la floraison du blé qui est apparue le 20 mai 2011, nous avons constaté que les cultures de pois en étaient au stade maturité, aussi bien en culture pure qu'en association. Les résultats des prélèvements sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous et dans les graphes 4 à 6.

**Tableau 4 : Résultats des prélèvements au stade floraison du blé**

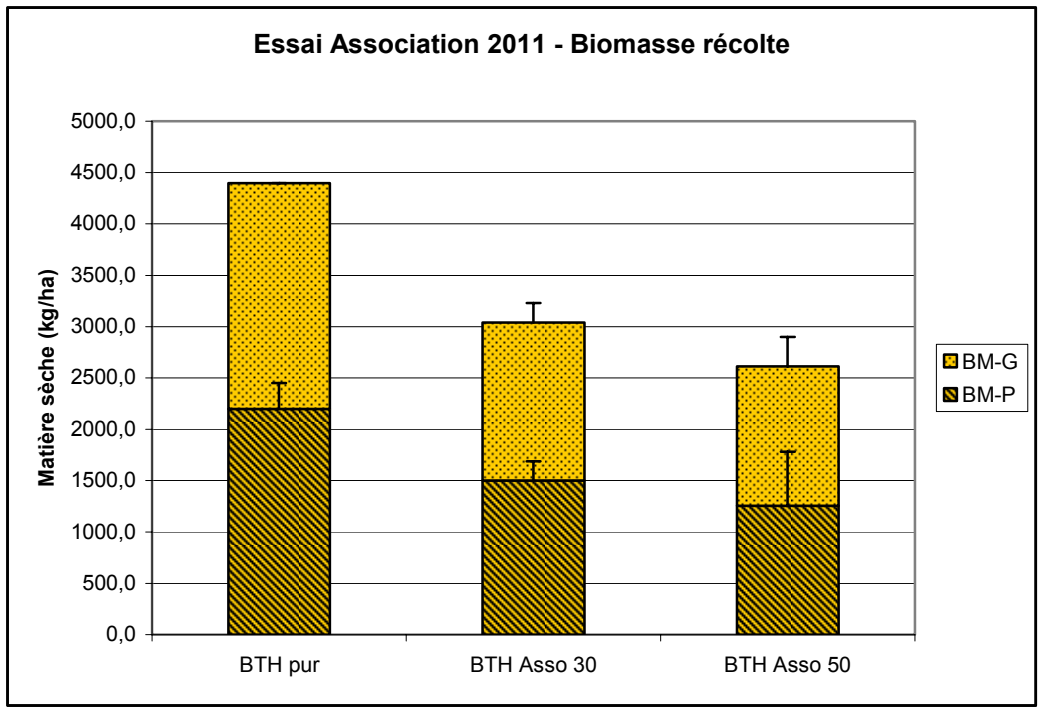
	Biomasse (t/ha)		N absorbé (kg/ha)		INN <sup>1</sup>	
	Pois	Blé	Pois	Blé	Pois	Blé
Pois hiver pur	1,95	-	44,8	-	0,56	-
BTP + pois 30-100	1,13	2,14	20,9	35,6	0,45	0,40
BTP + pois 50-100	1,17	2,32	20,6	35,4	0,43	0,38
Blé printemps pur	-	3,09	-	48,9	-	0,49

<sup>1</sup> l'INN présenté est réalisé avec la biomasse totale du mélange (Cf. annexe 2)

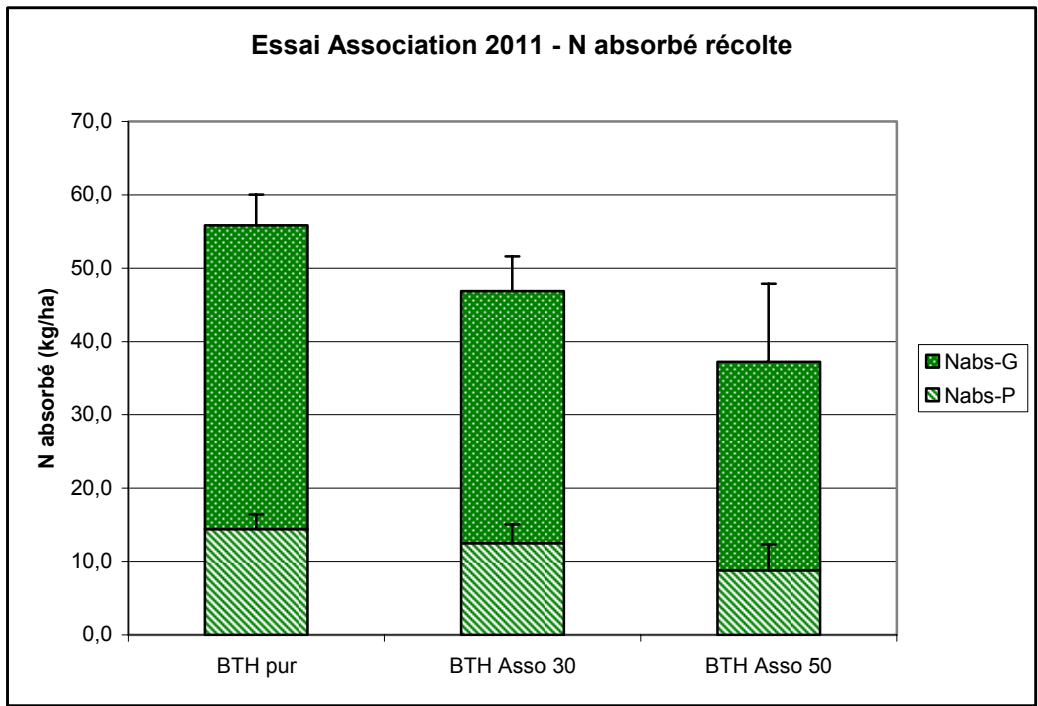
A la floraison du blé, on observe pour les deux cultures :

**Pois d'hiver** : pour un semis réalisé à une densité équivalente, les pois en association présentent une biomasse significativement inférieure à celle du pois pur, les pois associés ont probablement souffert de la carence hydrique amplifiée par la présence du blé. On observe la même chose pour les quantités d'azote absorbées, mais de façon encore plus marquée, les pois associés n'ayant prélevés que la moitié de ce qu'a prélevé le pois pur. Ainsi en terme d'indice de nutrition azoté, les pois associés sont plus carencés que le pois pur.

**Blé de printemps** : en terme de biomasse produite on constate que les blés associés présentent des valeurs inférieures au blé pur, mais cette différence est moindre que la différence de semis. De même on n'observe pas de différence de biomasse entre les deux blés associés. Ainsi vis-à-vis de la croissance des cultures, les blés associés ont moins souffert que les pois associés. Du point de vue des prélèvements azotés, les deux blés associés sont au même niveau, ils ont prélevé 73% de ce qu'a prélevé le blé pur.



Graphe n°7



Graphe n°8

Par contre pour les INN on constate que le blé pur est le moins carencé en azote, les deux blés associés ne se distinguent pas. A nouveau la concurrence entre espèces semble avoir été forte et a limité les prélèvements azotés.

Les résultats de cette année concernant l'indice de nutrition azoté sont différents de ceux des autres années. Précédemment nous n'observions pas de différence au niveau des pois, et les blés associés étaient moins carencés que le blé pur. Vis-à-vis de la nutrition azotée la technique des associations est basée sur le fait que les blés sont plus compétitifs que les pois pour prélever l'azote minéral du sol. De plus les mesures des années précédentes montrent qu'en culture pure de légumineuses la fixation symbiotique représente 60% du total de l'azote absorbée et que cette proportion monte à 80% pour les pois associés, ce qui permet au blé associé d'utiliser plus d'azote issu du sol. Cette année il semble que la fixation symbiotique ait moins bien fonctionné pénalisant ainsi les cultures en association. Ce défaut de fixation symbiotique est à relier aux conditions de semis peu favorable, en effet les bactéries fixatrices d'azote sont sensibles au sol compact, ainsi qu'aux conditions climatiques sèches du printemps. Dans cette situation les nodosités restent présentes dans les 10 premiers centimètres du sol, les rendant plus sensibles au dessèchement (source : Agrophysiologie du pois protéagineux)

#### 4.3 Résultats composantes du rendement

Les composantes du rendement sont présentées dans le tableau 5 ci-dessous. Les valeurs pour les pois sont incomplètes, car à la récolte les cultures de pois avaient été détruites par les oiseaux de part une différence importante de maturité entre les deux espèces, le pois fut mature un mois avant les blés. Les récoltes moissonneuses ont eu lieu le 16 juin pour le pois en pur et le 1<sup>er</sup> juillet pour les blés et les cultures associées. Les résultats présentés ci-dessous sont issus des prélèvements manuels.

**Tableau 5 : Composantes du rendement**

Modalités	Epi ou gousses/m <sup>2</sup>		Grains/épi ou gousse		Grains/m <sup>2</sup>		PMG à 15% (g)	
	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois
Pois hiver pur	-	204,3	-	3,6	-	736,9	-	118,6
Asso. 30-100	130,0		35,1	DM	4572,6	DM	39,6	DM
Asso. 50-100	130,5		32,1	DM	4124,7	DM	39,0	DM
Blé printemps pur	202,4	-	31,9	-	6460,9	-	40,1	-

DM = donnée manquante.

Pour le pois pur le nombre de gousses/m<sup>2</sup> est assez faible, en moyenne pour un semis d'automne nous obtenons sur les essais variétés des années précédentes une moyenne de 406 gousses/m<sup>2</sup>. Ce faible nombre de gousse est à relier aux conditions climatiques et aux attaques de pucerons qui ont limité la durée de végétation du pois ainsi que la formation des gousses. Pour les blés, les densités épis sont faibles, inférieures de 50% aux objectifs. Toutefois au sein de l'essai variété blé mis en place cette année la moyenne est de 227 épis/m<sup>2</sup> en conditions non fertilisées. Le semis d'une variété de printemps couplé aux températures d'abord froides puis très chaudes a fortement limité le tallage des cultures notamment en blé pur. Le nombre de grain par épi ou gousse est conforme aux valeurs habituelles pour le pois, mais déficitaire pour le blé. A nouveau les excès thermiques enregistrés à la période de la méiose ont probablement engendré une stérilité limitant cette composante. Les PMG sont peu affectés

pour le blé, probablement du fait des précipitations de fin mai, mais faible pour le pois (le PMG de la semence était de 185 g).

#### 4.4 Résultats prélèvement à la récolte

Des prélèvements manuels ont été réalisés à la maturité du blé, le 1<sup>er</sup> juillet pour la culture de blé et pour les associations, pour le pois pur le prélèvement récolte correspond à celui réalisé lors de la floraison des blés car les pois étaient matures à cette date. Les résultats pour le blé sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous ainsi que dans les graphes 7 et 8.

**Tableau 6 : Résultats des prélèvements à la récolte**

Kg/ha	MS tige	MS grains	N abs tige	N abs grain	MS tige	MS grains	N abs tige	N abs grain
Culture	Céréale				Pois			
Pois hiver pur	-	-	-	-	1204,7	742,2	14,5	30,3
BTP + pois 30-100	1500,5	1540,0	12,5	34,4	697,6	-	9,8	-
BTP + pois 50-100	1254,3	1359,5	8,8	28,4	546,2	-	6,9	-
Blé printemps pur	2196,7	2225,7	14,4	41,4	-	-	-	-

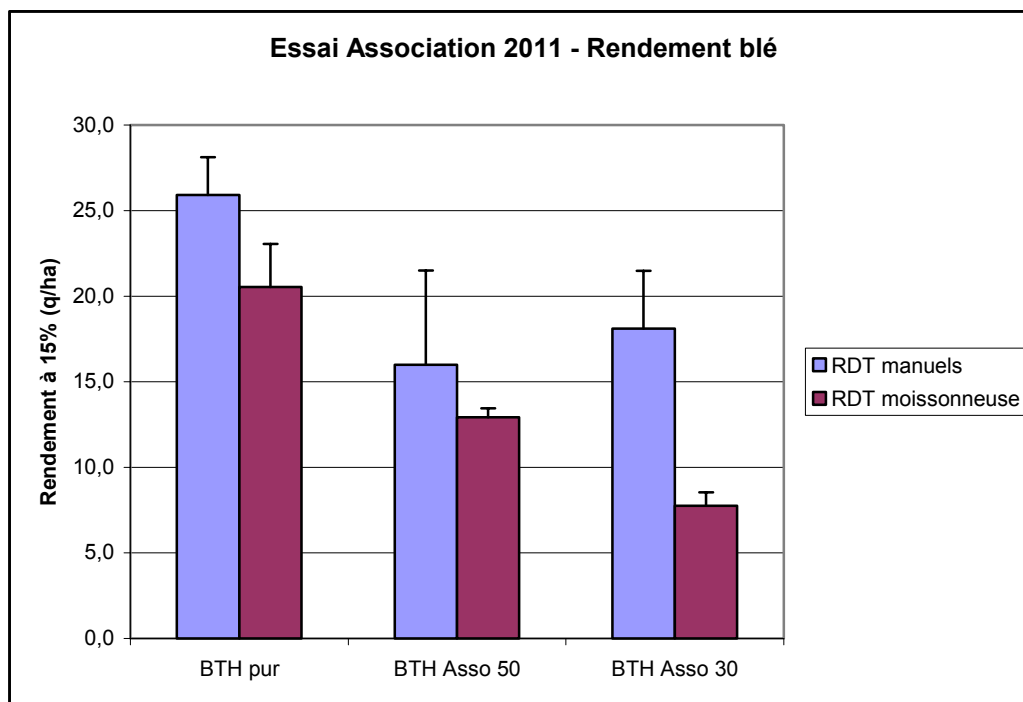
Les prélèvements à la récolte montrent à nouveau les difficultés qu'on rencontre les cultures suite à la climatologie chaude et sèche. Que ce soit pour la biomasse produite comme pour les quantités d'azote absorbées, le blé pur présente systématiquement des résultats significativement supérieurs à ceux du blé associé. Par contre à la récolte on constate qu'entre les blés associés c'est le blé semé à 30% qui présente les biomasses et les quantités d'azote absorbées les plus élevées.

#### 4.5 Résultats rendement et teneur en protéines

Les différences de stade très marquées cette année liées à la fois au ressemis du blé de printemps et à la climatologie chaude et sèche ont fortement perturbé les récoltes. Ainsi suite aux prélèvements manuels réalisés sur pois pur, le rendement de ces derniers fut de 8,7 q/ha, toutefois lors de la moisson à la moissonneuse les cultures avaient été détruites par les oiseaux. Au sein des associations aucun grain de pois n'a été récupéré suite à la moisson ou aux prélèvements manuels.

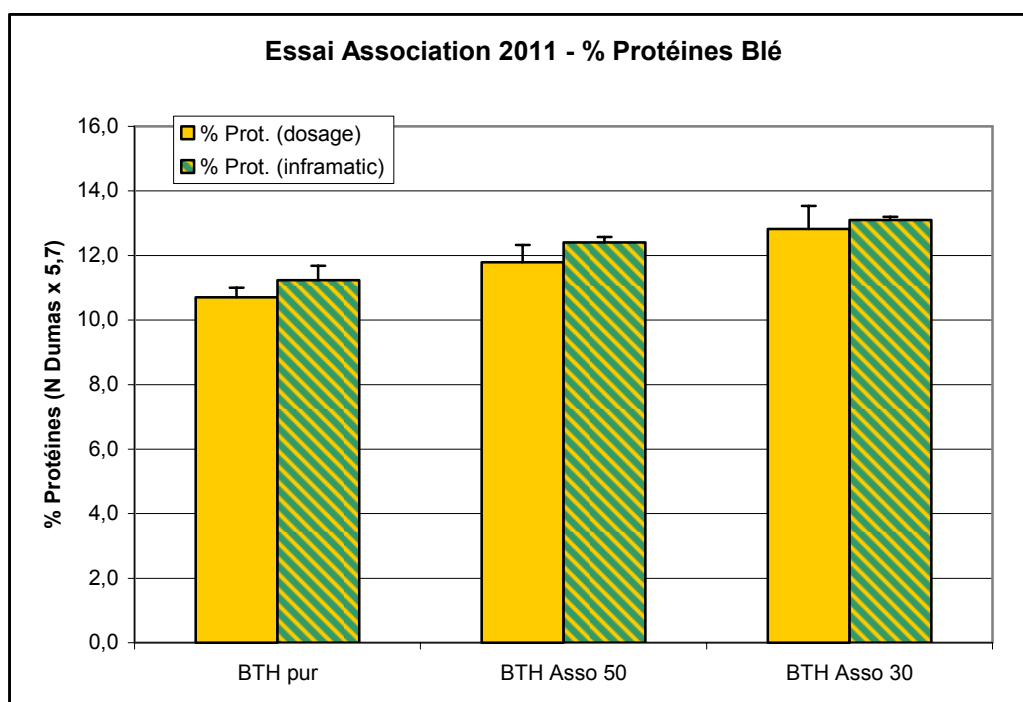
Pour les blés les résultats sont difficiles à interpréter car l'ordre des rendements n'est pas respecté entre les prélèvements manuels et la récolte machine (cf. graphe 9 n° ci-dessous)

**Graphe n°9 : Rendement du blé à 15%**



Par contre les résultats sont significatifs pour les teneurs en protéines, même si les valeurs diffèrent selon l'origine de la mesure (via le dosage de l'azote ou via la mesure à l'inframatric, cf. graphe n°10 ci-après). L'analyse statistique pour les valeurs issues du dosage sépare chaque modalité, alors que pour les valeurs issues de l'inframatric l'analyse ne distingue pas de différence pour les deux modalités associées. Dans tous les cas on observe que les teneurs en protéines sont supérieures pour les blés associés que pour les blés purs.

**Graphe n°10 : Teneur en protéine du blé**



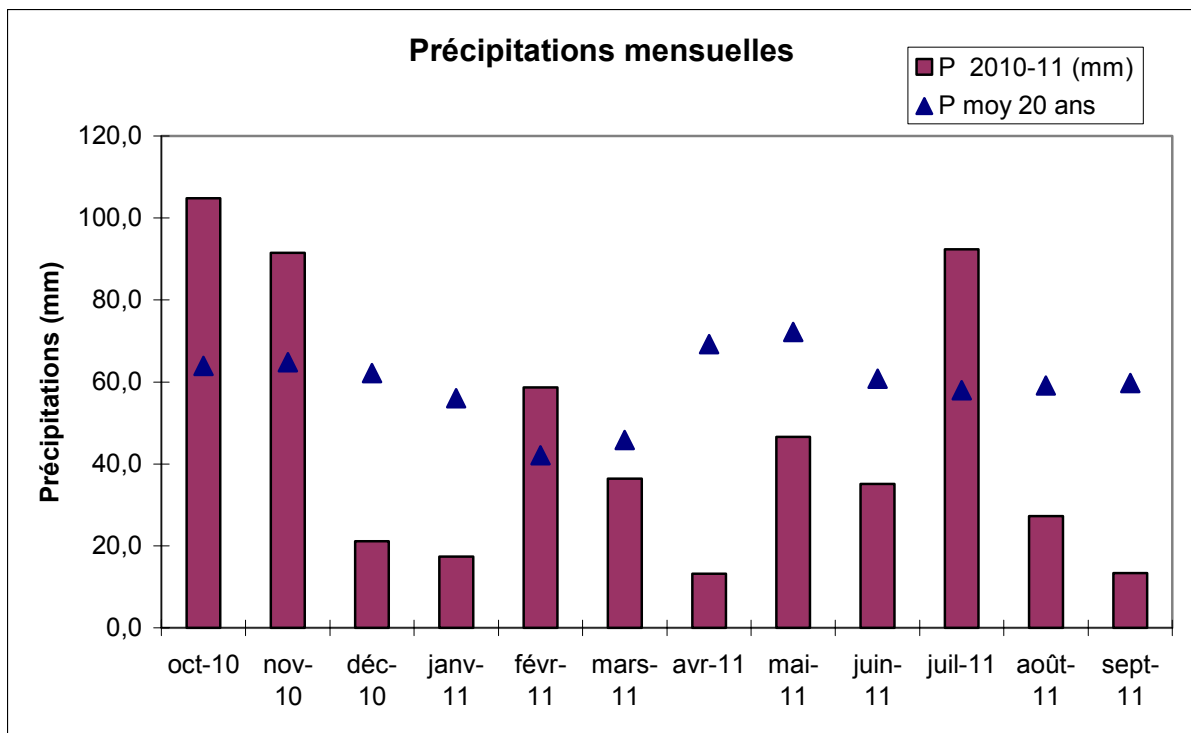
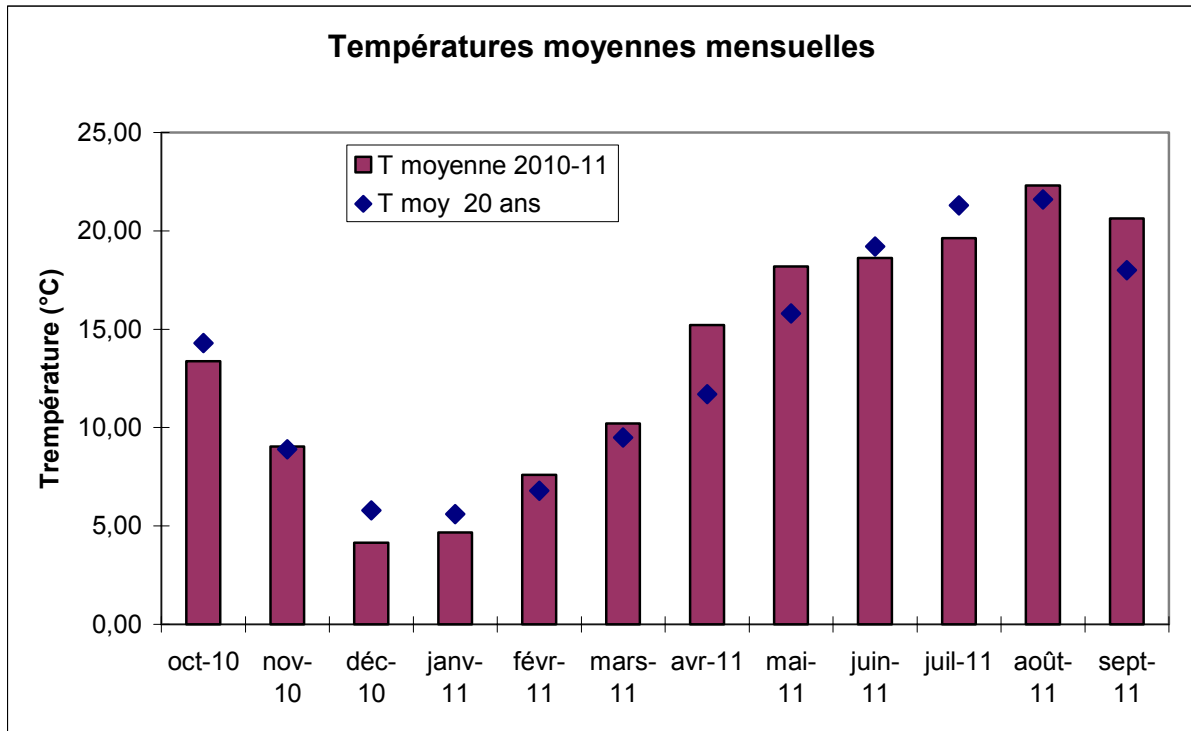
## 5 Discussion, conclusion

Les résultats de l'essai de cette année sont à prendre avec précaution, et ce pour deux raisons :

- La 1<sup>ère</sup> est le fait que le blé d'hiver a gelé, ce qui nous a obligé à ressemer un blé de printemps, qui fut ensuite pénalisé par les conditions chaudes et sèches
- La 2<sup>ème</sup> est la climatologie chaude et sèche qui a limité le développement des cultures et engendré un fort décalage de maturité entre le pois d'hiver (mature fin mai) et le blé de printemps mature début juillet.

Les conditions climatiques difficiles font que les cultures ne se sont pas comportées comme les années précédentes. Les pois semblent avoir souffert de la concurrence hydrique avec le blé, ce qui fait que la biomasse de pois a diminué dans les associations, diminution d'autant plus importante que la densité de blé était importante. Pour les blés, ces derniers semblent avoir moins souffert de concurrence hydrique au sein des associations ils présentent des biomasses qui ont en partie compenser les faibles densités de semis, mais contrairement aux autres années, les blés associés sont plus carencés en azote que le blés purs. Ceci nous amène à prendre en compte un facteur limitant autre que ceux évoqués précédemment qui pourrait être une faible efficacité de la fixation symbiotique par les pois, liée aux conditions de semis peu satisfaisante qui ont rendu les nodosités plus sensibles au manque d'eau, alors que les stress hydriques étaient déjà marqués. Ce point confirme des remarques des autres années qui sont que les pois doivent être semés dans d'excellentes conditions pour ne pas hypothéquer sur le rendement final. Finalement par rapport aux résultats des autres années, un seul est confirmé il s'agit de l'augmentation de la teneur en protéine des grains de céréale au sein de l'association par rapport à la culture pure.

Annexe I



## Annexe II : méthode de calcul de l'INN en association

Source : Mémoire de Master de L. Bedoussac : « analyse de la dynamique de compétition pour la lumière dans les associations blé dur – pois d'hiver en fonction de la disponibilité en azote ».

Dans le cas du blé et du pois cultivés en association (Bic et Pic) nous avons choisi, suite à l'étude méthodologique présentée dans l'annexe 5, de calculer la concentration en azote critique en considérant la proportion de MS de chaque espèce comme suit :

$$INN_{B-IC} = N_{B-IC} / [(MS_{B-IC} / MS_{IC}) \times N_{c-B} + (MS_{P-IC} / MS_{IC}) \times N_{c-P}] \quad (16.)$$

$$INN_{P-IC} = N_{P-IC} / [(MS_{B-IC} / MS_{IC}) \times N_{c-B} + (MS_{P-IC} / MS_{IC}) \times N_{c-P}] \quad (17.)$$

$$N_{c-B} = 4.4\% \text{ si } MS_{IC} < 1.55 \text{ t/ha et } 5.35 MS_{IC}^{-0.442} \text{ sinon} \quad (18.)$$

$$N_{c-P} = 5.08\% \text{ si } MS_{IC} < 1 \text{ t/ha et } 5.08 MS_{IC}^{-0.32} \text{ sinon} \quad (19.)$$

avec  $N_{B-IC}$  et  $N_{P-IC}$  la teneur en azote mesurée dans le blé et le pois en association ;  $MS_{B-IC}$  et  $MS_{P-IC}$  la matière sèche du blé et du pois dans l'association ;  $MS_{IC}$  la matière sèche totale de l'association ;  $N_{c-B}$  et  $N_{c-P}$  la teneur en azote critique calculée à partir de la courbe de dilution respectivement du blé et du pois et en considérant la matière sèche totale de l'association.