

# Essai Association Céréales-Protéagineux

## En agriculture biologique

### Campagne 2011-2012



*Association orge hiver + pois hiver 16 janvier 2012, 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

---

*Novembre 2012*

#### **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>



<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 2011-2012*



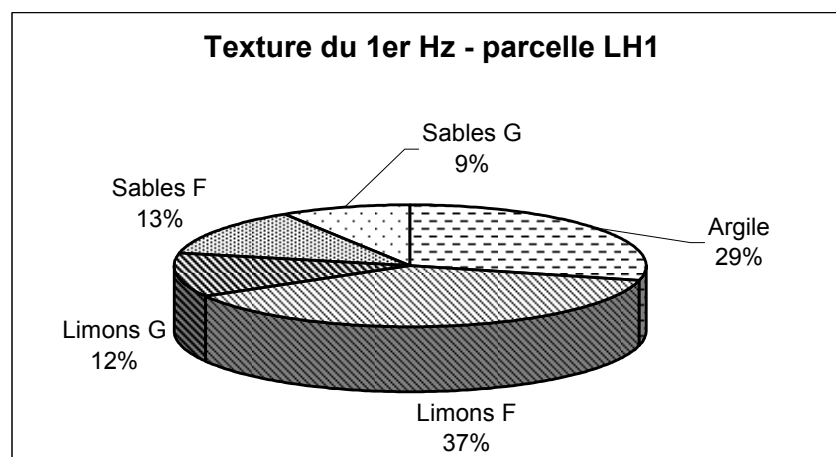
## 1 Objectif de l'essai

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 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 1 de la ferme expérimentale de La Hourre (Gers-32, Auch). Le précédent cultural est un tournesol 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 6,4 m (4 passages de semoir pour essai) de large sur 15 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). Pour cette année le choix fut prit d'associer le pois d'hiver avec de l'orge d'hiver afin de mieux faire coïncider la date de récolte des deux cultures.

Les modalités mises en place sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

**Tableau 1 : modalités réalisés**

Modalités	Variétés	Date semis	Dose semis (grains/m <sup>2</sup> ) céréale	Dose semis (grains/m <sup>2</sup> ) pois
Orge hiver pur	Merle	2 nov-11	350	-
OH + pois hiver 30-70	Merle + Isard	2 nov-11	105	70
OH + pois hiver 30-100		2 nov-11	105	100
Pois hiver pur	Isard	2 nov-11	-	100

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

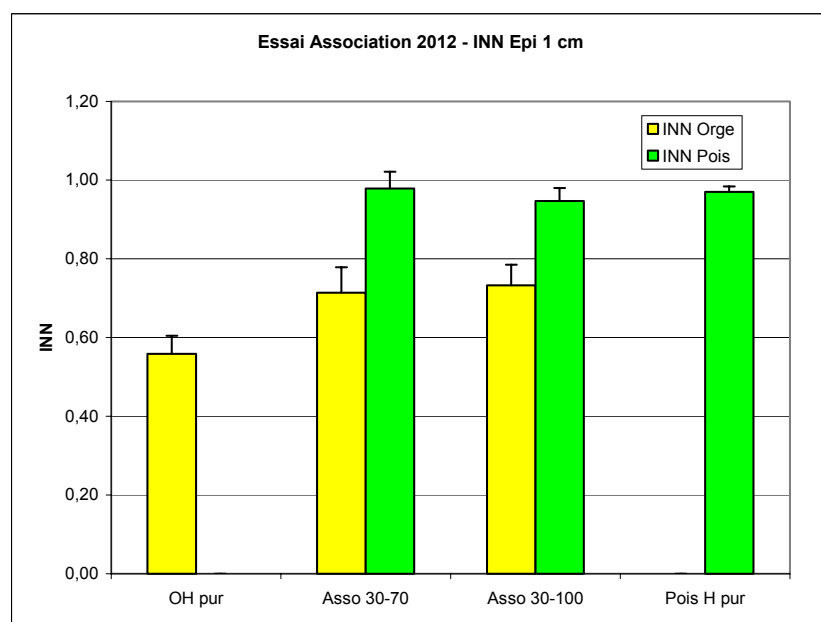
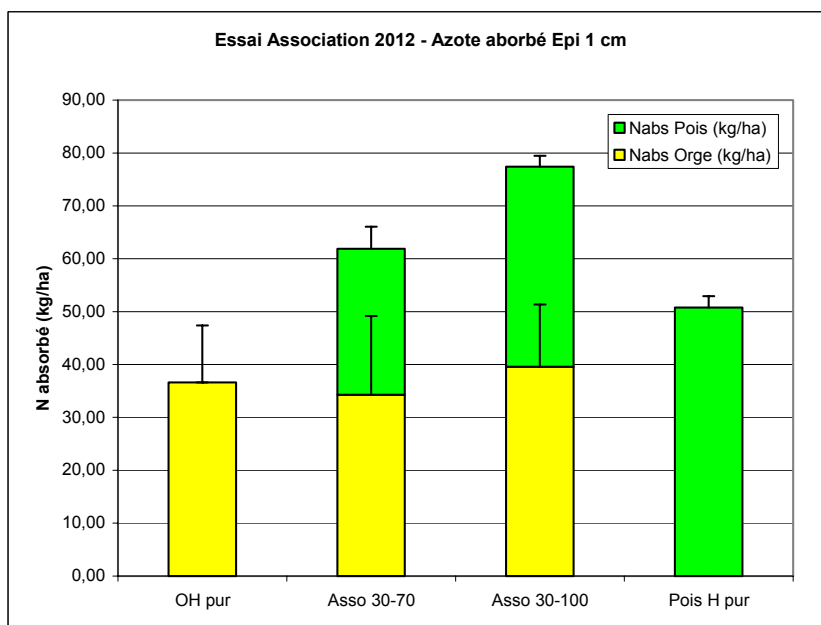
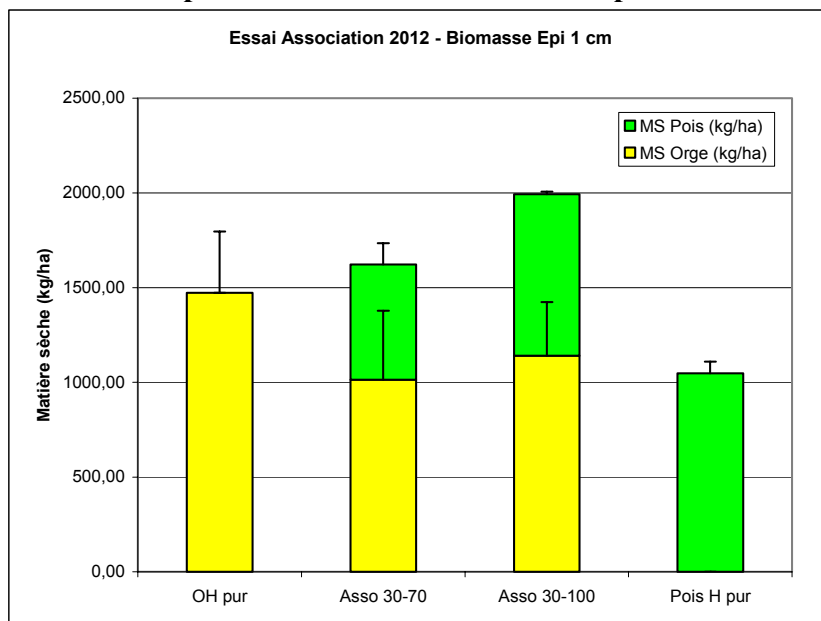
L'itinéraire technique réalisé est précisé dans le tableau 2 ci-dessous :

**Tableau 2 : itinéraire technique réalisé**

Date	Intervention	Outil	Remarques
12 sept-11	Récolte tournesol	Moissonneuse	Rendement 15,5 q/ha
14 sept-11	Broyage	Broyeur à marteaux	
15 sept-11	Déchaumage	Déchaumeur à ailettes	
13 oct-11	Reprise	Cultivateur	Sol sec
27 oct-11		Herse étrille	Eliminer résidus pour semoir pour essais
2 nov-11	Reprise	Rototiller	
2 nov-11	Semis	Semoir céréales pour essai	
19 jan-12	Désherbage	Herse étrille	Agressivité 5/6

L'implantation eut lieu sur une parcelle travaillée au cultivateur mais non labourée. Le semis fut réalisé précocement du fait d'une prévision de pluie, mais en de très bonnes conditions. Les quelques pluies reçues associée à temps chaud ont permis des levées rapides et régulières, l'orge avait levé le 10 novembre, les pois d'hiver le 14 novembre.

### Graphes 1 à 3 : Résultats au stade épi 1 cm



## 4 Observations en végétation

De part des températures très clémentes, les deux cultures, tout comme certaines adventices (moutardes, coquelicots, folle avoine) se sont vite développées. Ainsi le 13 décembre, l'orge atteignait le stade première talle, et les pois étaient à 6-7 feuilles. Le 3 janvier 2012 l'orge présentait 3 à 4 talles et les pois une dizaine d'étage de feuille avec 2 à 3 ramifications présentes à la base. Le 19 janvier un passage de herse étrille fut réalisé sur les quatre modalités. Ce passage fut efficace sur les jeunes adventices, mais bien moindre sur les adventices les plus développée ayant germé peu de temps après le semis.

Après cette période à développement végétatif important et avec beaucoup d'avance en terme d'apparition des stades phénologiques, un coup de froid est arrivé en février avec un événement neigeux survenu le 4 février, la neige a couvert les parcelles jusqu'au 15 février. Cette période neigeuse fut également très froides (12 jours avec des températures journalière négatives, avec un minimum le matin du 9 février à -13,6°C sous abri. Cette épisode de froid et de neige fut sans effet sur les orges, a détruit la tige principal des pois d'hiver mais ceux-ci sont repartis à partir des ramifications de la base, et a en partie détruit des adventices développées qui n'avait pu être éliminées lors du 1<sup>er</sup> passage de herse étrille.

La campagne fut ensuite sèche jusqu'à la fin du mois de mars, les précipitations sont revenues en avril et mai avec un cumul de 186 mm.

La pression de l'antracnose fut modérée cette année, surtout visible en toute fin de cycle, et la pression des pucerons fut également faible.

### 4.1 Plantes levée, biomasse et azote absorbé au stade épi 1 cm de l'orge

Des comptages de densité levée ont été réalisés sur l'essai, ainsi que des prélèvements qui ont eu lieu le 30 mars 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 :

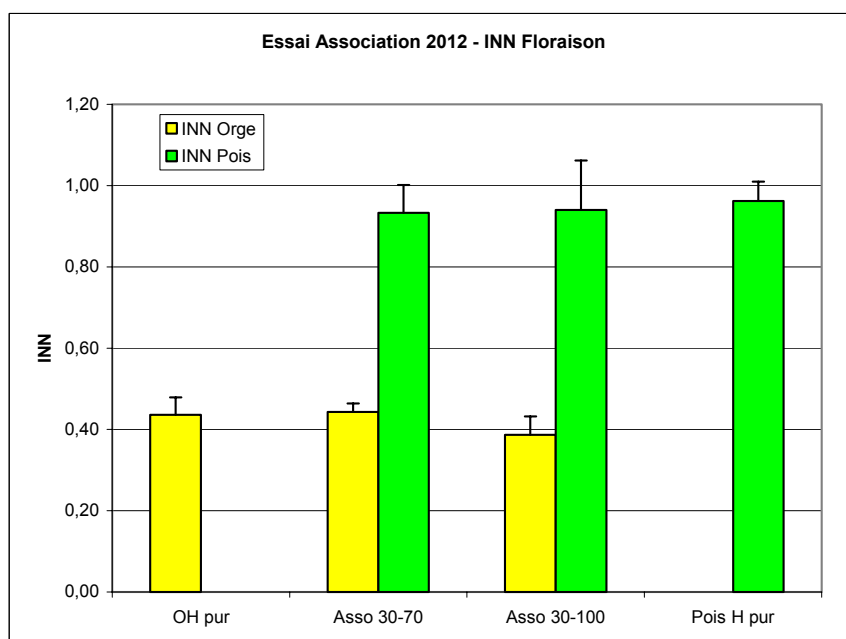
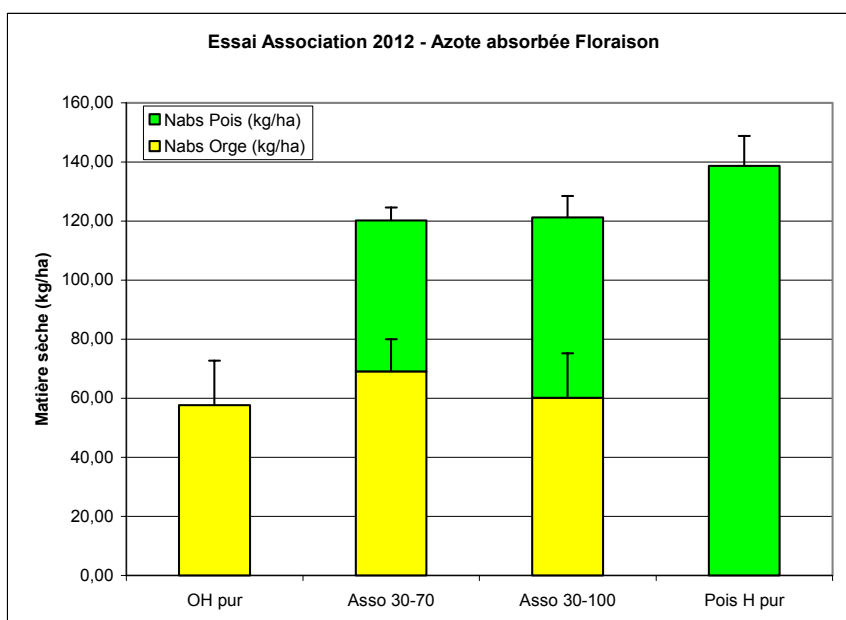
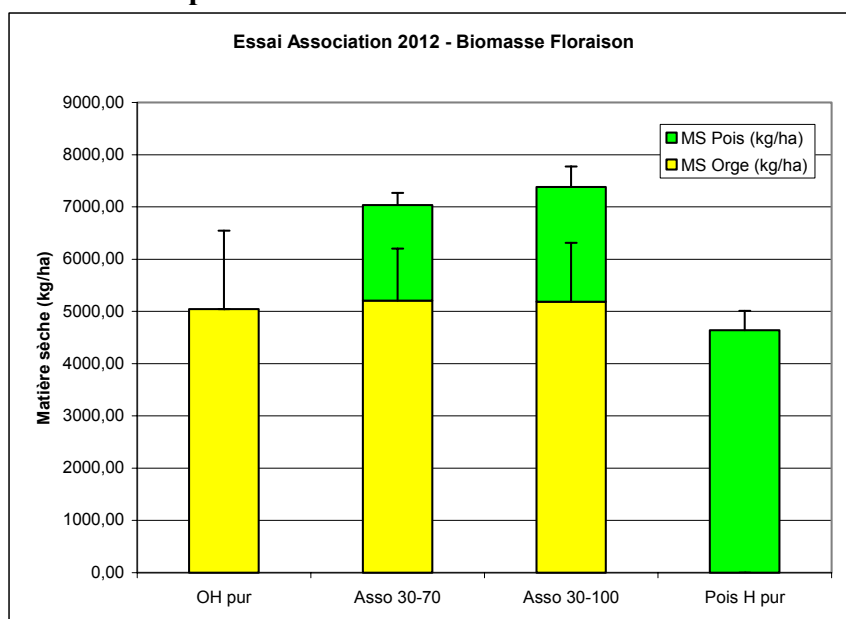
**Tableau 3 : Résultats des prélèvements au stade épi 1 cm**

	Plantes/m <sup>2</sup>		% Perte		Biomasse (t/ha)		N absorbé (kg/ha)		INN <sup>1</sup>	
	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge
Pois hiver pur	109,0	-	0%	-	1,05	-	50,8	-	0,97	-
OH + pois 30-70	71,0	109,0	0%	0%	0,61	1,01	27,7	34,3	0,98	0,71
OH + pois 30-100	104,8	100,5	0%	4%	0,85	1,14	37,9	39,5	0,95	0,73
Orge hiver pur	-	332,4	-	5%	-	1,47	-	36,6		0,56

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

Les levées furent quasi parfaites avec des pertes nulles. La biomasse produite au stade épi 1 cm de l'orge est élevée aussi bien pour le pois que pour l'orge. On constate tout d'abord que malgré un semis d'orge à 30% de la densité en pur, la biomasse de l'orge dans les associations atteint et dépasse les 70% de celle de l'orge pur, ce qui montre que cette culture a fortement compensée en début de cycle. Pour les pois, la biomasse du pois semé à 70% atteint 60% de la biomasse du pois pur, et pour le pois associé semé à la même densité que le pur, la biomasse atteint 81% du pois pur. Ainsi en terme de biomasse produite, les associations sont nettement plus productives que les cultures pures.

## Graphes 4 à 6 : Résultats au stade Floraison



Au niveau des quantités d'azote absorbées, les valeurs sont assez élevées, les orges en pur ou en association ont prélevé des quantités d'azote équivalentes. Le pois associé a prélevé moins d'azote que la culture pure, mais à nouveau les associations ont prélevées nettement plus d'azote que les cultures pures.

Du point de vue de l'indice de nutrition azoté, on constate que les pois ne sont pas carencé en azote, ce qui fut parfois le cas, ceci est un signe à la fois d'une bonne implantation, d'une bonne activité de la fixation s'azote symbiotique, et de la faiblesse des attaques de sitones qui furent perturbées par le froid. Pour l'orge on constate que la culture est déjà carencée, voir fortement carencée en culture pure. Pour l'orge pur cela s'explique de part le précédent tournesol qui laisse très peu de reliquats azotés et l'absence de fertilisation. Les orges associées sont nettement moins carencées, l'étude statistique distingue les deux orges associés comme moins carencé que l'orge pur.

#### **4.2 Résultats prélèvements à la floraison de l'orge**

L'orge a fleuri le 4 mai, des prélèvements furent réalisés afin de connaître la biomasse et les quantités d'azote absorbées par les cultures.

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

	Biomasse (t/ha)		N absorbé (kg/ha)		INN <sup>1</sup>	
	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge
Pois hiver pur	4,64	-	138,7	-	0,96	-
OH + pois 30-70	1,83	5,21	51,1	69,1	0,93	0,44
OH + pois 30-100	2,19	5,19	61,0	60,2	0,94	0,39
Orge hiver pur	-	5,05	-	57,7	-	0,44

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

Au niveau des biomasses produites, on constate que les biomasses pour l'orge sont équivalentes pour les 3 modalités, donc équivalente en pure comme en associées. Par contre les pois associés présente une biomasse de 40 à 47% de celle de la culture pure. Ainsi du point de vue de la biomasse produite les associations permettent toujours la plus forte acquisition.

Pour ce qui est des quantités d'azote, on observe que c'est le pois pur qui a absorbé le plus d'azote avec 139 kg d'azote présent dans ces parties aériennes. Les pois associés ont prélevé entre 50 et 60 kg d'azote. Pour l'orge les prélèvements azotés sont moindres et équivalent sur l'ensemble des modalités avec environ 60 kg d'azote absorbé. Ainsi à ce stade c'est le pois pur qui a absorbé le plus d'azote, suivi par les associations puis par l'orge pur.

Au niveau de l'état de nutrition azoté les cultures de pois aussi bien en pur qu'en association ne montrent pas de signe de carence. Ce n'est pas le cas pour l'orge qui lui est fortement carencé en azote.

Ces prélèvements tendent à montrer deux choses : que du fait du précédent tournesol, les cultures de céréales sont fortement carencés, par contre grâce à une bonne implantation et à une pression des bio-agresseurs faible les pois ont pu s'alimenter correctement via la fixation symbiotique.



**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)	
	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois	Orge	Pois
Pois hiver pur	-	653,8	-	2,1	-	1370,9	-	139,7
Asso. 30-70	187,4	174,8	42,4	2,1	7883,5	315,8	51,2	130,1
Asso. 30-100	171,0	153,3	43,6	3,0	7509,1	423,1	51,5	142,9
Orge hiver pur	317,4	-	27,6	-	8671,5	-	45,9	-

**Tableau 6 : Résultats des prélèvements à la récolte (en kg/ha)**

Kg/ha	MS tige	MS grains	N abs tige	N abs grain	MS tige	MS grains	N abs tige	N abs grain
Culture	<b>Céréale</b>				<b>Pois</b>			
Pois hiver pur	-	-	-	-	4682,9	1864,8	84,4	74,0
OH + pois 30-70	3803,7	3417,6	16,0	54,7	1277,3	618,6	21,6	23,6
OH + pois 30-100	3527,7	3027,6	15,4	50,6	1557,7	432,4	33,8	17,6
Orge hiver pur	3679,4	2970,5	11,9	40,2	-	-	-	-

## **5 Composantes du rendement, rendement et prélèvements à la récolte**

### **5.1 Résultats composantes du rendement**

Les composantes du rendement sont présentées dans le tableau 5 ci-contre.

L'orge d'hiver pur a souffert de la carence en azote, sa densité épi est un peu faible, et le nombre de grains/épis est faible pour une variété à 6 rangs. L'orge associée présente une densité épi qui atteint 60% de la culture pour l'association 30-70 et 54% pour l'association 30-100, à ce stade les orges ont bien compensé leur plus faible densité de semis. De plus et probablement du fait d'un nombre d'épi moins important, les orges associées montrent un nombre de grain/épi élevé proche des valeurs habituelles avec une contrainte azotée moindre. Ainsi vis-à-vis du nombre de grains/m<sup>2</sup> les orges associées atteignent 91% de la valeur de l'orge pure pour l'association 30-70 et 87% pour l'association à 30-100. On constatera également le bien meilleur remplissage des grains des orges associées qui atteignent une valeur de PMG élevée.

Pour les pois, les cultures associées présentent des composantes très inférieures à la culture pure, alors que la densité de semis était soit de 70% soit égale pour les pois associés. Le nombre de gousses/m<sup>2</sup> est en moyenne de 25% de celle de la culture pure. Le nombre de grains/m<sup>2</sup> représente 23% de la culture pure pour l'association 30-70 et 31% pour celle à 30-100. On constatera que l'association 30-100 qui a fait un faible nombre de gousse, compense cette faiblesse par un nombre de grain par gousse plus important.

### **5.2 Résultats prélèvement à la récolte**

Ces prélèvements ont été réalisés manuellement le 6 juin pour les pois pur et le 14 juin pour les associations, les résultats sont présentés dans le tableau 6 ci-contre ainsi que dans les graphes 7 et 8 en annexe 1.

A la récolte on retrouve les mêmes tendances qu'au stade floraison. Ainsi pour l'orge les cultures associées atteignent ou dépassent la biomasse de l'orge pur. Les prélèvements en azote de l'orge pur sont moindres que les orges associés.

Pour les pois, les cultures associées restent très en deçà de la culture pure, la biomasse totale en association n'atteint que 30% de la biomasse en pure. On constatera que pour l'association additive (30-100), les pois ont produit plus de tige que de grains que pour les deux autres modalités, le rapport masse des tiges / masse des grains est de 0,4 pour la culture pure et l'association 30-70 et 0,28 pour l'association 30-100.

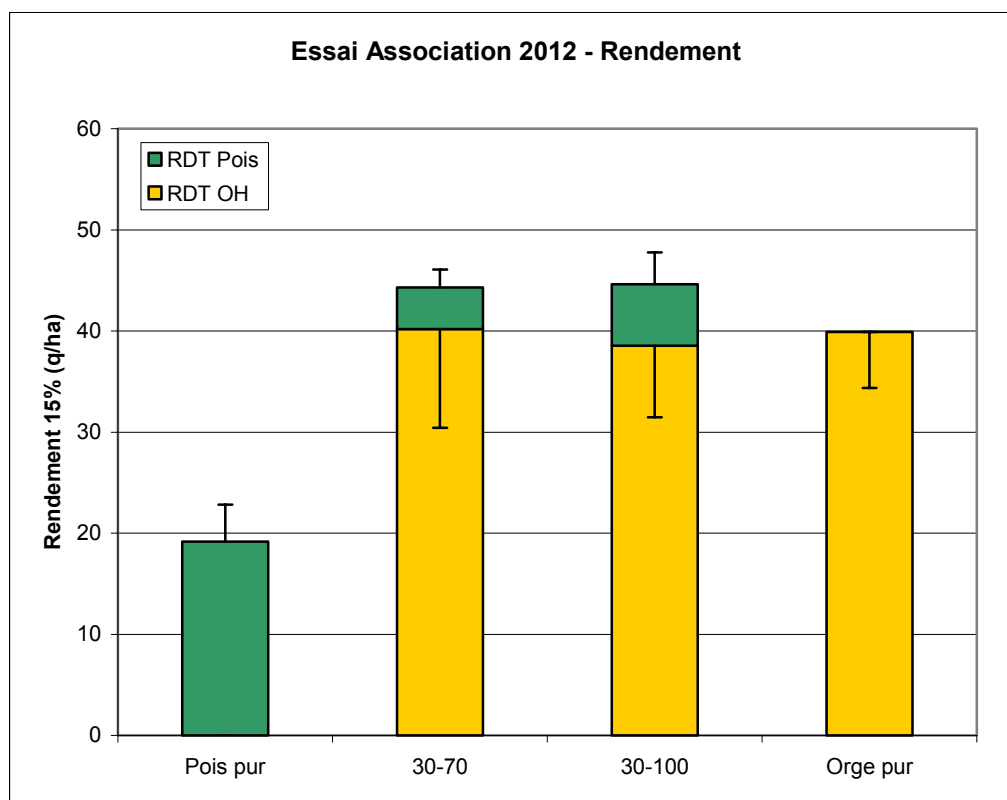
Pour ce qui est de l'absorption de l'azote, à nouveau l'orge pur réalise des prélèvements moindres que les orges associés aussi bien dans les pailles que dans les grains. Ainsi pour les grains la teneur en protéine (%N grain x 6,25) est de 8,3% pour l'orge pure, 9,9% pour l'orge dans l'association 30-70 et de 10,5% dans l'association 30-100.

Pour les pois, la culture pure a absorbé (azote du sol + fixation symbiotique) 158 kg d'azote/ha dans ces parties aériennes, les pois associés n'ont prélevé qu'entre 45 et 50 kg d'azote/ha. Par contre la teneur en protéine des pois varie peu, elle est de 24,9% en culture pure et de 24,4% et 25,6% respectivement pour les associations 30-70 et 30-100.

### 5.3 Résultats rendement

A noter que cette année afin de limiter le problème des attaques de pigeons sur les cultures de pois, les modalités en pois pur ont été protégées par des filets anti-pigeons.

La moisson eue lieu le 26 juin pour l'ensemble des modalités. Les rendements sont présentés dans le graphe ci-dessous.



Dans un premier temps, on constate que le rendement du pois d'hiver en pur est tout à fait satisfaisant en AB avec 19,2 q/ha. Ce rendement élevé s'explique principalement par l'absence de pression anthracnose. Pour l'orge d'hiver le rendement en pur est de 39,9 q/ha ce qui est satisfaisant compte tenu de la faible disponibilité en azote et du niveau de carence observé à la floraison. Dans les associations, le rendement de l'orge est de 40,2 q/ha pour celle à 30-70 et de 38,5 q/ha pour celle à 30-100, ces trois valeurs de rendement sont équivalentes. Ainsi l'orge en association présente cette année un niveau de rendement égale à celui de l'orge pur, mais permet de gagner 1,6% de protéine dans l'association 30-70 et 2,2% dans l'association 30-100 ce qui n'est pas sans conséquences en terme de calcul pour les rations animales.

Pour les pois associé, ces derniers ont nettement plus souffert avec des rendements de 4,1 q/ha dans l'association 30-70 et de 6,1 q/ha pour l'association 30-100.

Ainsi cette année les cultures pures donnent des résultats intéressant compte tenu de la conduite sans fertilisant pour l'orge et du niveau de rendement en pois. Les cultures associées restent productives avec des LER de 1,22 et de 1,28 pour es associations 30-70 et 30-100. Le LER permet de comparer la culture en association aux deux cultures pures. Un LER > 1 signifie que l'association est plus productive que les cultures pures. Dans le cas présent, un LER de 1,2 veut dire qu'il aurait fallu 1,2 ha de culture pure (0,6 ha de pois et 0,6 d'orge) pour produire autant qu'1 hectare en association.

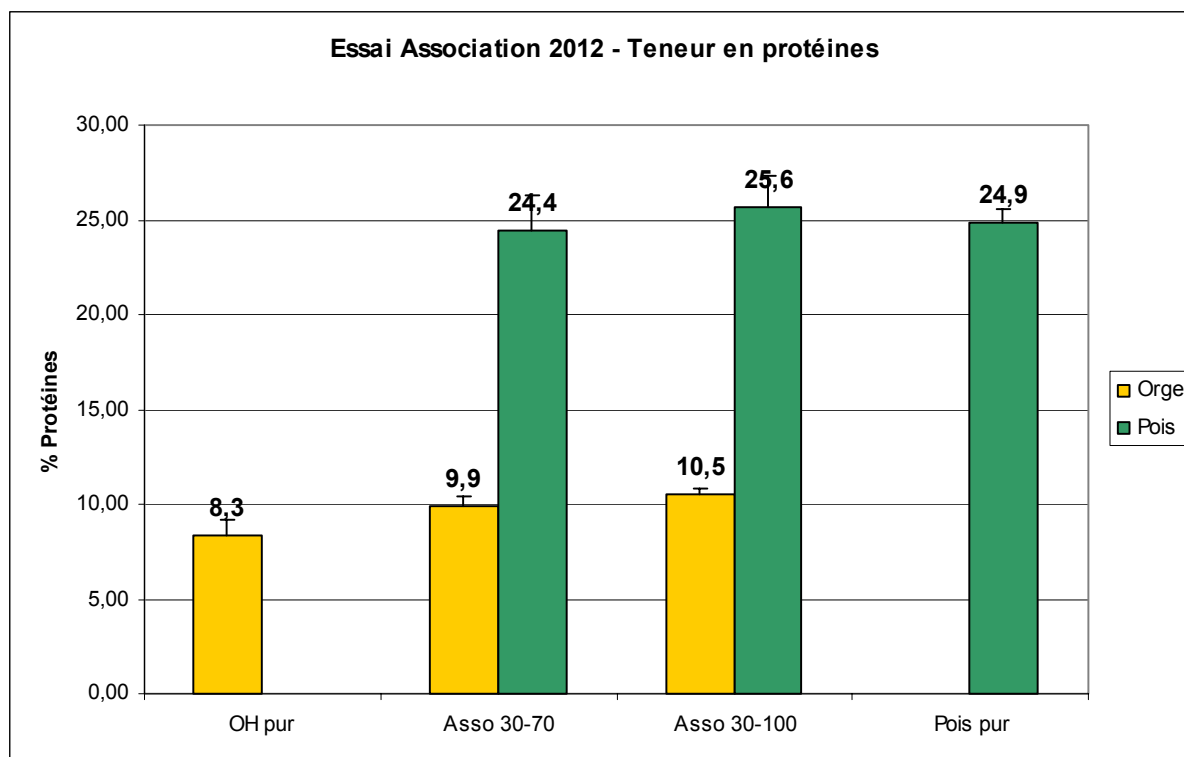
La présence plutôt faible des pois dans les associations, le pois représente 9,3% de la masse totale de l'association 30-70 et 13,7% de l'association 30-100, s'explique cette année par les conditions climatiques. En effet la culture en association engendre une concurrence entre les deux espèces, cette concurrence présente des effets favorables car elle permet :

- de favoriser l'alimentation azotée de la céréales en forçant la légumineuse à utiliser plus rapidement la fixation symbiotique
- de limiter les épichons et tardillons de la céréales ce qui permet de favoriser le maître brun.

Cette année la concurrence entre les deux cultures fut différente des autres années de part la venue de la vague de froid de février. En effet suite à ce coup de froid la tige principale des pois a gelé, les cultures sont reparties via des ramifications à la base ce qui n'a pas pénalisé le pois pur, mais a probablement pénalisé le pois associé car les orges n'ont pas gelé et ont pu prendre le dessus sur la culture pois.

#### 5.4 Résultats teneurs en protéines

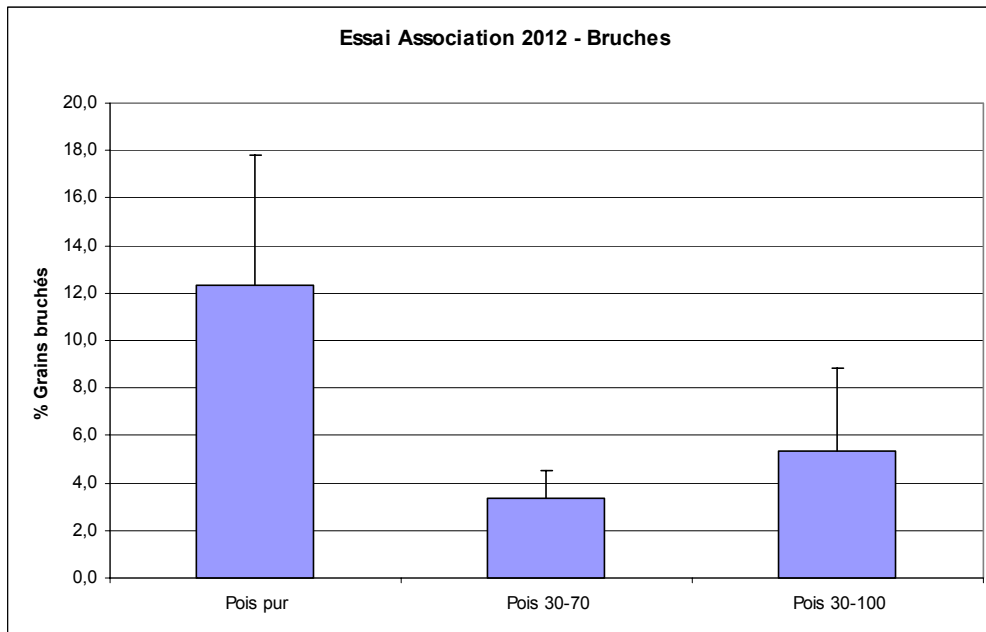
Comme à chaque fois dans les associations, on observe que la céréale associée présente une teneur en protéine nettement supérieure à celle de la céréale pure.



L'orge en pure a une teneur en protéine de 8,3 %, les associations présentent des teneurs en protéines respectivement de 9,9% et 10,5% pour l'orge associé à 30-70 et à 30-100. Le gain moyen entre l'orge pure et l'orge associé est de 1,9%, par contre l'analyse statistique ne distingue pas les deux orges associés pour ce critère. Pour les pois, leur teneur en protéine reste inchangée qu'ils soient en pur ou en association.

## 5.5 Suivi bruche

Après récolte 100 graines de chaque répétition de pois ont été mis en boîte de pétri pour suivre l'éclosion des bruches et d'un parasitoïde de la bruche. Les résultats sont présentés dans le graphe ci-dessous.



Dans un premier temps nous pouvons faire deux constatations, la 1<sup>ère</sup> est l'absence de parasitoïde de la bruche, qui furent pourtant présent sur pois de printemps, le décalage de stade entre ces cultures explique peut être l'absence de parasitoïde sur pois d'hiver. La 2<sup>ème</sup> constatation concerne la pression bruche qui fut très faible cette année avec à peine 10% de grains bruchés, à nouveau les conditions climatiques d'abord fraîches puis très pluvieuses lors de la floraison peuvent expliquer cette faible pression. La pression est tellement faible que malgré des différences notables pour la moyenne du nombre de grains bruchés (12,3% pour le pois pur contre 4,3% pour le pois associé) l'analyse de variance ne permet pas de dire que cette différence est significative. Toutefois chaque année les résultats tendent à montrer que la pression bruche est plus faible en culture associée qu'en culture pure.

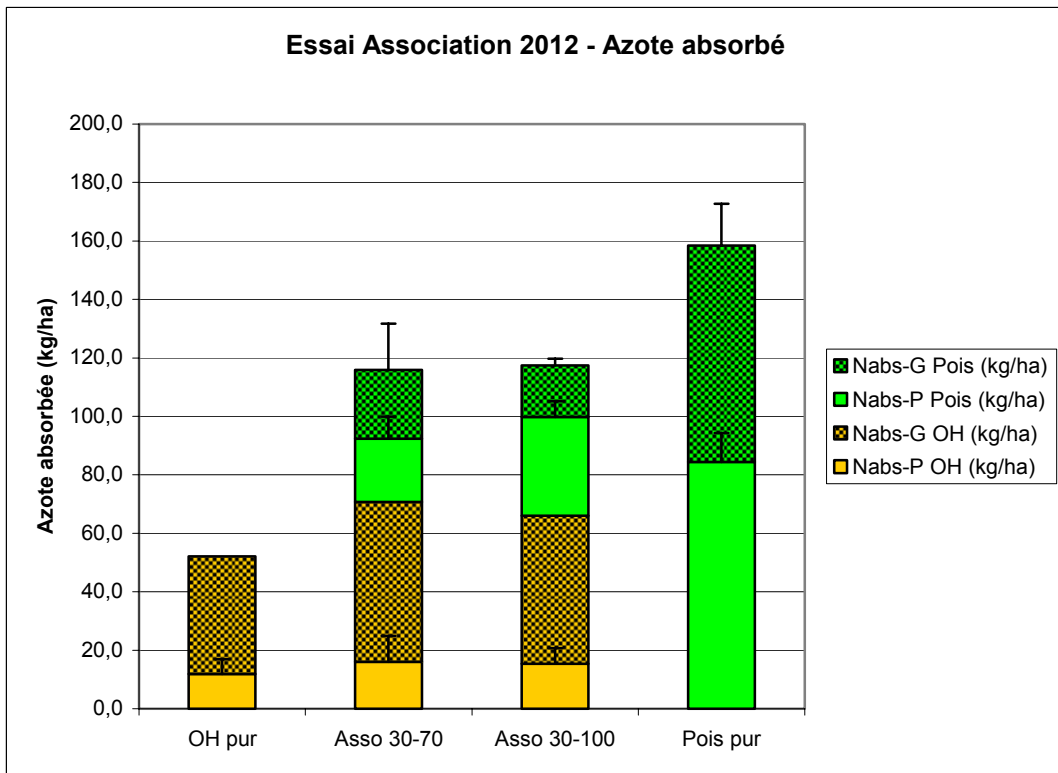
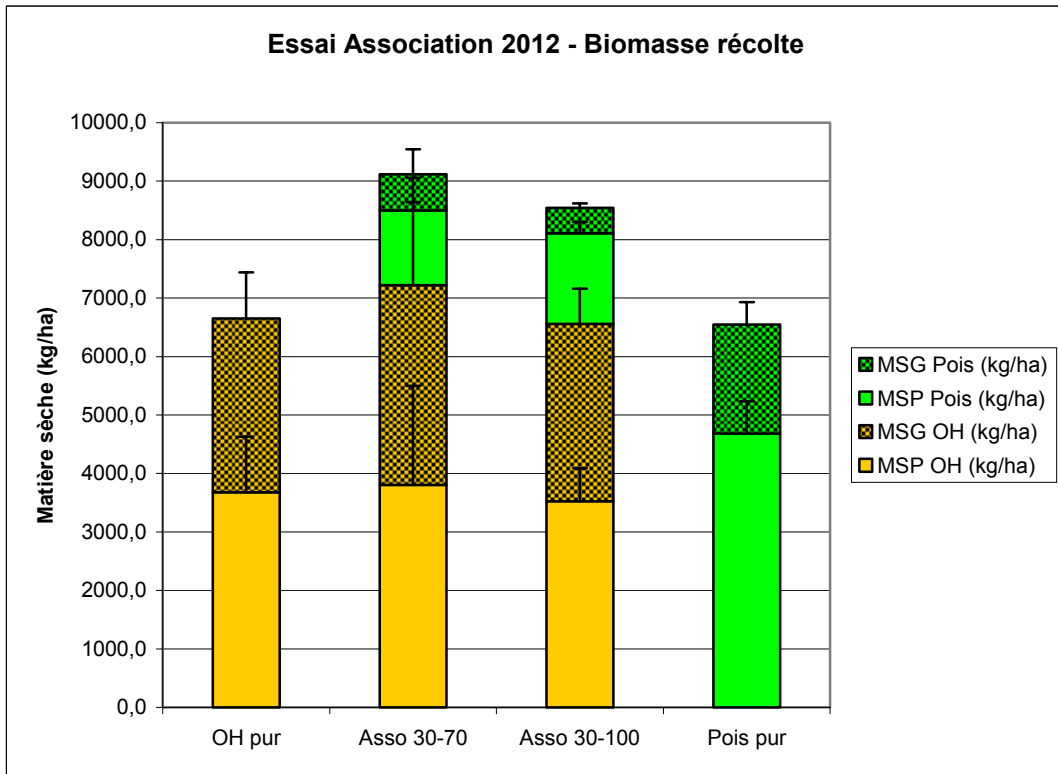
## 6 Discussion, conclusion

Cette année l'association fut réalisé avec une culture d'orge d'hiver afin de mieux faire correspondre les dates de maturité des deux cultures. Par rapport à une association avec le blé tendre, le choix de l'orge a en effet permis une récolte plus précoce. Du point de vue de la productivité des associations, l'essai de cette année montre à nouveau que les cultures associées sont plus productives que la mise en place de pois et d'orge sur des parcelles séparées, et ce même pour cette année où les rendements du pois d'hiver en pur sont élevé. Cette meilleure productivité des associations s'est retrouvée chaque année où des associations ont été mises en place (les associations sont présent chaque année depuis la récolte 2006) à l'exception de l'année 2007 où toutes les cultures de pois (en pure comme en associée) avaient été détruite par l'anthracnose. De même l'essai de cette année valide l'augmentation de la teneur en protéine de la céréale dans l'association ce qui s'est observée chaque année y compris en 2007.

Par contre les résultats sur plusieurs années montrent qu'un facteur varie de façon très importante dans les associations, le ratio final entre le pois et la céréale. La part de pois dans la récolte (masse de pois par rapport à la masse totale) de l'association varie en effet de à

peine 10% comme cette année à 65% comme ce fut le cas en 2010 pour l'association BTH +  
Pois d'hiver semée à 30-70.

Annexe I : Résultats prélèvements à la récolte, Graphes 7 et 8



MSG = matière sèche grains ; MSP = matière sèche paille ; Nabs-P = Azote absorbé par les tiges ; Nabs-G = Azote absorbé par les grains.

## 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.