

Essai Association Céréales-Protéagineux

En agriculture biologique

Campagne 2009-2010



Association blé + pois hiver 50-50, 27 mai 2010, 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

Janvier 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 pêche¹ et de FranceAgriMer



¹ 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 2009-2010



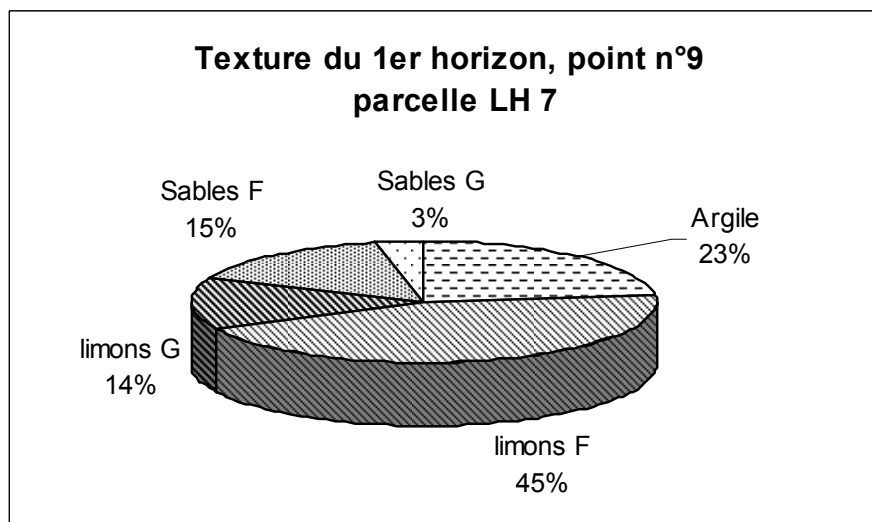
1 Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de tester différents types d'association de céréales à paille avec du pois protéagineux, répondant soit à des objectifs de production d'un mélange destiné à l'autoconsommation pour les agrosystèmes avec élevage, soit à des objectifs de production de pois en agriculture biologique. Ces essais doivent permettre d'acquérir des références sur la faisabilité de ces associations, sur leur productivité et leur qualité en comparaison à des cultures pures.

2 Situation de l'essai

L'essai est implanté sur la parcelle LH 7 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 types d'associations de céréales et protéagineux :

- Production d'un mélange de céréale + pois à destination des éleveurs (proportion¹ céréale-pois = 50-50)
- Production de pois en agriculture biologique (proportion céréale-pois = 30-70) car cette culture reste très difficile à réussir en pure en AB, compte tenu de la pression des bio-agresseurs : anthracnose et pucerons principalement.

Pour ces deux objectifs deux grands types d'association seront testées, une association d'hiver (blé d'hiver + pois d'hiver) et une association de printemps (orge de printemps + pois de printemps)

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

Tableau 1 : modalités étudiées

Modalités	Variété	Date semis	Dose semis (grains/m ²) céréale	Dose semis (grains/m ²) pois
BTH pur	PR22R58	20 nov-09	400	-
BTH + pois hiver 50-50	PR22R58 + Enduro	20 nov-09	200	50
BTH + pois hiver 30-70		20 nov-09	120	70
Pois hiver pur	Enduro	20 nov-09	-	100
Orge ptps pur	Attraction	3 fév-10	400	-
Asso ptps 50-50	Attraction + Livia	3 fév-10	200	50
Asso ptps 50-50		3 fév-10	120	70
Pois ptps pur	Livia	3 fév-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 :

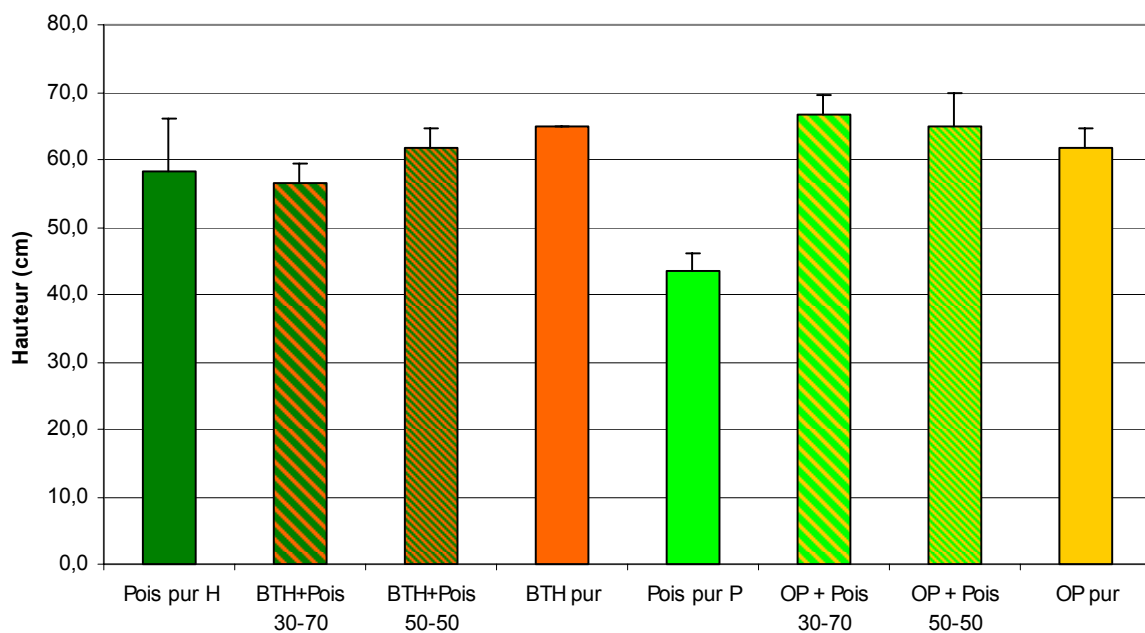
Tableau 2 : itinéraire technique réalisé

Date	Intervention	Outil	Remarques
30 oct-09	Récolte soja	Moissonneuse	
3 nov-09	Labour	Charrue	Profondeur 30 cm
20 nov-09	Semis combiné	Semoir céréale pneumatique	Semis combiné directement sur labour culture hiver
3 fév-10	Semis combiné	Semoir céréale pneumatique	Semis culture de printemps
1 ^{er} juil-10	Récolte	Moissonneuse	Pois hiver et printemps pur + associations printemps
13 juil-10	Récolte	Moissonneuse	BTH pur + associations hiver

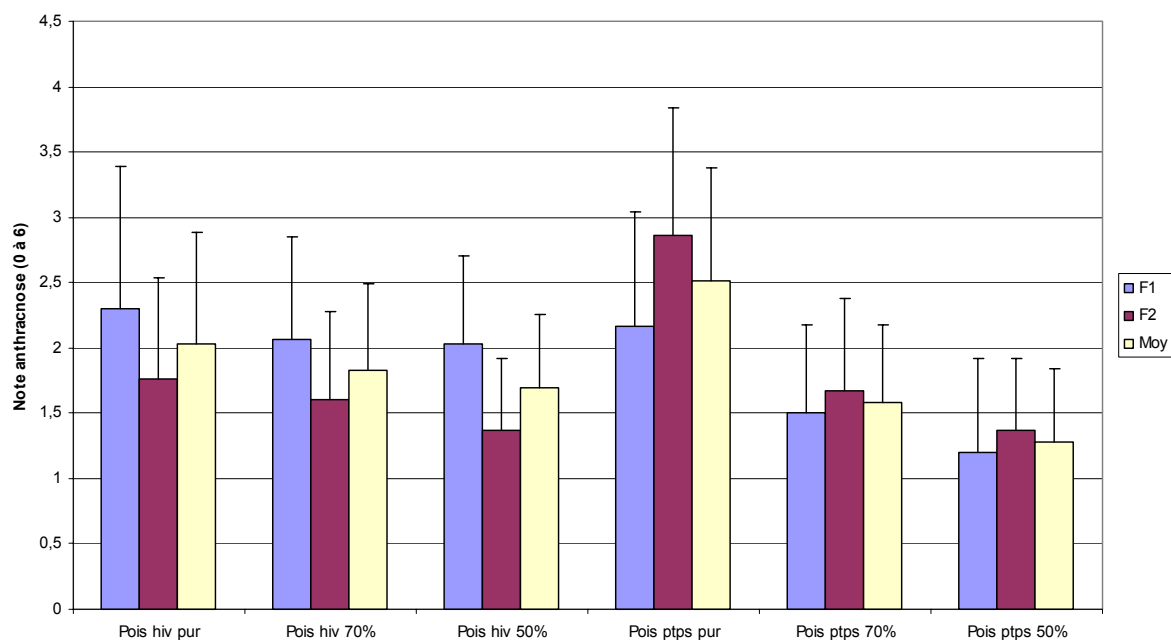
Cet essai a donc été conduit sans aucune intervention de désherbage mécanique, ni aucun apport de fertilisant organique.

¹ Les proportions s'entendent en % de semis de la culture en pure, ainsi pour un pois pur semé à 100 grains par m², le pois 50 est semé à 50 grains/m² et le pois 70 à 70 grains :m².

Graphe n°1 : Hauteur du Couvert le 20 mai



Graphe n°2 : Note anthracnose pois 2010



4 Observations en végétation

Pour les cultures d'hiver, les blés ont levés autour du 10 décembre, les pois quelques jours plus tard. Pour les cultures de printemps, les deux cultures ont levé autour du 20 février.

Le pois de printemps en pur a connu quelques dégâts liés aux oiseaux (jeunes plants arrachés laissés au sol), ce qui n'a pas été observé pour le pois de printemps dans les associations.

Le pois d'hiver a fleuri le 26 avril, à cette date des colonies de pucerons ont été observé sur les cultures de pois, avec une intensité plus importante sur pois de printemps que sur pois d'hiver.

Le 7 mai la pression pucerons a fortement augmenté sur les pois d'hiver et de printemps, les lères bruches sont aperçues, tout comme l'antracnose qui commence à apparaître sur les feuilles basses.

Le 17 mai les pucerons et l'antracnose sont toujours présents alors que les pois de printemps commencent à fleurir. La pression antracnose est plus forte sur pois de printemps que sur pois d'hiver.

Le blé a fleuri le 19 mai.

Le 20 mai des mesures de hauteur du couvert végétal sont réalisées, les résultats sont présentés dans le graphe 1 ci-contre. A cette période la couverture végétale est dense, ce qui engendre une forte concurrence sur les adventices qui sont très peu présentes dans l'essai.

Le 25 mai la pression puceron s'arrête nette, alors que l'antracnose monte vers les étages supérieurs.

Le 26 mai l'orge de printemps est au stade floraison.

Le 27 mai des notations antracnose sont réalisées (note de 0 absence d'antracnose à 6, 75 à 100% de la surface foliaire nécrosée), les résultats sont présentés dans le graphe n°2. Une analyse de variance réalisée sur les notes moyennes précise :

- Que les pois de printemps en pur sont les plus touchés par l'antracnose.
- Viennent ensuite le pois d'hiver en pur et le pois d'hiver associé à 70%.
- Puis le pois d'hiver à 50% et le pois de printemps à 70%
- Le pois le moins touché et le pois de printemps à 50%.

Ainsi pour cette année il semble que les associations permettent de diminuer la pression antracnose par rapport à la culture, cette pression est encore moindre quand la proportion de pois dans l'association est faible.

Tableau 3 : proportion des espèces levées dans les associations

	% par rapport à densité de semis en pure		% de chacune des espèces dans l'association	
	Prévu	Réalisé	Prévu	Réalisé
	Céréale - Pois	Céréale - Pois	Céréale - Pois	Céréale - Pois
BTH+PH 30-70	30 % - 70 %	13,5 % - 73,3 %	80 % - 20%	42,3 % - 57,7 %
BTH+PH 50-50	50 % - 50 %	32,5 % - 54,3 %	63,2 % - 36,8 %	70,5 % - 29,5 %
OP+PP 30-70	30 % - 70 %	21,8 % - 49,5 %	80 % - 20%	63,8 % - 36,2 %
OP+PP 50-50	50 % - 50 %	37,3 % - 25 %	63,2 % - 36,8 %	85,5 % - 14,5 %

Tableau 4 : Composantes du rendement

Modalités	Plantes/m ²		Epi ou gousses/m ²		Grains/épi ou gousse		Grains/m ²		PMG à 15% (g)	
	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois
Pois H pur	-	75,2	-	590,8	-	3,1	-	1820,8	-	140,1
BTH pur	313,3	-	330,0	-	26,1	-	9564,9	-	44,5	-
BTH+PH 30-70	53,8	73,3	86,0	569,8	22,3	2,9	1702,0	1663,4	48,5	145,3
BTH+PH 50-50	130,0	54,3	161,9	475,9	27,3	2,6	4180,6	1230,3	48,3	145,4
Pois P pur	-	60,0	-	131,4	-	2,5	-	310,7	-	186,9
OP pur	306,2	-	562,4	-	14,3	-	8841,8	-	40,6	-
OP+PP 30-70	87,1	49,5	318,1	150,5	18,8	3,2	5997,7	420,0	42,5	191,2
OP+PP 50-50	149,0	25,2	422,5	79,0	17,6	3,4	7409,2	264,3	41,3	192,6

5 Résultats

5.1 Composantes du rendement (tableau 4)

5.1.1 Cultures d'hiver

Les cultures d'hiver (blé tendre et pois) ont été semé le 20 novembre, les températures étant clémentes jusqu'à la première décennie de décembre, les cultures ont levées rapidement. Le pois en pur présente une perte à la levée de 25%, mais sa perte est nulle en association. Pour le blé, les pertes sont assez faibles en pure avec 22%, mais élevées dans les associations avec 35% de perte pour le blé semé à 50% et 55% de perte pour le blé semé à 30%.

Après la levée les proportions des différentes espèces sont présentées dans le tableau 3. Pour les associations d'hiver on constate que la proportion de pois (en % du semis en pure) est satisfaisante alors que la proportion de blé est inférieure aux prévisions de part une perte à la levée importante. Pour les associations de printemps, les proportions sont différentes des prévisions pour les deux cultures, pour l'association à 30–70 la perte en pois est moindre que celle de la céréale, c'est l'inverse que l'on observe pour l'association à 50–50.

La rigueur de l'hiver (hiver le plus froid depuis 20 ans, selon Arvalis), a limité le tallage des cultures, le blé pur présente un tallage de 1,2 et les blés associés ont plus tallé compte tenu de leurs plus faibles densités, ce dernier est de 1,3 pour le blé à 50% et de 1,7 pour le blé à 30%. Les blés atteignent 330 épis/m² en culture pure pour 162 épis/m² pour le blé semé à 50% et 86 épis/m² pour le blé semé à 30%. Pour les pois d'hiver, le nombre de gousses par plante est identique pour le pois pur et le pois semé à 70% (en moyenne 7,8 gousses/plante) et un peu plus élevé avec 8,8 gousses/plante pour le pois semé à 50%. Ainsi pour le nombre de gousses/m² les différences restent modérées entre les différentes modalités de pois, seul le pois semé à 50% décroche un peu avec 476 gousses/m² contre 580 gousses/m² en moyenne pour les deux autres modalités.

Le début du mois de mai a présenté un épisode de temps froid (du 5 au 7 mai les températures minimales furent : 3,4°C, 3,4°C et 2,6°C pour une moyenne journalière de : 5,1°C, 7,6°C et 9,8°C) ce qui a engendré une baisse de la fertilité épi pour le blé, en culture pure il y a seulement 26,1 grains/épi, en association nous trouvons 27,3 grains/épi pour le blé à 50% et 22,3 grains/épi pour le blé à 30%. Cette faible fertilité pour le blé est liée au froid pendant la méiose, par contre les pois n'ont pas été affectée par le froid, le nombre de grains/gousse est de 3,1 en culture pure, de 2,9 pour le pois à 70% et de 2,6 pour le pois à 70%.

La pression anthracnose et pucerons ayant été tardive et plus modérée que les années précédentes, les densités grains du pois d'hiver atteignent des niveaux records avec 1 821 grains/m² en pois d'hiver pur, et 1663 grains/m² et 1230 grains/m² pour les pois associés à 70% et 50%. Par contre pour le blé, la composante de fertilité étant faible les densités grains le sont aussi avec 9 565 grains/m² pour le blé pur et respectivement 4181 grains/m² et 1702 grains/m² pour le blé à 50% et à 30%.

Les pluies abondantes de mai ont permis un remplissage des grains satisfaisant pour les céréales, le PMG est 48 g pour le blé associé et un peu moindre pour le blé en pur avec 44,5 g. Pour le pois le remplissage fut probablement limité par l'anthracnose, en pur nous obtenons 140 g et 145 g pour les pois associés.

5.1.2 Cultures de printemps

Les cultures de printemps ont été semées le 3 février 2010, dans de bonnes conditions mais en période fraîche. Compte tenu du froid les cultures ont mis longtemps à germer, l'orge à levée le 26 février et le pois le 5 mars.

L'orge de printemps a levé sans trop de perte (25% en moyenne) ce qui n'a pas été le cas du pois de printemps pour lequel les pertes atteignent 40% en pure, 29% dans les associations à 70% et presque 50% dans les associations à 70%. Cette perte élevée est également à mettre en relation avec des dégâts d'oiseaux observés sur la parcelle, notamment en culture pure. L'orge de printemps s'est bien développée avec un tallage conséquent ce qui lui permet d'atteindre des densités épis satisfaisantes : 616 épis/m² en culture pure (tallage = 1,84) ; 423 épi/m² pour le semis à 50% (tallage = 2,83) et 318 épis/m² pour le semis à 30% (tallage = 3,65).

Pour les pois de printemps, la composante du nombre de gousse par plante augmente quand la proportion de pois baisse : en culture pure nous avons 2,19 gousses/plante puis 3,04 gousses/plante pour le pois semé à 70% et 3,13 gousses/plante pour le pois semé à 50%. Toutefois, les cultures de pois de printemps ont souffert des attaques de pucerons, ce qui a limité le développement des étages de fleurs et donc limité la production de gousse. En culture pure nous obtenons 131 gousses/m², et 151 gousses/m² pour le pois semé à 70% et 79 gousses/m² pour le pois semé à 50%. Ainsi le pois semé à 70% de la dose en pure présente une densité gousse supérieure à la culture pure.

L'orge de printemps contrairement aux blés n'as pas souffert du froid à la méiose et présente donc une fertilité à un niveau normale en association et un peu faible en culture pure avec : 18 grain/épi en association et 14 grains/épi en pure, ce qui traduit probablement une déficience en azote.

Pour les pois de printemps, le nombre de grains/gousses présente également des valeurs moindres en pure (2,5 grains/gousses) qu'en association (3,3 grains/gousse).

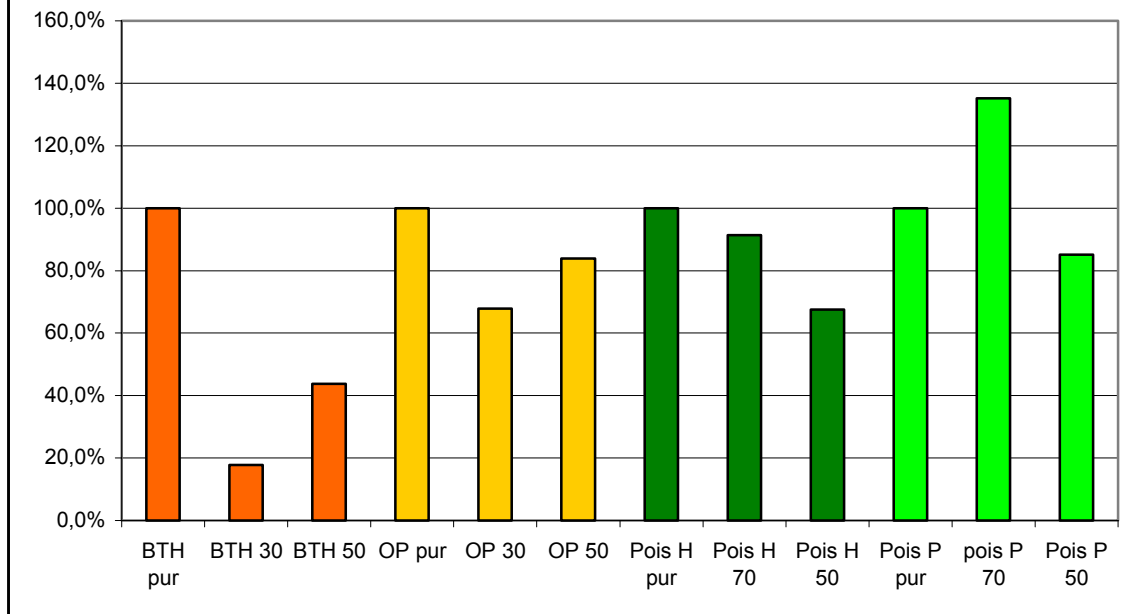
Ainsi nous obtenons des densités grains satisfaisantes en orge de printemps avec 8 842 grains/m² en culture pure ; 7 409 grains/m² pour l'orge semée à 70% et 5 998 grains/m² pour le semis à 50%. Pour les pois de printemps les densités grains restent faibles car la densité gousses est faible, nous obtenons 310,7 grains/m² en culture pure, 420 grains/m² pour le pois à 70% et 264 grains/m² pour le semis à 50%.

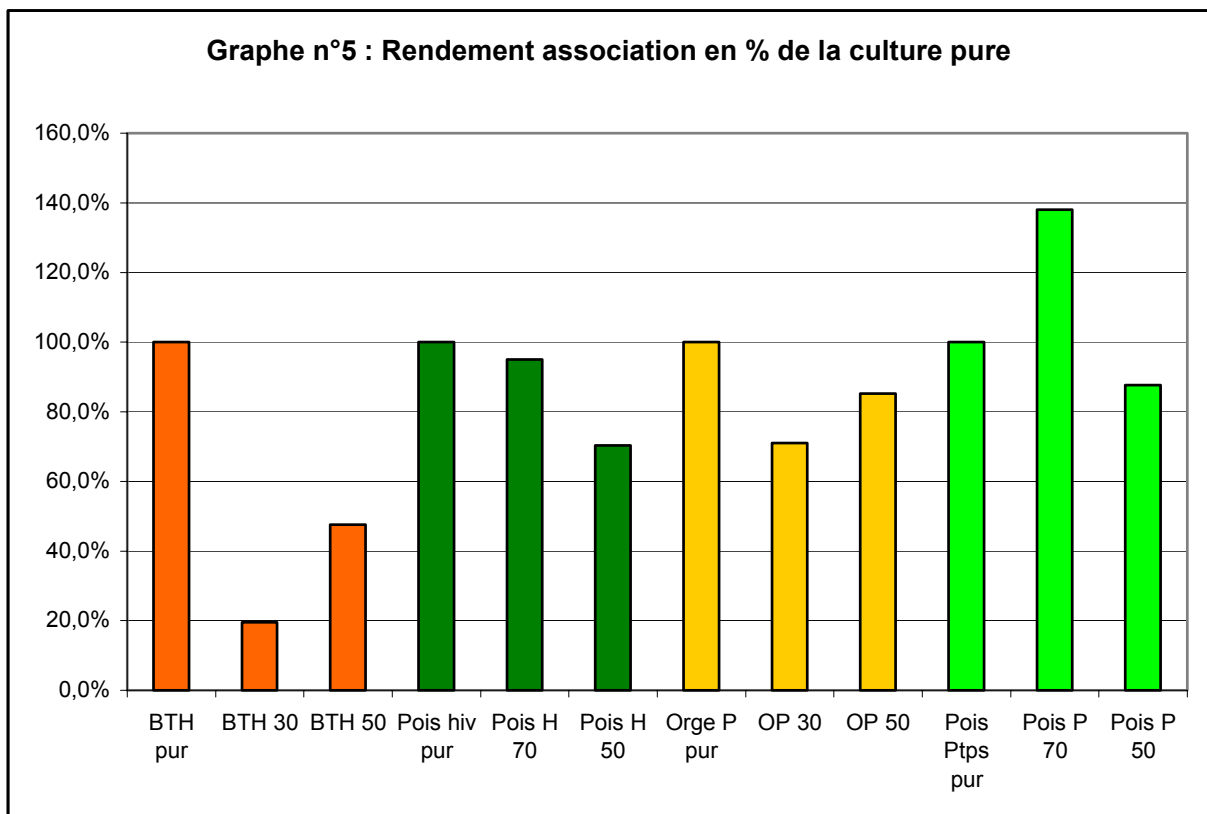
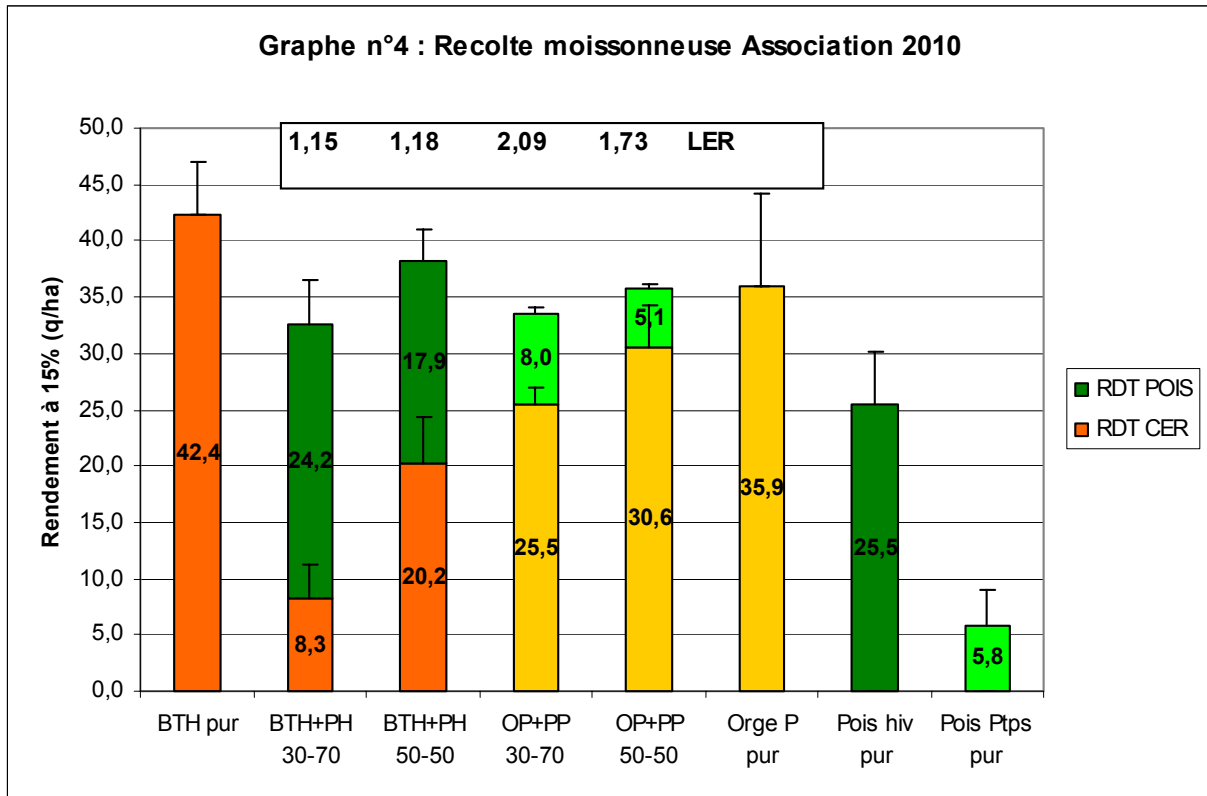
Etant donnée qu'il existe une liaison étroite entre la densité grain et le rendement final, il est intéressant de voir comment les cultures se sont comportées pour cette composante en association (Cf. graphe n°3). La culture de blé en association présente un nombre de grain/m² faible, plus faible que la réduction de densité réalisé au semis : le blé semé à 30% atteint 18% de la densité grain de la culture pure et celui semé à 50% atteint 44%. Par contre les pois d'hiver se sont bien développés, le pois semé à 50% présente une densité grain à 68% de la culture pure et celui semé à 70% atteint 91% de la culture pure.

En semis de printemps les résultats sont différents l'orge de printemps n'a pas été limité comme le blé, en semis à 30% elle atteint 68% de la culture pure et en semis à 50% elle atteint 84% de la culture pure. Il en va de même pour les pois de printemps, les pois semé à 50% atteignent 85% de la densité grain de la culture pure, et ceux semé à 70% dépasse la culture pure pour atteindre 135%, probablement de part une moindre pression des bio agresseurs.

Pour les PMG on observe la même tendance qu'en association d'hiver, les grains restent mieux remplis en association qu'en culture pure, même pour le pois de printemps à 70% qui présente une densité supérieure aux pois purs.

Graphe n°3 : Composante Grains/m² en % de la culture pure





5.2 Rendement moissonneuse batteuse

La récolte de l'essai eue lieu en deux fois, une première fois le 1^{er} juillet pour moissonner les associations de printemps les deux cultures de pois (hiver et printemps), et l'orge de printemps. Puis le 13 juillet pour moissonner les associations d'hiver et le blé d'hiver pur. La moissonneuse a récolter les parcelles, puis l'échantillon a été trié pour séparer la céréale du pois protéagineux, les résultats sont présentés dans le graphe n°4.

A la récolte nous observons des différences d'humidité entre les cultures pures et les cultures associées : (Cf. tableau ci-contre)

- le blé d'hiver dans les associations est plus tardif qu'en culture
- l'orge de printemps est également plus tardive en association qu'en pure, avec un gradient, moins il y a d'orge et plus la maturité est décalée
- le pois de printemps présente l'effet inverse, il est plus précoce en association qu'en pure
- cette comparaison n'est pas possible pour le pois d'hiver, car le pois pur fut moissonné avant les associations d'hiver.

% Hum. Récolte	Céréales	Pois
BTH pur	13,8	
BTH+PH 30-70	14,5	12,2
BTH+PH 50-50	14,5	12,0
OP+PP 30-70	17,3	19,0
OP+PP 50-50	14,6	14,6
Orge P pur	14,3	
Pois hiv pur		13,7
Pois Ptps pur		21,2

5.2.1 Cultures d'hiver

Le blé en culture pure atteint un rendement de 42,4 q/ha ce qui est tout à fait satisfaisant compte tenu de l'absence de fertilisation.

La culture de pois d'hiver en pur atteint un niveau très élevé en AB avec 25,5 q/ha.

Ainsi nous nous trouvons dans une situation où les deux cultures pures d'hiver atteignent des rendements élevés, malgré cela on constate en observant les LER² que les associations restent plus productives que les cultures pures.

Pour l'association d'hiver 30-70% la productivité est augmenté grâce à la culture du pois qui atteint un rendement équivalent à 95% de la culture, alors que le rendement du blé associé n'est que de 19,5% (Cf. graphe n°5).

Pour l'association d'hiver 50-50% la productivité est à nouveau augmenté grâce à la culture de pois, qui atteint un rendement de 70% de la culture pure, et grâce au blé qui présente un rendement de 48% de celui de la culture pure.

5.2.2 Cultures de printemps

En culture de printemps les gains de productivité sont importants en association principalement parce que la culture de pois pur a peu produit et parce que l'orge associée s'est très bien comportée en compensant les plus faibles levées. Ainsi pour l'association à 70-30, le pois présente un rendement supérieur à celui de la culture pure (138%) et l'orge semée à 30% un rendement à 71% de la culture pure.

Pour l'association à 50-50, les pois présentent un rendement un peu plus faible que celui de la culture pure (88%) et l'orge un rendement de 85% de celui de la culture pure.

² LER = Land Equivalent Ratio = rendement relatif des cultures, le LER représente la surface qu'il aurait fallu cultivée en culture pure pour atteindre la production de l'association. Ainsi si LER > 1 l'association est plus productive que la culture pure et inversement. LER asso = LER pois + LER céréale. LER pois = RDT pois associé / RDT pois pur et LER céréale = RDT céréale associée / RDT céréale pure.

Ainsi grâce aux rendements équivalents du pois en pure et en association et au bon développement de l'orge de printemps, les LER sont très élevés pour les associations de printemps.

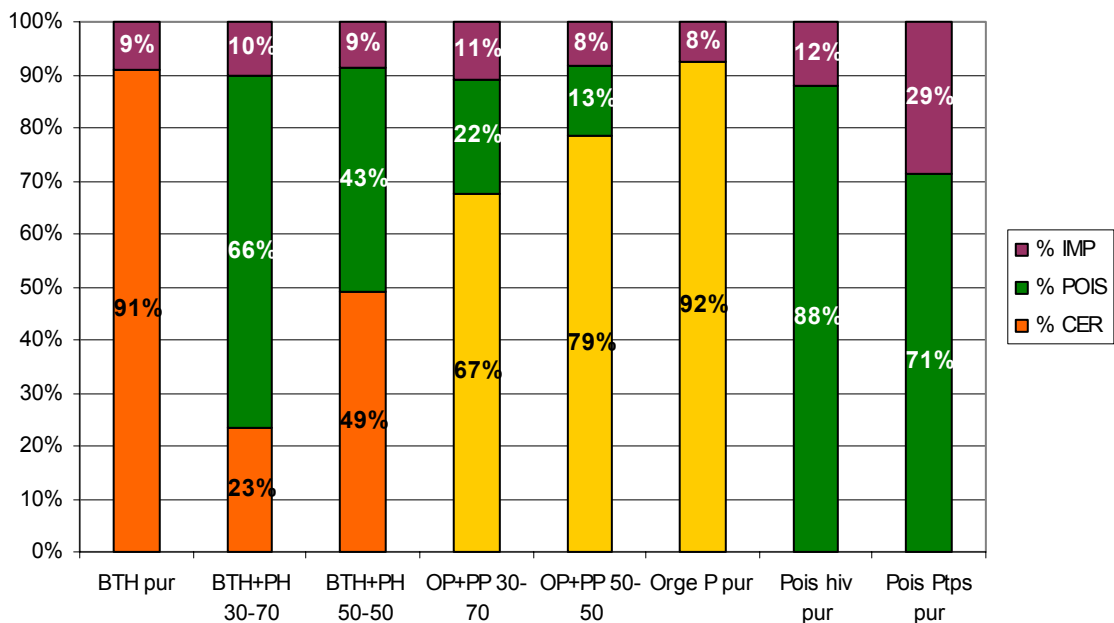
Les résultats présentés correspondent à des rendements calculés après triage, lors du triage nous avons séparé le blé, le pois et une 3^{ème} fraction regroupant les impuretés classiques (graines d'adventices, débris de paille, épi, gousse ...) ainsi que les brisures de grain de blé et pois. Les résultats des proportions de grains de chacune des deux espèces et des impuretés sont présentés dans le graphe n°6.

Globalement le taux d'impuretés est de l'ordre de 10%, avec un taux supérieur pour le pois en pur de part un pourcentage de graines d'adventices plus importants.

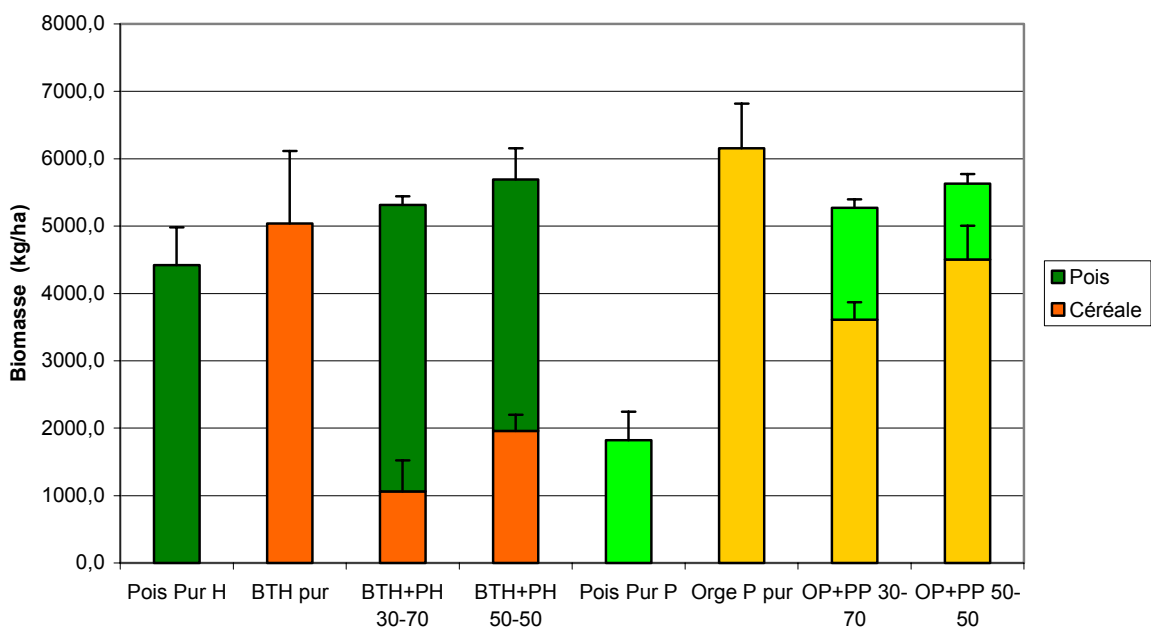
Après moisson les associations se composent (en % du poids total, hors impuretés) de :

	BTH+PH 30-70	BTH+PH 50-50	OP+PP 30-70	OP+PP 50-50
Céréales	25,5%	53,0%	76,0%	85,7%
Pois	74,5%	47,0%	24,0%	14,3%

Graphe n°6 : Récolte moissonneuse Association 2010



Graphe n°7 : Biomasse Floraison - Essai association 2010



5.3 Suivi biomasse et statut azoté des cultures

Stade floraison du blé

Les résultats qui suivent sont issus des prélèvements manuels réalisés sur les parcelles au stade de la floraison et de la récolte.

A la floraison du blé, le 19 mai 2010, les biomasses produites sont conséquentes pour les cultures d'hiver et plus limitées pour celles de printemps (tableau 3 et graphe n°7).

Tableau 3 : biomasse et azote absorbé – stade floraison blé

Modalités	Biomasse (kg/ha)		N absorbé (kg/ha)		INN	
	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois
Pois H pur	-	4421,1	-	119,7	-	0,85
BTH pur	5036,8	-	52,8	-	0,40	-
BTH+PH 30-70	1061,4	4251,9	20,8	108,2	0,71	0,88
BTH+PH 50-50	1957,7	3733,1	37,1	86,2	0,68	0,83
Pois P pur	-	1821,6	-	39,3		0,52
OP pur	6157,5	-	59,5	-	0,40	-
OP+PP 30-70	3612,9	1658,6	45,4	30,4	0,47	0,68
OP+PP 50-50	4503,0	1129,6	52,4	21,5	0,45	0,74

Pour les associations d'hiver, la part de pois est importante, elle représente en biomasse 80% de la biomasse totale pour l'association à 30-70% et 66% du totale pour celle à 50-50%. Si l'on regarde la biomasse des cultures associées en proportion de la culture pure, on se rend compte que le pois semé à 70% atteint une biomasse quasi équivalente à celle obtenue en culture pure (96%), et le pois semé à 50% atteint 84% de la biomasse de la culture pure. Ceci ne s'observe pas pour les blés, celui semé à 50% atteint une biomasse égale à 39% du blé pur et celui semé à 30% une biomasse égale à 21% de celle du blé pur.

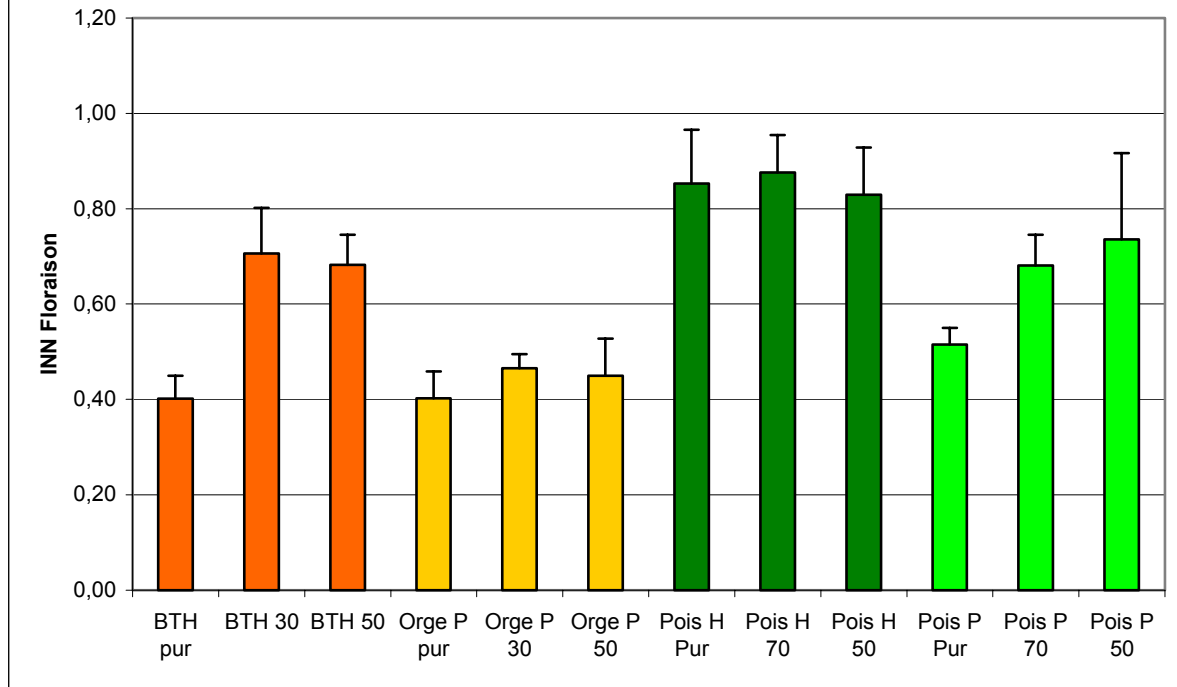
Pour les associations de printemps, les résultats sont différents compte tenu du faible développement du pois de printemps en pure. Ainsi l'association 30-70% présente une biomasse totale composé à 31% de pois, et pour celle à 50-50% la part de pois n'est plus que de 20%. Toutefois la biomasse de pois dans les associations atteint 91% de la culture pure pour le pois à 70% et 62% de la culture pure pour l'association semée à 50%. L'orge de printemps a quant à lui presque rattrapé la culture pure avec des biomasses égales à 91% de la culture pure pour l'orge semée à 50% et à 62% de la culture pour celui semé à 30%.

Ainsi pour les cultures d'hiver la biomasse des associations dépasse celle des cultures pures, alors qu'en semis de printemps, l'orge de printemps en pure présente la biomasse la plus importante.

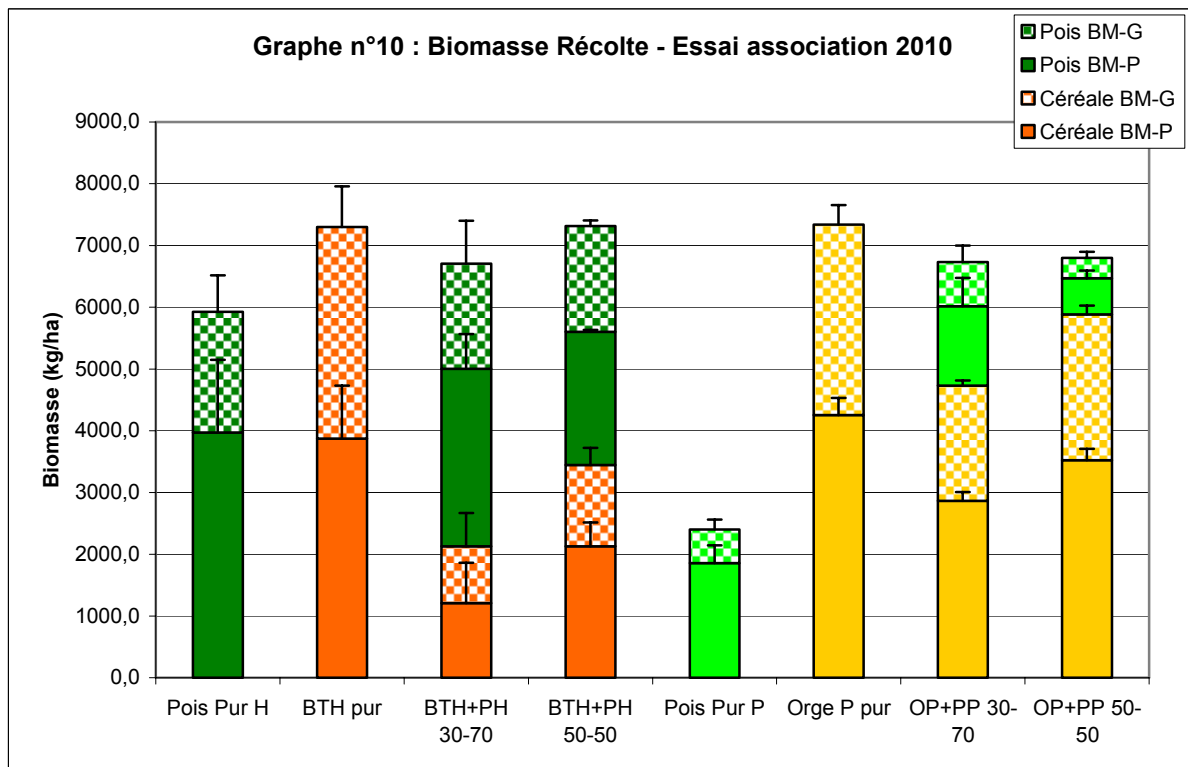
Du point de vue des quantités d'azote absorbé (graphe n° 8) on remarque tout d'abord que le pois d'hiver en pure a absorbé 120 kg d'azote par hectare, soit plus du double que le blé en pure. Toutefois en terme de quantité d'azote absorbée les associations permettent les plus fortes absorption avec respectivement 129 et 123 kg/ha d'azote pour les association 30-70 et 50-50. Pour l'association à 30-70%, les quantités totales d'absorbées sont issues à 84% du pois, pour l'association à 50-50% le pois représente 70% du total de l'azote absorbé.

Pour les cultures de printemps, on constate les faibles absorption du pois de printemps en pure (liée à sa faible biomasse) qui avec 39 kg d'N/ha a moins prélevé que l'orge de printemps (60 kg d'N/ha). Les associations permettent à nouveau les meilleures absorptions totales d'azote, mais la part issue du pois est inférieure à 50%, avec une proportion d'azote absorbée issue du pois qui s'élève à 40% pour l'association à 30-70% et une proportion de 29% pour celle semée à 50-50%.

Graphe n°9 : INN Floraison - Essai association 2010



Graphe n°10 : Biomasse Récolte - Essai association 2010



En ce qui concerne les indices de nutrition azotée (INN), on remarque tout d'abord que les cultures d'hiver sont en général moins carencées que les cultures de printemps (graphe n° 9).

Pour les cultures d'hiver, le blé pur reste fortement carencé avec un INN de 0,4 ce qui n'est pas surprenant compte tenu de sa conduite sans fertilisation. Par contre le pois d'hiver ne souffre pas de carence en azote. Les cultures au sein des associations sont nettement moins carencées³ que les cultures pures : les INN du pois reste à un niveau proche de la culture pure, par contre ceux du blé sont fortement augmentés, le blé semé à 50% présente un INN de 0,68 et celui semé à 30% une valeur de 0,71.

Pour les cultures de printemps, on constate que le pois de printemps en pure présente un INN de 0,52 ce qui traduit une forte carence en azote, qui est à relier aux conditions d'implantation et de développement en début de cycle peu favorables. L'orge de printemps en pure présente un INN égal à celui du blé en pur à 0,40. Par contre au sein des associations on constate une bien meilleure nutrition azotée, pour l'association à 50-50%, l'orge est à 0,45 et le pois à 0,74 et pour les associations à 30-70%, l'orge est à 0,47 et le pois à 0,68.

Ainsi que ce soit pour les cultures d'hiver ou de printemps on constate que les associations permettent une meilleure alimentation azotée des cultures, et donc une diminution de la carence.

Stade maturité

Les récoltes manuelles ont eue lieu à 3 dates : le 21 juin pour les pois d'hiver en pure, le 29 juin pour l'ensemble des cultures de printemps (cultures pures et associées) et le 2 juillet pour les blés purs et les associations d'hiver.

A la récolte nous observons des évolutions par rapport au stade floraison, pour les cultures d'hiver le blé pur atteint la biomasse totale (paille+grain) la plus importante tout comme l'association à 50-50% (tableau 4 et graphe n°10). On observe la même chose pour les cultures de printemps avec la plus forte biomasse totale pour l'orge de printemps.

Les rendements manuels à 0% d'humidité (graphe n°11) sont peu différents des résultats obtenus à la moissonneuse, tout comme la proportion des espèces au sein du mélange. La seule différence concerne la quantité d'orge présente dans l'association à 50-50% qui est moindre en récolte manuelle.

Pour ce qui est des quantités d'azote absorbée (tableau 4 et graphe n° 12) on constate que la culture qui a le plus absorbée d'azote est le pois d'hiver pur avec 167 kg d'N/ha. Les associations d'hiver suivent avec de l'ordre de 146 kg d'N/ha absorbé, le blé pur n'a prélevé que 61 kg d'N/ha dans ces parties aériennes.

Pour les associations de printemps, les quantités d'azotes absorbés sont moindres avec un maximum d'absorption pour les associations avec 87 kg d'N/ha pour l'association à 30-70% et 70 kg d'N/ha pour celle à 50-50%. Le pois pur et l'orge de printemps pur n'ont absorbé que 60 kg d'N/ha.

L'indice de récolte permet de connaître la proportion de grain produit par rapport à la production totale, les résultats de 2010 montrent (graphe n° 13) :

- pour le blé d'hiver, l'indice de récolte est plus faible en association qu'en culture pure, ainsi en association les cultures ont proportionnellement produit plus de paille que de grain

³ Pour les cultures au sein des associations, l'INN est calculé en tenant compte de la proportion de matières sèche de chaque espèces, L. Bedoussac, mémoire de Master, 2006.

- pour l'orge de printemps l'indice de récolte est constant aussi bien en culture pure qu'en association
- pour les pois d'hiver et de printemps, l'indice de récolte est supérieure en association qu'en culture pure, les pois associés ont donc produit une proportion de grain plus importante qu'en culture pure.

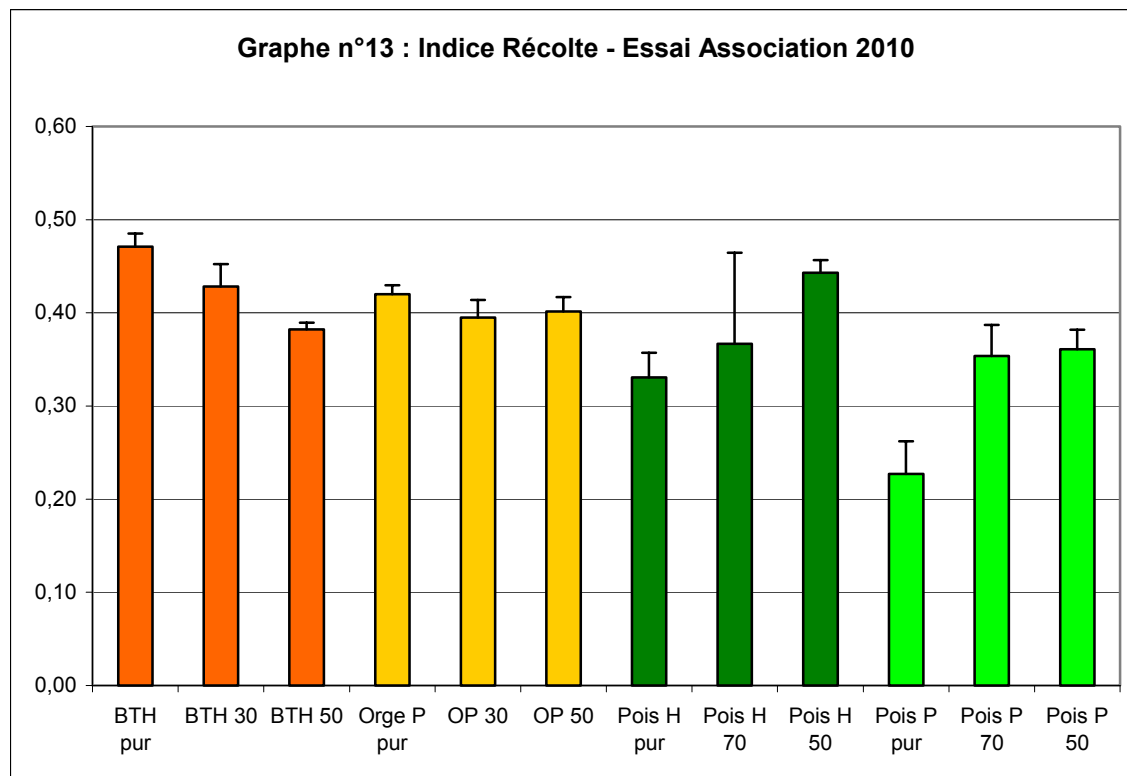
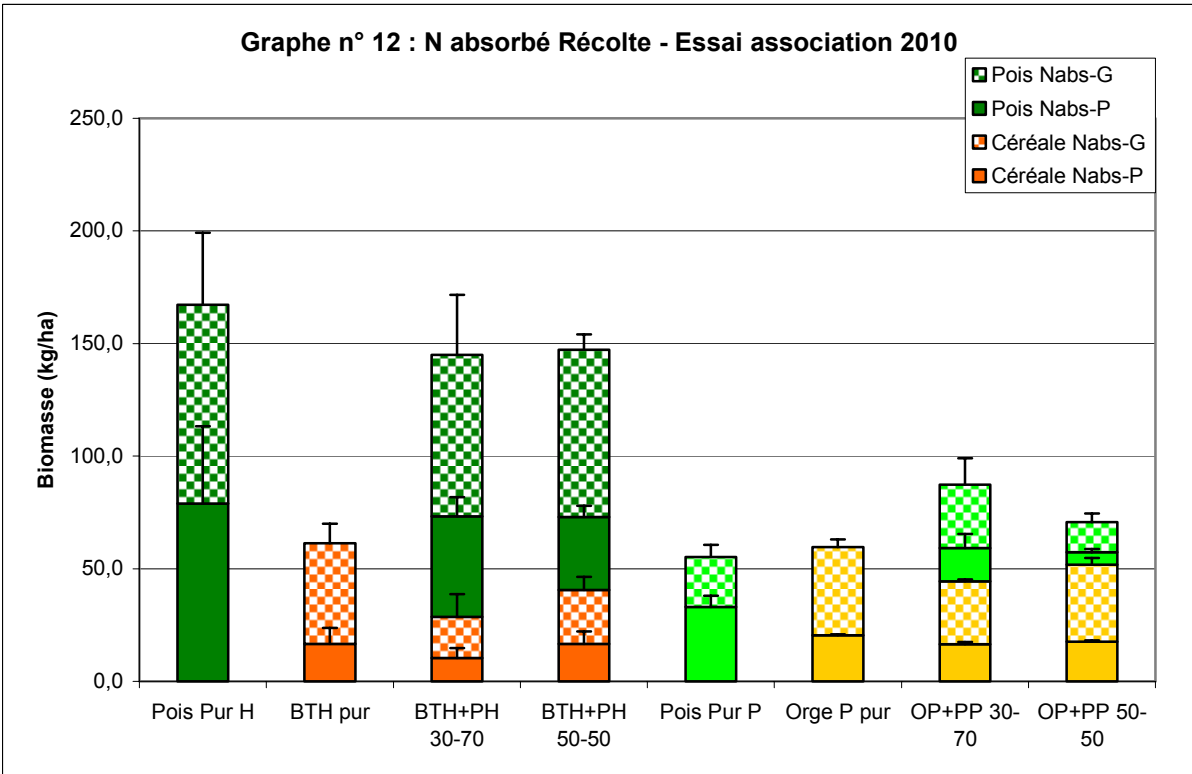
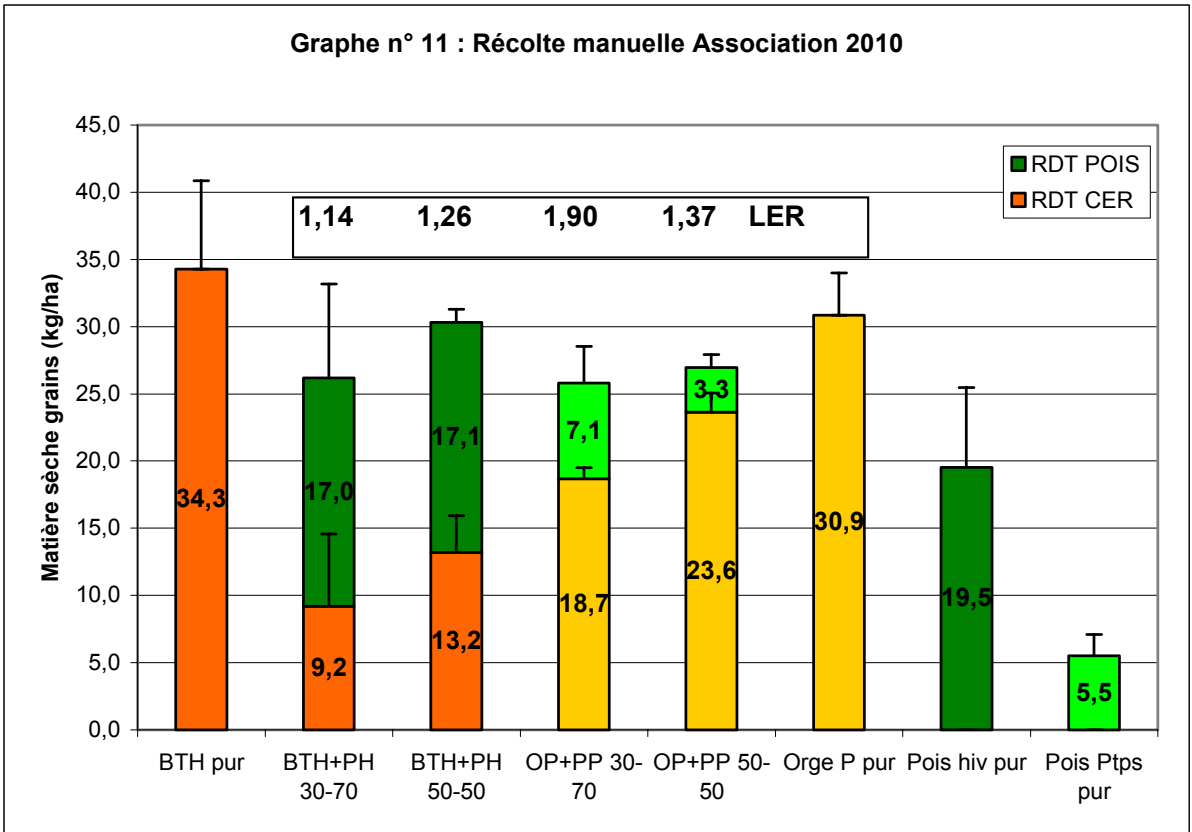


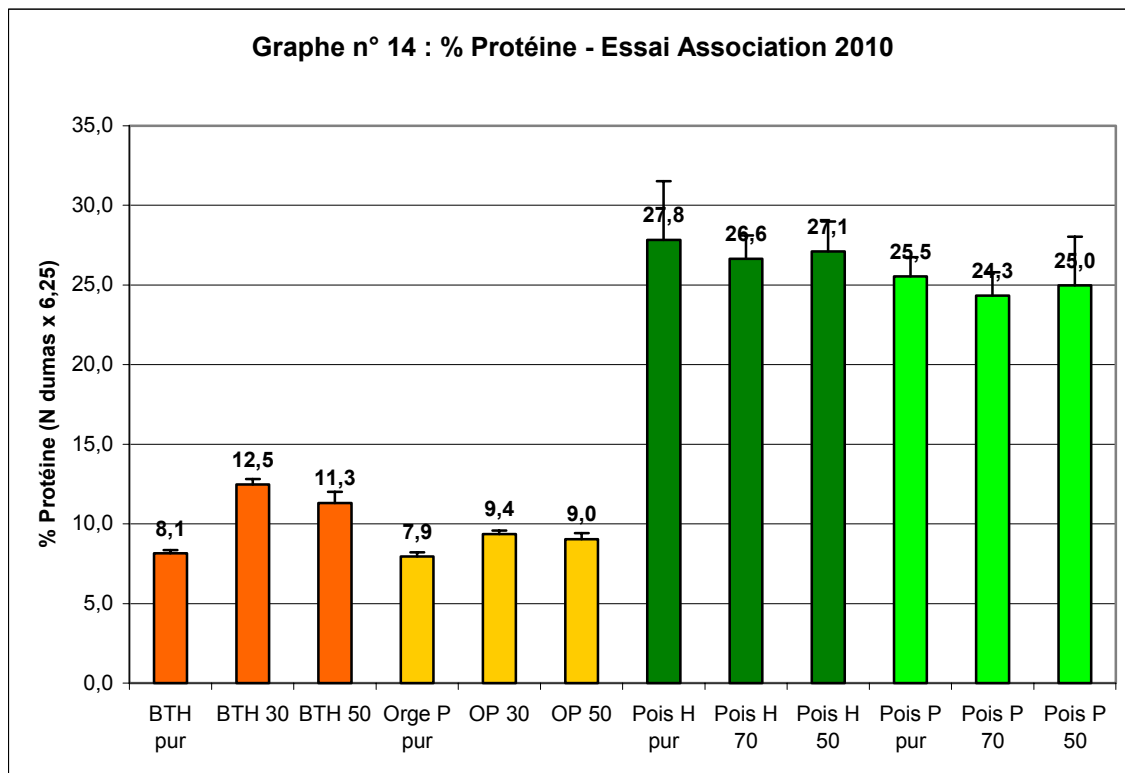
Tableau 4 : biomasse et azote absorbé – stade récolte

Modalités	BM-P (kg/ha)		BM-G (kg/ha)		BM-T (kg/ha)		Nabs-P (kg/ha)		Nabs-G (kg/ha)		Nabs-PA (kg/ha)		% protéine	
	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois	Céréale	Pois
Pois H pur		3971,3		1953,8		5925,1		79,0		88,2		167,2		27,8
BTH pur	3870,0		3428,1		7298,1		16,6		44,7		61,3		8,15	
BTH+PH 30-70	1208,9	2876,0	918,9	1700,9	2127,7	4576,9	10,4	44,7	18,2	71,7	28,6	116,4	12,49	26,7
BTH+PH 50-50	2127,8	2151,2	1712,2		3447,5	3663,4	16,7	32,4	24,0	74,3	40,6	106,6	11,31	27,1
Pois P pur		1854,0		550,2		2404,2		33,0		22,3		55,2		25,5
OP pur	4253,1		3087,0		7340,1		20,5		39,2		59,7		7,94	
OP+PP 30-70	2863,3	1286,2	1867,7	712,6	4731,0	1998,8	16,5	14,9	27,9	28,1	44,4	43,0	9,35	24,3
OP+PP 50-50	3521,5	582,8	2363,7	332,9	5885,2	915,8	17,6	5,6	34,2	13,3	51,8	18,9	9,04	25,0

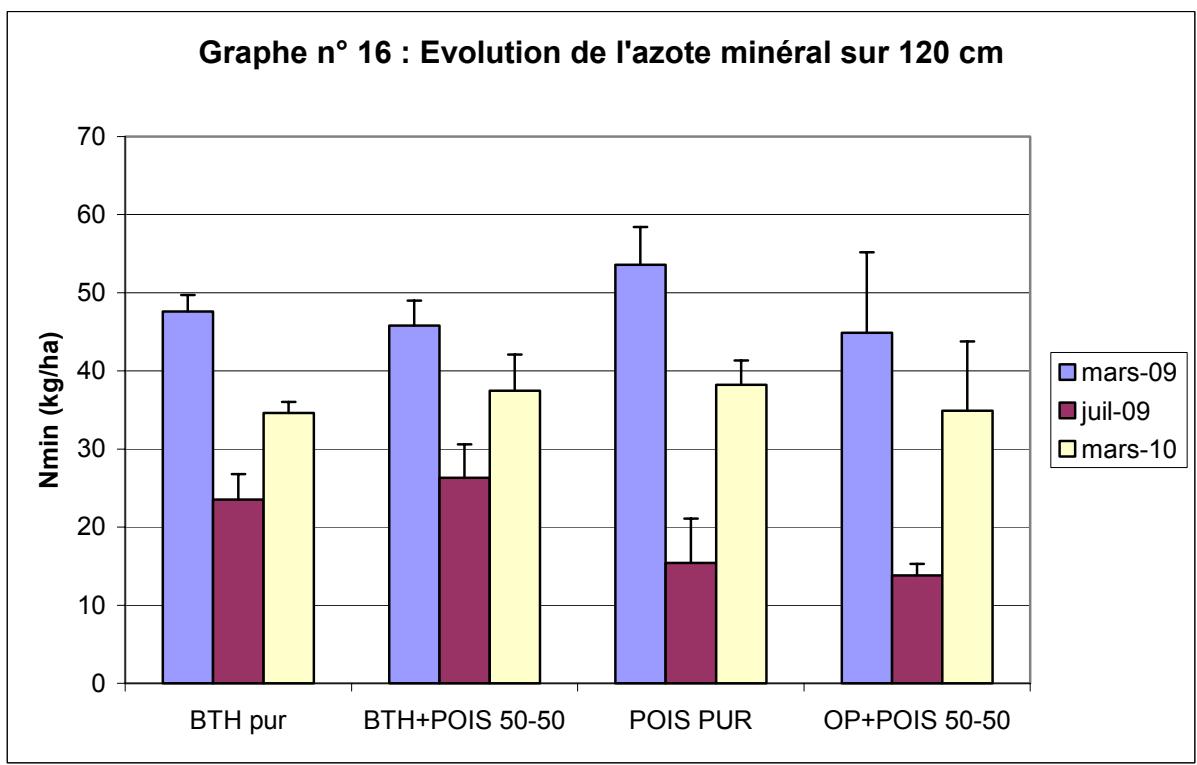
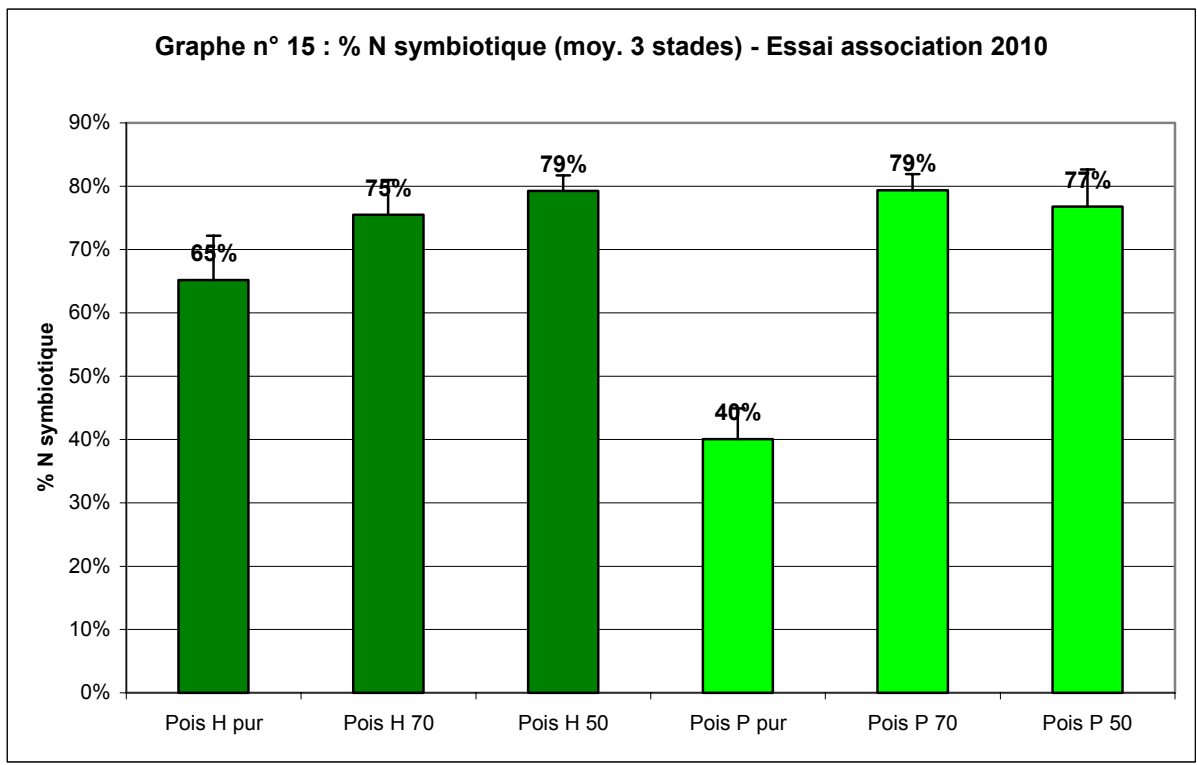


Teneur en protéine

Les teneurs en protéines des différentes cultures sont présentées dans le graphe 14.



Comme pour les années précédentes, on constate que les céréales associées ont fortement augmentées leurs teneurs en protéines par rapport aux cultures pures, cette augmentation des protéines est d'autant plus importante que la proportion de céréales est faible. Par contre la teneur en protéine des pois restent constante quelle que soit la proportion des pois au sein de l'association.



5.4 Taux de fixation symbiotique

Des dosage de l'isotope 15 de l'azote ont été réalisés à 3 stades (floraison blé, maturité pois, et récolte) afin de connaître la part d'absorption d'azote provenant de la fixation symbiotique (graphe n°15), le reste provenant des fournitures du sol.

Pois d'hiver : le pois d'hiver en pur présente une fixation symbiotique à hauteur de 65% du total absorbé (les 35% restant sont prélevés dans le sol). En association cette part issue de la fixation symbiotique augmente pour atteindre 75% avec le pois à 70% et 79% pour le pois semé à 50%.

Pois de printemps : le pois en pure présente un faible taux de fixation symbiotique à 40%, toutefois en association ce taux augmente à nouveau pour atteindre 79 et 77%.

Ainsi les pois en association utilisent beaucoup plus la voie symbiotique pour s'alimenter en azote plutôt que de prélever dans la solution du sol. Pour rappel c'est ce phénomène qui permet au blé d'être mieux alimenté en azote, par la moindre concurrence des pois pour l'azote du sol.

5.5 Suivi azote sol

Lors de l'essai mis en place l'an dernier, les parcelles ont été repérées afin de venir réalisés des prélèvements le printemps suivant pour suivre les arrières effets après les associations. Les résultats sont présentés dans le graphe n° 16. Les arrières effets ont été mesurés en mars 2010 sur un sol nu.

Les résultats tendent à montrer que les arrières effets sont limités pour les associations, ces cultures ressemblent plus à un précédent céréales que protéagineux en terme de reliquats azotés.

6 Conclusions

Encore une fois, la mise en place d'association céréale-protéagineux a donnée entière satisfaction, en effet les avantages des associations sont multiples :

- Les associations permettent une productivité globale (LER) meilleure que les cultures et ce de façon régulière
- Les associations permettent une augmentation de la teneur en protéine de la céréale associée. Cette augmentation est d'autant plus forte que la part de céréale est faible
- Les associations permettent aux cultures de prélever plus d'azote, principalement en forçant le pois à utiliser la voie de fixation symbiotique
- Les associations de part un couvert végétal important semblent mieux maîtriser les adventices que les cultures pures

Toutefois l'effet des associations sur le développement de l'antracnose n'est pas clair, en 2009 les associations ont plutôt favorisées l'antracnose, ce fut l'inverse cette année.

Du point de vue des deux objectifs visés, la constitution d'un mélange équilibré en céréale-pois reste avant tout sujette à une forte variation inter annuelle en terme de proportion des chacune des deux espèces à la récolte. Par contre l'objectif de production de pois en association est atteint avec satisfaction, pour les deux modalités testés avec 70% de pois et 30% de céréales, les rendements obtenus en pois sont peu différents voire supérieur en

association. Cette technique permet donc la production en limitant les risques de part la présence de la céréale associée.

Par mi les limites des associations nous avons celle présentée ci-dessus, qui est la variation importante des proportions des espèces présentes à la récolte, proportions qui vont dépendre de nombreux facteurs dont le type de pois (hiver et printemps), la date de semis, la levée des deux cultures

Une autre limite concerne la culture de pois et le choix entre les types hiver et printemps. Les pois d'hiver donnent entière satisfaction sur une année où la pression anthracnose est faible (comme cette année), mais en cas de forte pression les pois d'hiver sont plus sensibles que ceux de printemps. Les pois de printemps vont quant à eux dépendent de la pression pucerons, si cette dernière est forte ils restent nettement moins que productif que les pois d'hiver, mais tolèrent mieux une année à pression anthracnose.

Du point de vue des différences de précocité des espèces, l'association printanière est celle qui permet d'obtenir la meilleure concordance vis à vis de la maturité physiologique. L'association d'hiver présente un décalage entre la maturité du pois et celle du blé, le choix d'une association avec un pois d'hiver permet de limiter la casse à la récolte car le PMG de ces derniers est plus petit que ceux du pois de printemps.

Enfin en terme de reliquats azotés, les mesures nous montrent que les associations restent plus proche d'une culture de céréale que d'une culture de pois.