

C.R.E.A.B. MIDI-PYRENEES

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN
AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES

**Résultats de la démonstration en bandes :
Mise en place de cultures intermédiaires pièges à nitrates et
association blé/protéagineux en AB
Campagne 2007-2008**



Photo CREAB MP : Association blé + féverole & blé + pois chiche, 14 mai 2008.

Action réalisée avec le soutien financier :



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



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

Résultats de la démonstration Test de Cipan et d'association blé/protéagineux en AB Campagne 2007-2008.

1 Présentation générale de la démonstration

1.1 Objectifs de la démonstration

L'objectif de cette démonstration est d'étudier l'effet :

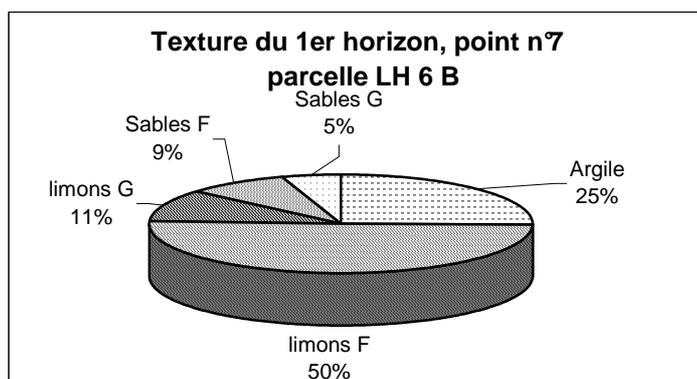
- de cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) dans une interculture courte entre une culture de blé et après un précédent légumineuse (féverole d'hiver)
- d'une associations de céréales et de protéagineux par rapport à un blé semé en pur.

1.2 Dispositif expérimental

L'essai a été mis en place en bandes de 12 m large et de 200 m de longueur. C'est un essai sans répétition. Il a été étudié 5 modalités :

- Blé pur avec interculture de Cipan moutarde précédent féverole : Mout + BTH
- Blé pur avec interculture de Cipan vesce avoine précédent féverole : VA + BTH
- Blé associé féverole précédent féverole : BTH + FEV
- Blé associé pois chiche précédent féverole : BTH + PC. Le pois chiche utilisé est un pois chiche d'hiver fourrager (grain noir de petit calibre).
- Blé pur précédent féverole (témoin) : BTH

Graphes n°1 : texture de la parcelle LH6 B



1.3 Facteurs étudiés

Les facteurs étudiés sont :

- Biomasse et quantité d'azote absorbée par les cipan
- Biomasse et absorption azotée du blé et de la culture associée de chaque modalité
- Composantes du rendement, rendement et teneurs en protéine de chaque modalité.
- Suivi azote minéral du sol

2 Observations en végétation

2.1 *Interventions culturales*

Les interventions réalisées sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : interventions culturales

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	23 juil-07	Déchaumeur à ailette	
Déchaumage	20 août 07	Déchaumeur à ailette	Seulement sur partie CIPAN
Semis	29 août 07	herse rotative + semoir	Moutarde et vesce/avoine
Roulage	30 août 07	Rouleau packer	Pour tasser les mottes (sol sec)
Labour	13 nov-07	Charrue	Toute la parcelle
Semis	23 nov-07	herse rotative + semoir	Blé pur : Renan ; Densité : 400 grains/m ² Asso : Blé + pois chiche 200 gr/m ² + 30 gr/m ² Asso : Blé + féverole 200 gr/m ² + 12 gr/m ²
Désherbage	12 fév-08	Herse étrille	Réglage 3/6 à 6 km/h
Fertilisation	4 avril 08	DP 12 Amazone	9-13-0 à 400 kg/ha
Désherbage	4 avril 08	Herse étrille	Enfouir l'engrais et désherber les adventices
Récolte	22 juil-08	Manuelle	Récolte « tardive » pour développement du pois chiche

En ce qui concerne les CIPAN, le semis a été réalisé à la fin du mois d'août sur un sol sec et bien affiné. Les cultures intermédiaires ont présenté des levées irrégulières et hétérogènes. Les mois de septembre et octobre ont été déficitaires d'un point de vue hydrique (19,8 mm en septembre et 35,6 mm en octobre). Entre le semis et la destruction les deux seules pluies conséquentes reçues sont celles du 17 septembre (9 mm) et du 10 octobre (14,2 mm). Au 21 septembre, les levées sont très hétérogènes (une phase de levée après chacune des deux pluies) avec des zones où les moutardes sont au stade 2 feuilles et des zones de sol nu, c'est identique pour la vesce/avoine avec des levées encore plus déficitaires. La production de biomasse est restée très faible. Les CIPAN ont été détruit par un labour sans broyage préalable. Le reste de la parcelle a été labouré à même temps.

Le semis de chaque modalité a été réalisé le 23 novembre dans des conditions de sol sèches et motteuses. Au 8 janvier les blés sont levés, ils sont au stade 2 feuilles. La féverole lève mais le pois chiche n'a pas encore levé. En cours de végétation les féveroles ont été attaquées par les sitones (attaques précoce par rapport à la parcelle de féverole en pur) et il y a eu une pression anthracnose/botrytis importante. Le pois chiche a eu une faible pression sitone et il n'a pas eu de pression maladie. La récolte a eu lieu le 22 juillet toutefois le pois chiche n'était pas tout à fait sec et certaines gousses étaient encore en formation.

3 Résultats

Remarque : compte tenu des rotations pratiquées (faible présence de culture d'été) et des nombreux été et automne sec, la gestion de certaines adventices commencent à être difficile sur le domaine. C'est le cas pour la moutarde, espèce qui a la particularité de germer n'importe quand dans l'année, et que nous essayons de gérer par les faux semis, qui faute de précipitations restent inefficace.

Cette année les faux semis n'ont eu aucun effet faute de précipitations, aussi le salissement en moutarde et rapistre fut très important sur la parcelle. Il nous a semblé qu'il fallait absolument faire quelque chose cette année pour ne pas atteindre la durabilité de cette parcelle. Aussi la décision fut prise de détruire le blé sur les zones les plus sales afin de réaliser des faux semis au printemps, période à laquelle ces derniers ont plus de chance d'être efficace. Cette destruction fut réalisée sur la partie où se situait le blé témoin sans Cipan et sans association, nous n'avons donc pas de résultats pour cette modalité.

3.1 Biomasse et N absorbée des Cipan

Tableau 2 : biomasse et N absorbée par les CIPAN

Modalités	CIPAN	Biomasse (kg/ha)	% N	N abs Parties aériennes (kg/ha)
Mout + BTH	Moutarde	604	4,66	28,1
VA + BTH	Vesce avoine	74	3,24	2,4

Compte tenu des très faibles précipitations reçues à l'automne le développement des CIPAN fut très fortement limité et très hétérogène. De plus les moutardes ont subies quelques attaques de tenthrède de la rave (fausse chenille noire). A la destruction (prélèvement du 9 novembre) les biomasses produites sont les plus faibles mesurées sur 4 années d'étude. Les prélèvements azotés dans les parties aériennes sont très faibles avec 28 kg d'N/ha pour les moutardes et 2,4 kg d'N/ha pour la vesce-avoine (Cf. annexe n°1).

3.2 Composantes du rendement des cultures

3.2.1 Bandes CIPAN

Qu'il y ait eu CIPAN ou non, les pertes à la levée du blé sont importantes cette année avec en moyenne 45% de perte. Ces pertes s'expliquent à nouveau par les conditions climatiques et de sol motteux. Les levées furent longues et irrégulières, c'est le retour des pluies le 7 décembre qui a permis aux cultures de lever.

Par la suite le tallage fut conséquent avec 1,4 pour les cultures après CIPAN, toutefois il n'a pas permis de compenser les faibles levées et la densité épi reste inférieure aux objectifs avec moins de 300 épis/m².

Contrairement à ce que nous avons pu observer sur les autres essais présents sur le site, la composante de fertilité épi est restée ici à un niveau assez faible avec 30 grains/épi pour les blés après Cipan. Ainsi les densités grains sont faibles, inférieures à 10 000 grains/m² avec de 8655 à 9014 grains/m² pour les blés derrière Cipan.

Par contre les PMG montrent que les blés ont pu correctement réaliser le remplissage des grains avec des valeurs proches de 50 g sur l'ensemble des modalités.

Tableau 3 : composante du rendement

Modalités	Cultures	Plantes/m ²	Epi/m ²	Grains/m ²	Grains/épi	PMG (g)
BTH	Blé	229,8	268,6	6525,0	24,3	51,0
Mout + BTH	Blé	204,4	301,4	9013,7	29,9	49,9
VA + BTH	Blé	204,4	280,0	8655,4	30,9	50,9
BTH + PC	Blé	169,5	280,5	8401,7	30,0	48,0
	Pois chiche	14,3	223,3	256,3	1,1	224,5
BTH + FEV	Blé	139,0	266,7	8672,3	32,5	47,5
	Féverole	8,1	25,7	73,1	2,8	409,6

3.2.2 Bandes Association

Comme pour les Cipan, les conditions de levées n'ont pas été favorables. Pourtant au sein des associations (où les semis sont réalisés à ½ dose par rapport à un semis en pur) les pertes à la levée pour le blé sont faibles avec 15% de perte pour le blé avec féverole et 30% pour le blé avec pois chiche. Les pertes des protéagineux sont de 52% pour le pois chiche et de 33% pour la féverole.

Compte tenu des faibles densités semées le tallage du blé en association est important avec en moyenne 1,8. Ainsi les densités épis dans les associations sont proches de celles de l'essai Cipan alors que les densités semées étaient deux fois moindres.

La composante de fertilité épi est également au même niveau que dans l'essai Cipan voire légèrement au dessus (30 à 32 grains/épi). En ce qui concerne les protéagineux, la densité gousse est de 25,7 gousses/m² pour les féveroles et de 223 gousses/m² pour le pois chiche. Nous ne disposons pas de données de références concernant le pois chiche fourrager, par contre les valeurs de la féverole sont extrêmement faibles, en culture pure sur La Hourre nous observons en moyenne 188 gousses/m². Cette moyenne correspond à une valeur moyenne de 8,1 gousses/plantes. Dans l'association de cette année la densité gousse correspond à une valeur de 3,2 gousses/plante. Ainsi la faiblesse de la composante de densité gousses pour les féveroles s'explique à la fois par un faible peuplement en féverole, mais également du fait d'une faible fructification par plante. Une des hypothèses pour expliquer ce phénomène pourrait être un problème de faible densité des féveroles qui entraîne des perturbations pour les insectes pollinisateurs, car les féveroles se retrouvent « cachées » par les blés.

Remarques : les essais associations sont conduits en partenariat avec l'INRA Toulouse qui travaille pleinement ce sujet. Selon eux, le faible nombre de gousses par plante pourrait s'expliquer par la technique de semis, les protéagineux associés et notamment les féveroles sont perturbées lorsque le semis est réalisé en un seul passage (céréales et pois mélangés, semés sur le même rang). Les résultats semblent être bien meilleurs en réalisant des semis en lignes pour chaque espèces.

Pour les céréales, les densités grains atteignent des valeurs proches de celles mesurées sur l'essai Cipan avec de l'ordre de 8 500 grains/m². Les densités grains pour les protéagineux restent très faibles avec 256,3 grains/m² de pois chiche (seulement 1,1 grain/gousse) et de 73,1 grains/m² de féverole.

Comme précédemment les PMG sont satisfaisants.

3.3 Suivi de l'alimentation azotée

3.3.1 Stade épi 1 cm

Au stade épi 1 cm (prélèvement du 7 avril) les biomasses mesurées sont faibles, notamment pour les blés derrière Cipan qui présentent une biomasse inférieure aux blés associés alors que la densité semée était moitié moindre. Les quantités d'azote prélevées par les blés sont de l'ordre de 31,5 kg/ha derrière Cipan et de 40 kg/ha pour les blés associés.

A ce stade les mesures réalisées sur protéagineux confirme leur faible développement en terme de biomasse, et montre également un niveau de carence en azote important. Cette carence peut s'expliquer par le fait que les pois chiche venaient juste de mettre en place leurs nodosités lors du prélèvement. Cette mise en place des nodosités fut effective, car à la floraison les protéagineux ne sont plus carencés. La carence en azote observée sur féverole peut s'expliquer par les attaques de sitones.

En terme de carence azotée, les blés derrière Cipan sont moins carencés que les blés associés.

Tableau 4 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade épi 1 cm.

Modalités	Cultures	Biomasse (kg/ha)	% N	INN E1	N abs PA (kg/ha)
Mout - BTH	Blé	1128,6	2,84	0,65	32,1
VA - BTH	Blé	1100,0	2,82	0,64	31,0
BTH + PC	Blé	1733,3	2,43	0,57	42,1
	Pois chiche	112,4	2,00	0,47	2,2
BTH + FEV	Blé	1386,7	2,72	0,60	37,7
	Féverole	229,5	3,35	0,75	7,7

3.3.2 Stade Floraison

Tableau 5 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade floraison.

Modalités	Cultures	Biomasse (kg/ha)	% N	INN Floraison	N abs PA (kg/ha)
Mout - BTH	Blé	7005,9	1,34	0,59	93,9
VA - BTH	Blé	6034,8	1,34	0,55	80,9
BTH + PC	Blé	8040,5	1,14	0,50	91,7
	Pois chiche	455,2	2,46	1,08	11,2
BTH + FEV	Blé	7702,0	1,10	0,45	84,7
	Féverole	885,7	2,53	1,02	22,4

A la floraison, les valeurs de biomasse produite sont conformes aux valeurs habituelles. Comme précédemment, les blés derrière Cipan sont moins carencés que les blés associés. Par contre du point de vue des prélèvements azotés, l'ensemble des blés présente des valeurs assez similaires avec de l'ordre de 88 kg d'azote absorbé par hectare. Par contre à ce stade les protéagineux associés ne montrent plus de signe de carences azotés, mais ceci et à mettre en lien avec les faibles biomasses produites.

3.3.3 Stade Récolte

Tableau 6 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade récolte.

Modalités	Cultures	Biomasse Paille (kg/ha)	Biomasse grain (kg/ha)	N abs paille (kg/ha)	N abs grain (kg/ha)	N abs total PA (kg/ha)
Mout - BTH	Blé	5781,8	4217,1	23,1	79,7	102,8
VA - BTH	Blé	5083,2	4139,0	19,3	78,6	97,9
BTH + PC	Blé	5365,5	3751,9	18,2	73,9	92,1
	Pois chiche	633,9	669,0	5,8	23,9	29,7
BTH + FEV	Blé	5350,8	3882,4	25,7	76,9	102,6
	Féverole	332,0	284,8	3,6	12,9	16,5

A la récolte, les blés ont prélevé de l'ordre de 100 kg d'azote/ha, seul le blé associé au pois chiche décroche légèrement. Si on regarde les période de prélèvements des blés, on constate pour cette modalité un défaut au niveau de l'absorption d'azote post floraison (Cf. graphe n°2).

Les protéagineux ont fixés peu d'azote, mais avec des prélèvements différenciés dans le temps. La féverole prélève plus de 60% de son azote entre le stade épi 1 cm du blé et sa floraison, alors que sur cette même période le pois chiche n'a absorbé que 30% de la totalité. Après la floraison la féverole ne semble plus prélevée d'azote alors que le pois chiche à prélevé plus de 60% du total.

3.4 **Rendement et teneur en protéines (Cf. graphes n°3 et 4)**

Tableau 7 : Rendement et teneur en protéines.

Modalités	Cultures	Rendement Placette à 15% (q/ha)	% protéines via %N dumas
Mout + BTH	Blé	45,0	10,8
VA + BTH	Blé	44,1	10,8
BTH + PC	Blé	40,3	11,2
	Pois chiche	5,8	22,3
BTH + FEV	Blé	41,2	11,3
	Féverole	3,0	28,3

A la récolte, les rendements du blé sont satisfaisants sur l'ensemble des modalités, avec de faibles différences entre les blés purs derrière Cipan et les blés associés. La faible différence de rendement entre ces deux techniques vient du fait que les protéagineux se sont très peu développés et que le blé à pris le dessus en végétation. Les teneurs en protéines sont un peu faibles, mais il s'agit avant tout d'un effet lié à l'année. Les résultats de cette démonstration vont dans le même sens que les études déjà réalisé c'est-à-dire que les blés associés à des protéagineux présentent systématiquement des teneurs en protéines supérieures aux blés purs pour une fertilisation organique identique.

3.5 Suivi de l'azote du sol

Les conditions climatiques sèches de l'automne ont décalés les prélèvements de sol au semis qui furent réalisés le 11 décembre, date à laquelle le stade levée n'était pas atteint.

Les valeurs des reliquats azotés après un précédent féverole d'hiver vont de 60 kg d'N/ha (sur 120 cm de profondeur) à 85 kg d'N/ha au mois de novembre. Après Cipan on observe des quantités d'azote minérale dans le sol supérieures à celle en absence de Cipan. Ceci peut s'expliquer par le fait que :

- pour les moutardes : le fort reliquat provient du décalage entre la destruction des moutardes et la date de prélèvement. Suite au retour des conditions pluvieuses il y a probablement eu un pic de minéralisation
- pour la vesce avoine : le fort reliquat est difficilement explicable compte tenu des faibles quantités d'azote prélevés. Toutefois une des explications pourrait provenir des fortes rhyzodépositions (exsudats racinaire et minéralisation des cellules et racines sénescents) du mélange vesce-avoine

Au stade épi 1 cm, les quantités d'azote restantes sont de l'ordre de 49 à 83% de l'azote présent à l'automne. Cette différence est de l'ordre de 10 à 40 kg d'azote soit en moyenne ce que les blés ont prélevé sur cette période, ce qui tendrait à dire qu'il n'y a pas eu de lessivage hivernal.

A la récolte les reliquats sont inférieurs à 30 kg d'N/ha, ce qui tend à montrer que les blés ont prélevés la totalité de l'azote disponible.

4 Conclusion

L'efficacité des cultures intermédiaires pièges à nitrates va dépendre avant tout de leur croissance et donc de leur fixation d'azote. Pour une année à forte contrainte hydrique, les CIPAN ne parviennent pas à se développer suffisamment car leur durée de végétation est courte (2 mois en moyenne). Toutefois la non réussite des Cipan ne va pas forcément pénaliser les résultats du blé tendre qui suit, notamment lorsque l'hiver reste sec.

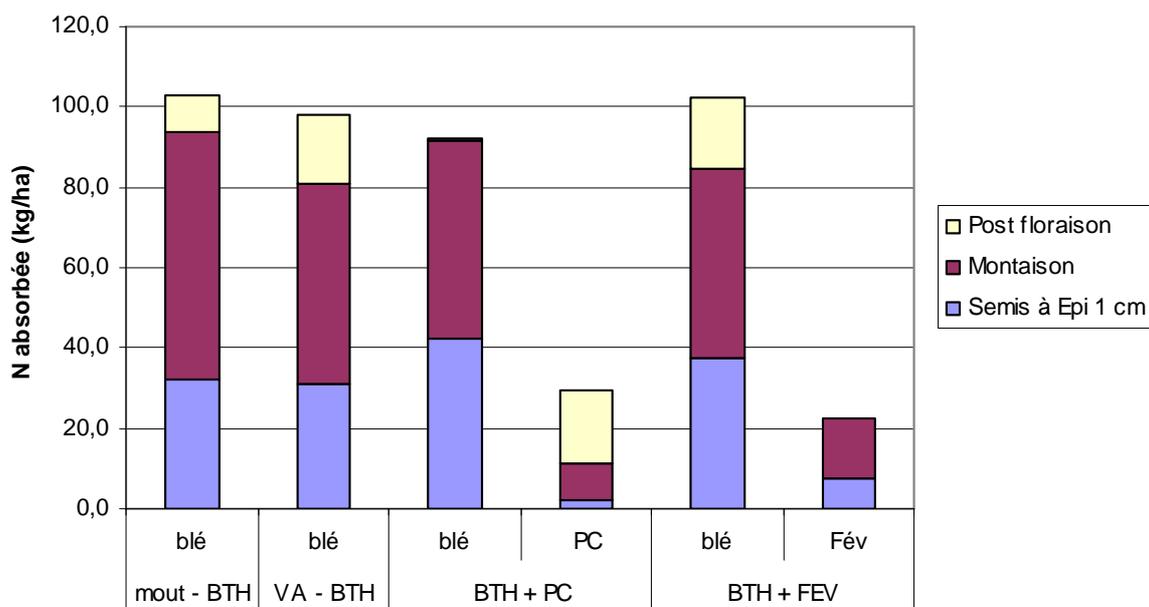
En ce qui concerne la technique des associations de culture. Les résultats obtenus cette année montrent qu'il reste du travail à faire en terme d'itinéraire technique de semis (proportion de chacune des espèces) et de choix des espèces à associer. Par contre les résultats confirment l'effet favorable de l'association pour augmenter la teneur en protéine des blés.

- Choix des espèces : le pois chiche fourrager d'hiver ne semble pas adapter à une association avec le blé tendre. Cette culture est fortement concurrencée par le blé du point de vue de sa petite taille, et son cycle reste fortement décalé par rapport à celui du blé. A la récolte (18 juillet) seule les gousses les plus basses présentaient des grains bien formés, dans les autres gousses les grains étaient encore en formation.
- La féverole présente un cycle moins décalé que le pois chiche. Toutefois les densités de semis doivent être précisées. En effet suite aux essais réalisés par l'INRA Toulouse nous savons que la féverole peut rapidement concurrencer le blé en cas de densité élevée. Aussi nous avons volontairement semée la féverole très claire (12 grains/m²). Il semble que cette densité soit un peu faible, les féveroles ont cette année étaient concurrencées par les blés, elles ont mal levées et ont très mal exprimées leur potentiel de nombre de gousse. De

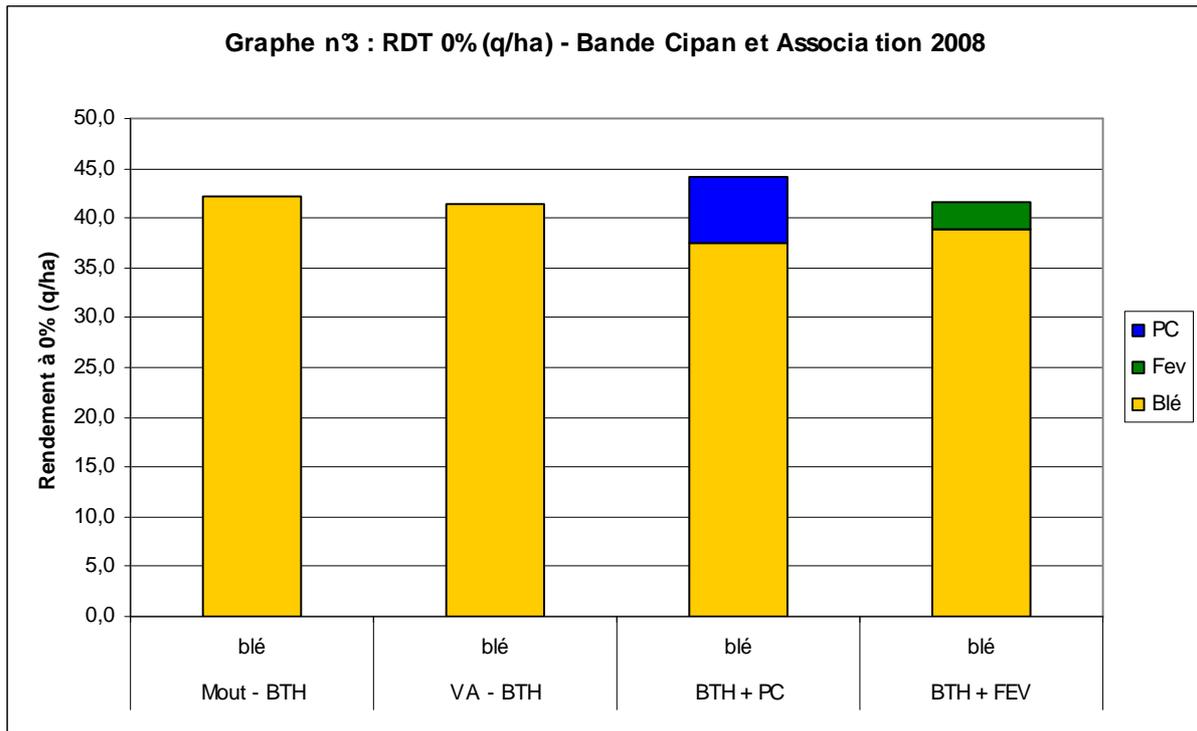
plus l'itinéraire technique de semis devrait être testé avec des semis en ligne séparé pour chaque espèce.

Malgré ces résultats mitigés, les Cipan reste une technique intéressante pour limiter les pertes d'azote. Leur efficacité dépendra de leur croissance (absorption de l'azote du sol) et des risques de lessivage hivernal. De plus il nous semble que visuellement, les parcelles restent plus propres en terme de salissement par les adventices après Cipan en comparaison avec des zones sans Cipan. Les associations ont quant à elles confirmées leur effet positif pour augmenter la teneur en protéine des blés. Pour une année où les protéagineux se sont faiblement exprimés dans l'association, on constate que le blé à compenser ce manque car rapidement il présente des composantes du rendement et un rendement équivalent aussi en association qu'après Cipan.

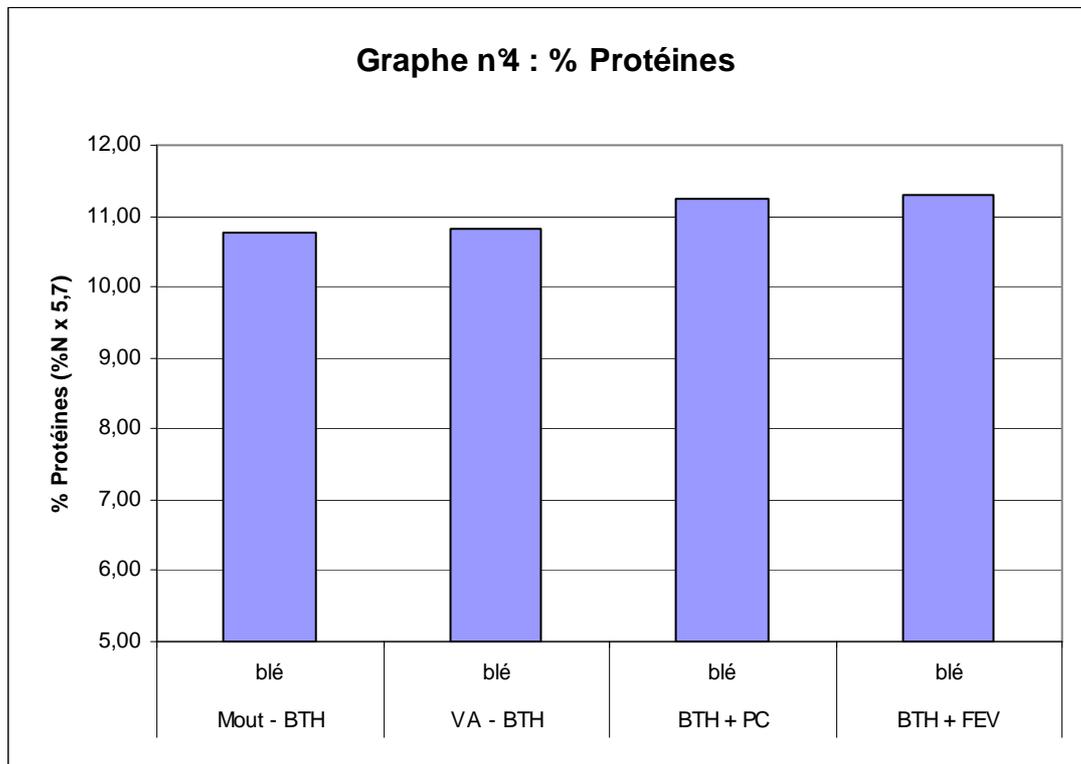
Graphe n°2 : Quantités d'azote absorbée par culture



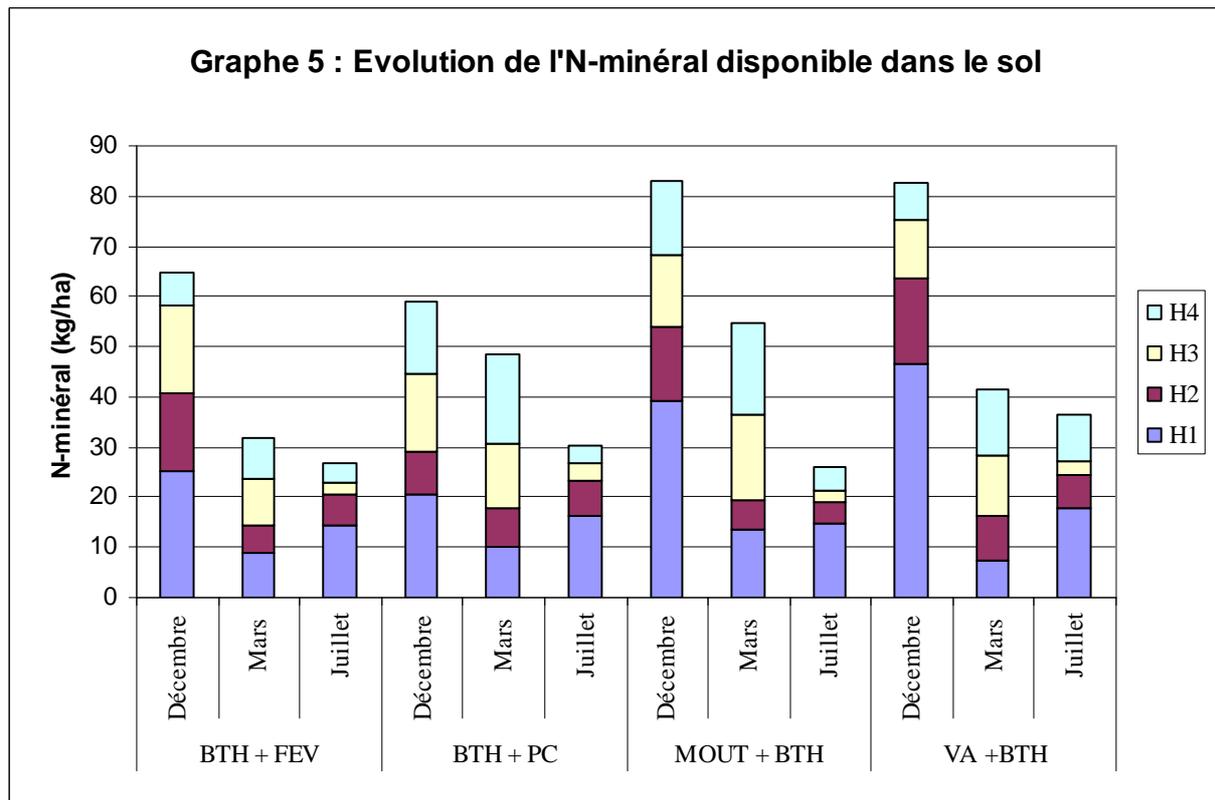
Graphe n°3 : RDT 0% (q/ha) - Bande Cipan et Association 2008



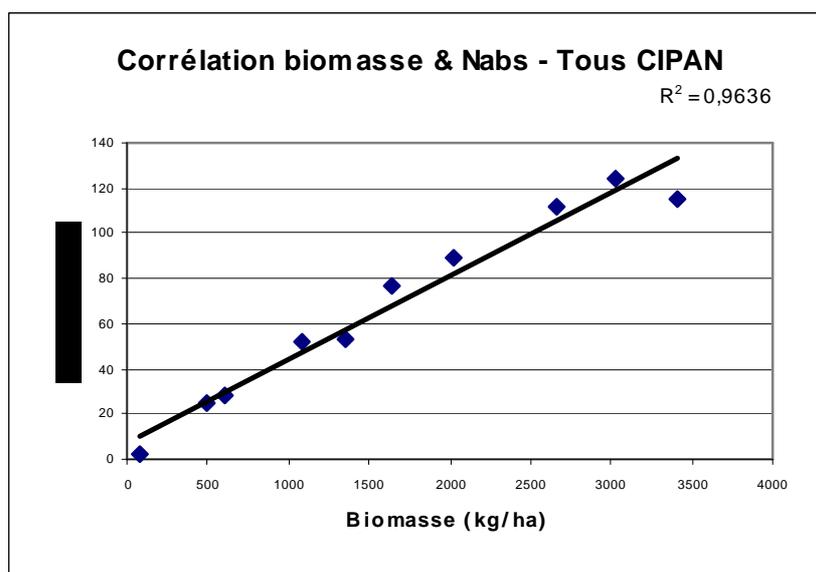
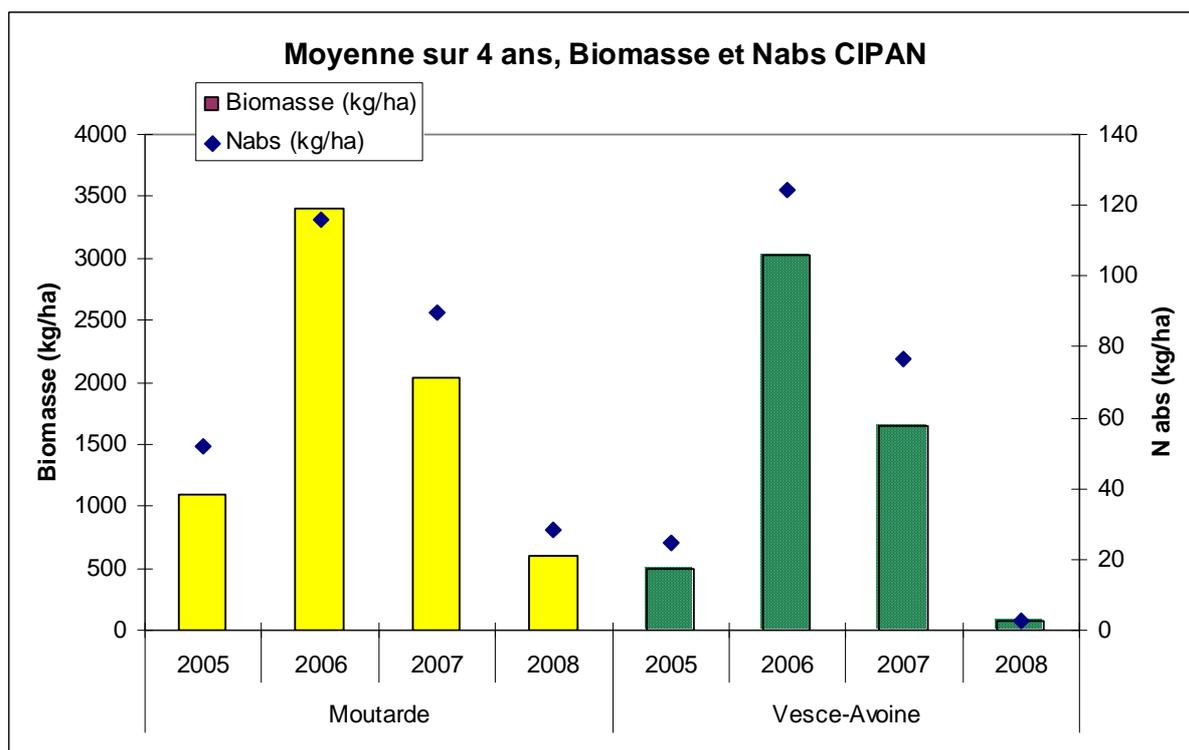
Graphe n°4 : % Protéines



Graphe 5 : Evolution de l'N-minéral disponible dans le sol



Annexe I : Résultats CIPAN pluri annuels



CIPAN	Année	Biomasse (kg/ha)	Nabs (kg/ha)	P (mm) semis+15j	P (mm) semis+30j	P (mm) semis+45j
Moutarde	2005	1091,3	51,7	5,8	34,2	35,2
	2006	3402,8	115,7	42,8	65,2	78,4
	2007	2030,5	89,6	46,0	103,6	120,4
	2008	604,0	28,1	37,8	41,4	62,8
Vesce-Avoine	2005	490,0	24,9	5,8	34,2	35,2
	2006	3021,2	124,5	42,8	65,2	78,4
	2007	1642,8	76,7	46,0	103,6	120,4
	2008	74,0	2,4	37,8	41,4	62,8