

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

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

Essai Test de fertilisants organiques sur blé tendre biologique Campagne 2013 – 2014



C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées

LEGTA Auch-Beaulieu
32020 AUCH Cedex 09

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

Le CREAB MP est membre du



:

Novembre 2014

Action réalisée avec le concours financier de :



FranceAgriMer

Résultats de l'essai : Test de fertilisants organiques Campagne 2013-14



1 Présentation de l'essai

1.1 *Objectif de l'essai*

L'objectif de cet essai est de tester cinq fertilisants organiques (Fientes de volailles ; Protéines Animales transformée (PAT) ; farines de plumes hydrolysées + sang ; mélange composé de fiente de volaille et de PAT ; farine de Crins). Ces cinq fertilisants seront testés à une même dose d'azote par hectare, en un apport unique. Pour le fertilisant composé de fientes + PAT, il y aura deux modalités avec deux dates d'apport différentes afin d'apporter des informations sur la vitesse de mise à disposition de l'azote.

Les résultats devront permettre de comprendre l'effet du fertilisant (produit et date d'apport) sur les composantes du rendement, le rendement et la teneur en protéine des blés. L'essai permettra également de calculer le coefficient apparent d'utilisation (CAU) de chacun des cinq engrais selon les itinéraires techniques d'apports, enfin cette étude sera complétée par une approche économique.

1.2 *Situation de l'essai*

L'essai est implanté sur la parcelle LH7 de la ferme expérimentale de La Hourre (Gers-32, Auch).

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

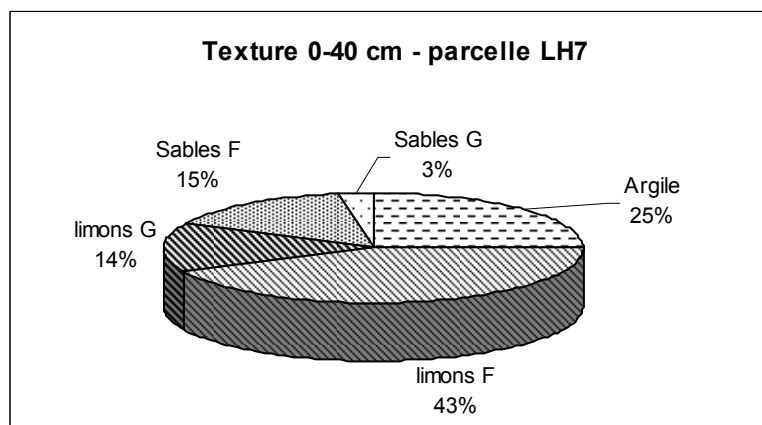
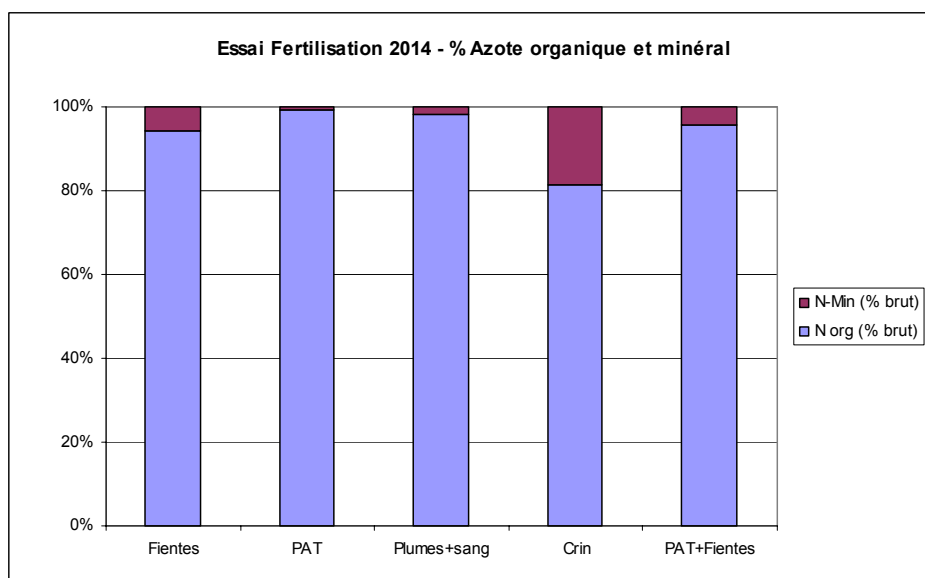
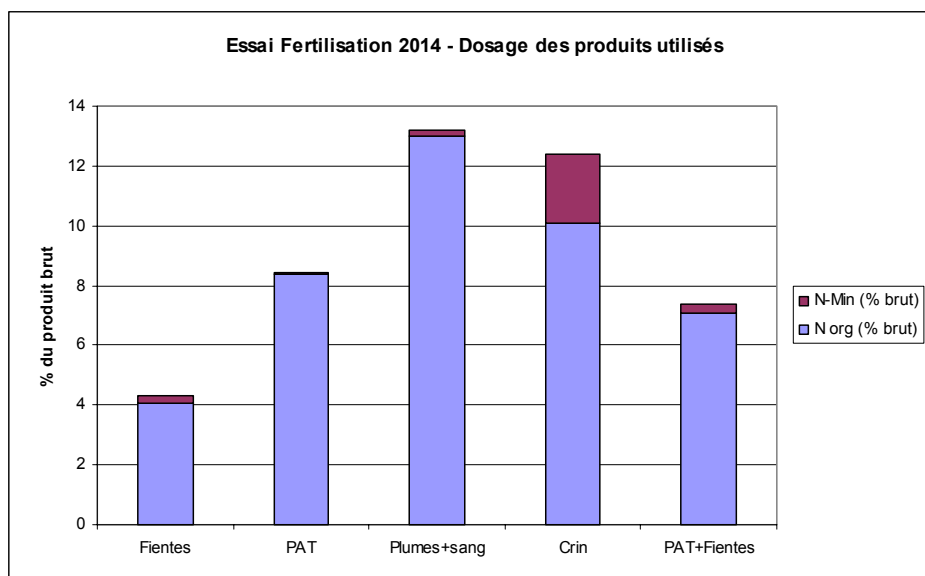


Tableau 2 : Résultat de l'analyse des fertilisants

Produit	Fientes	PAT	Plumes+sang	Crin	PAT+Fientes
Code	N1	N2	N3	N5	N4 et N6
MO (% brut)	64,61	61,24	82,36	60,88	65,03
MS (% brut)	84,6	93,8	86,7	94,9	88,4
pH	7,7	3,6	6	5,6	6,6
C/N	7,5	6,5	3,1	2,5	4,4
MO (% sec)	76,4	65,3	95	64,2	73,6
N org (% brut)	4,07	8,36	12,98	10,08	7,06
N-NO3 (% brut)	0	0	0	0,018	0,027
N-NH4 (% brut)	0,25	0,05	0,24	2,29	0,29
N-Min (% brut)	0,25	0,05	0,24	2,308	0,317
N tot (% brut)	4,33	8,41	13,22	12,39	7,38
% N-Min	5,8%	0,6%	1,8%	18,6%	4,3%
P2O5 (% brut)	3,34	12,48	0,71	2,21	4,02
K2O (% brut)	2,5	0,54	0,41	1,52	2,32
MgO (% brut)	0,94	0,38	0,06	0,4	0,72
CaO (% brut)	5,99	16,66	0,65	4,18	8,33

Graphes n°1 : Teneur en azote des produits fertilisants



1.3 Modalités étudiées

L'essai est mis en place en blocs de Fischer à 5 répétitions. Les modalités étudiées sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Modalités étudiées

Modalités	Code	Fertilisants	Etiquette	Dosé	Période d'apport	
			N-P-K	N-P-K	Tallage	Epi 1 cm
N0	N0	Aucun	-	-	-	-
N1	FIE	Fientes volailles	4,5-3-2,5	4,3-3,3-2,5	100 kg	
N2	PAT	PAT	8-12-0	8,4-12,5-0,5	100 kg	-
N3	PLU+S	Plume+sang	14-0-0	13,2-0,7-0,4	-	100 kg
N4	PAT+F1	PAT+Fientes	7-4-2	7,4-4-2,3	100 kg	-
N4	Crins	Crins	10-0-0	12,4-2,2-1,5	-	100 kg
N6	PAT+F2	PAT+Fientes	7-4-2	7,4-4-2,3	-	100 kg

1.4 Précisions sur les fertilisants :

Les cinq fertilisants testés ont été envoyés au laboratoire du SAS pour connaître leur valeur fertilisante. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 et sur les graphes n°1 ci-contre. On constate qu'il existe des différences entre la teneur en éléments indiquée sur l'étiquette et la teneur analysée (cf. tableau 1) :

Fientes : ce fertilisant à base de fientes de volailles compostées présente le C/N le plus élevé (7,7), ainsi que la teneur en azote la plus faible. Sa proportion d'azote minérale (directement assimilable par les cultures) est de 5,8%. La quantité totale d'azote apportée sur les parcelles est de 96,2 kg/ha car il titre un petit peu moins que prévu (4,33 % analysé pour 4,5 % prévu).

PAT : ce fertilisant présente une teneur en azote analysée légèrement supérieure à celle prévue (8,41 % analysé pour 8% prévu), son C/N est également un des plus élevés des engrais testés (6,5). Sa teneur en azote minéral est la plus faible de tous les fertilisants avec seulement 0,6%. La quantité totale d'azote apportée sur les parcelles est de 101,5 kg/ha.

Plumes + sang : ce fertilisant présente une teneur en azote analysée moindre que celle prévue (13,22% pour 14% sur l'étiquette). Son C/N est faible (3,1) et sa proportion en azote minérale l'est également avec 1,8%. Ce produit reste celui présentant la teneur en azote la plus élevée. La quantité totale apportée est de 94,4 kg d'N/ha.

Mélange PAT+fientes : ce fertilisant présente une teneur en azote supérieure à celle prévue (7,4% analysé pour 7% prévue), son C/N est de 4,4 et sa teneur en azote minérale est de 4,3%. La quantité totale apportée sur les parcelles s'élève à 105,4 kg d'N/ha.

Crins : Ce nouveau produit présente une teneur en azote mesurée supérieure (12,4%) à celle prévue (10%), avec une teneur en azote minérale élevée (18,6%) et un C/N bas (2,5). La quantité totale apportée sur les parcelles s'élève à 123,9 kg d'N/ha.

1.5 Conduite de la culture.

La parcelle était prévue en culture de soja l'année précédente, toutefois les conditions climatiques très pluvieuses n'ont pas permis de semer cette culture à temps. Un couvert végétal fut semé, mais le temps chaud et sec de juillet lui fut fatal. Ainsi on peut considérer que le précédent est une jachère spontanée. La variété utilisée est la variété Renan. Les différentes interventions culturales sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : itinéraire technique réalisé

Date	Intervention	Outils	Remarques
2 juil-13	Reprise	Déchaumeur à ailettes	
2 juil-13	Reprise	Herse étrille	
3 juil-13	Semis	Delimbe	Mélange à 10 kg/ha : trèfle blanc et violet, minette et lotier
3 juil-13	Roulage	Rouleau	
14 oct-13	Labour	Charrue	Couvert non développé, profondeur 30 cm
4 déc-13	Reprise	Herse rotative	Sur sol gelé
9 déc-13	Semis	Semoir pour essai	Variété Renan à 350 grains/m ²
26 fév-14	Fertilisation	Manuel	Modalités N1, N2 et N4
18 mars-14	Désherbage	Houe rotative	
21 mars-14	Désherbage	Herse étrille	
27 mars-14	Fertilisation	Manuel	Modalités N3, N5 et N6
17 juil-14	Moisson	Moissonneuse pour essai	

2 Résultats en végétation

2.1 Climatologie – Difficultés Rencontrées

Cf. année climatique en annexe 1.

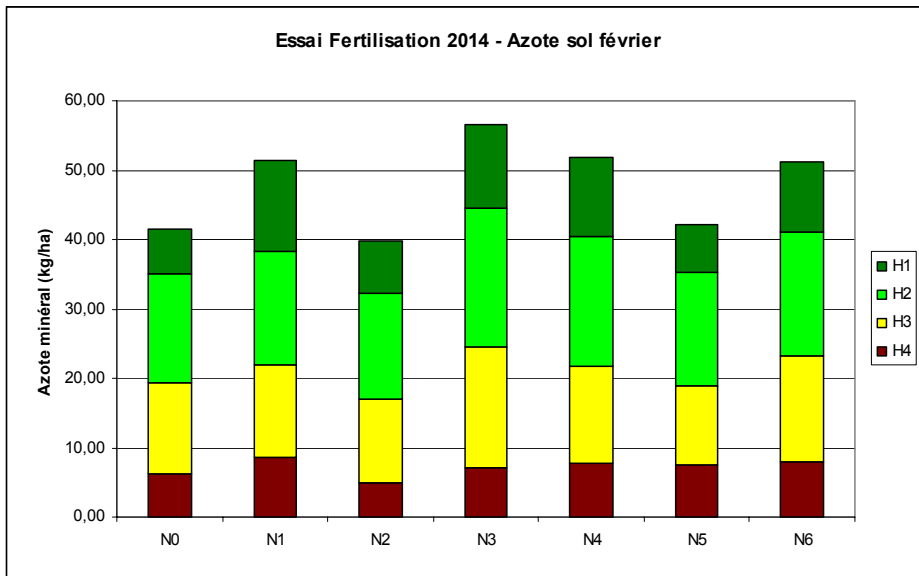
Les forts cumuls de précipitations du mois de novembre, ont engendré un décalage de semis à début décembre. Les précipitations très abondantes de janvier et des mois suivants ont engendrés un ennoiment des sols ainsi qu'un lessivage des nitrates. Les pluies sont restées supérieures à la moyenne jusqu'à la récolte après un petit sursis en juin. Sur une zone de suivi à long terme de l'exploitation, située sur la même parcelle, nous avons mesurés : 103 kg d'N/ha sur 120 cm de profondeur le 17 décembre et seulement 28 kg d'N/ha le 26 mars au même endroit et sur la même profondeur, ce qui montre l'ampleur des pertes par lixiviation.

2.2 Développement des cultures

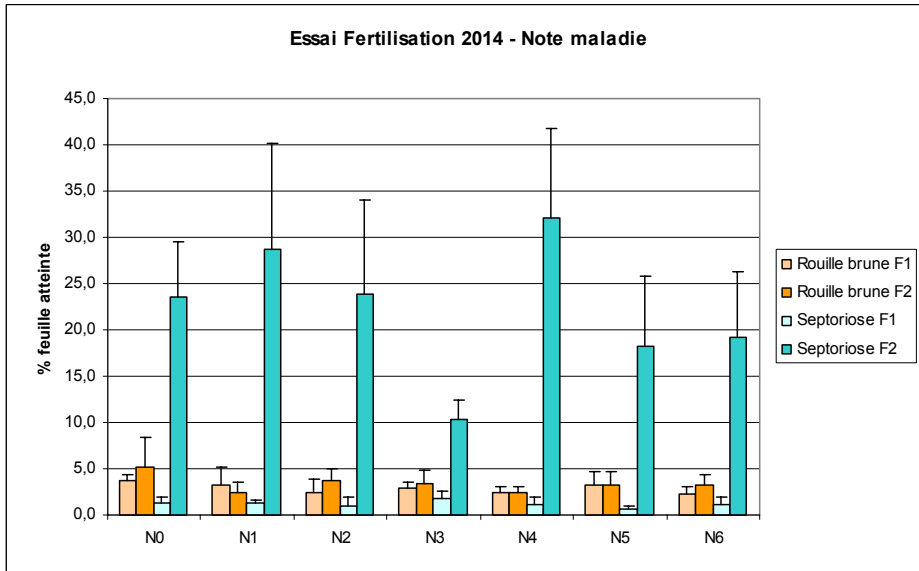
Le semis eu lieu le 9 décembre, après réalisation de reprise sur sol gelé. La levée était atteinte le 3 janvier. Les conditions climatiques très pluvieuses ont perturbé les interventions de désherbage. Les sols étant tassés de part les pluies et l'absence de gel, nous avons réalisé dans un premier temps un passage de houe rotative suivi par un passage de herse étrille. Ces interventions furent efficaces sauf sur les adventices déjà développées : moutarde, coquelicot et anthémis cotule.

La date de semis tardive et les conditions plutôt fraîches du printemps ont entraîné un décalage des stades du blé. Le stade épi 1 cm est observé le 9 avril, celui de l'épiaison est apparu tardivement le 24 mai et la floraison le 2 juin.

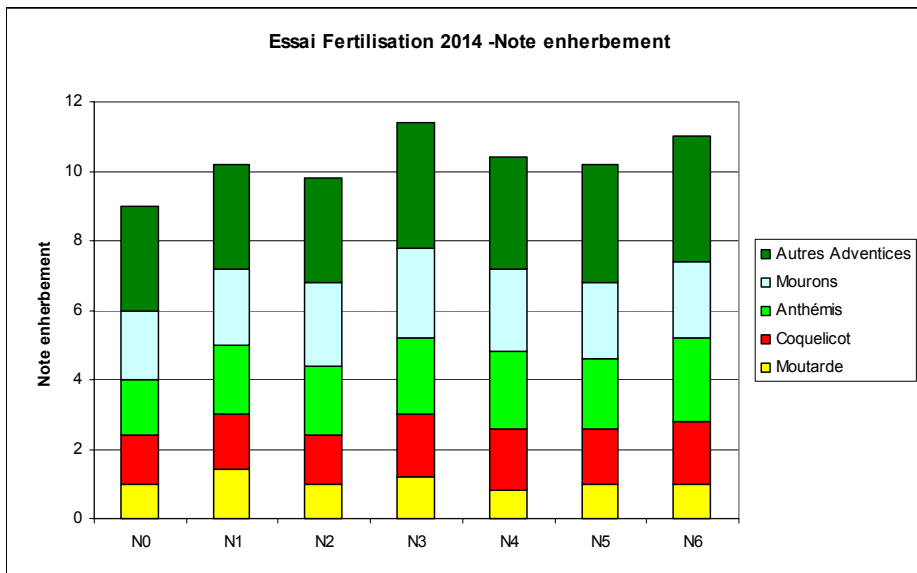
Graphe n°2 : Quantité d'azote minéral dans le sol, 21 février 2014



Graphe n°3 : Note maladie



Graphe n°4 : Note enherbement



Note	Adventices/m ²
0	Aucune
1	1 à 5
2	6 à 20
3	21 à 50
4	51 à 100
5	> 100

2.3 Suivi azote du sol avant apport d'engrais

Des prélèvements de sol furent réalisés le 21 février sur toutes les modalités et avant tout apport de fertilisant. Les résultats sont présentés dans le graphe n°2 ci-contre. Les valeurs sur 120 cm vont de 34 (modalités N0 et N5) à 49 (N3) kg d'N/ha, ce qui est assez faible à cette période de l'année. De plus on constate que les horizons H2 (30-60 cm) et H3 (60-90 cm) sont les plus riches en azote minéral, plus riche que le 1^{er} horizon (0-30 cm) ce qui montre bien le lessivage de l'azote.

2.4 Bio-agresseurs

Les ravageurs furent très discrets cette année, on a toutefois observé la présence de pucerons sur épis en fin de cycle.

Au niveau des maladies, Renan a présenté quelques traces de rouille jaune en début de cycle (mi-mars à mi-avril) mais ensuite cette maladie s'est arrêtée. La rouille brune est restée très discrète (Cf. graphe n°3), seule la septoriose a été un peu plus présente mais la dernière feuille est restée saine.

On observe une très faible différence de pression adventice entre modalités (cf. graphe n°4). La modalité non fertilisée présente un peu moins d'adventices que les autres, et la modalité fertilisée avec les plumes+sang (N3) un peu plus.

2.5 Hauteur des blés

Les blés sont plutôt courts cette année, sans grandes différences entre modalités (cf. graphe n°5 ci-dessous). Renan mesure entre 70 et 100 cm les autres années. Le test de comparaison de moyenne fait apparaître deux groupes homogènes : les blés fertilisés sont dans le 1^{er} groupe avec une moyenne de 67 cm, le témoin non fertilisé dans un autre groupe avec une moyenne de 58 cm.

Graphe n°5 : Hauteur des blés

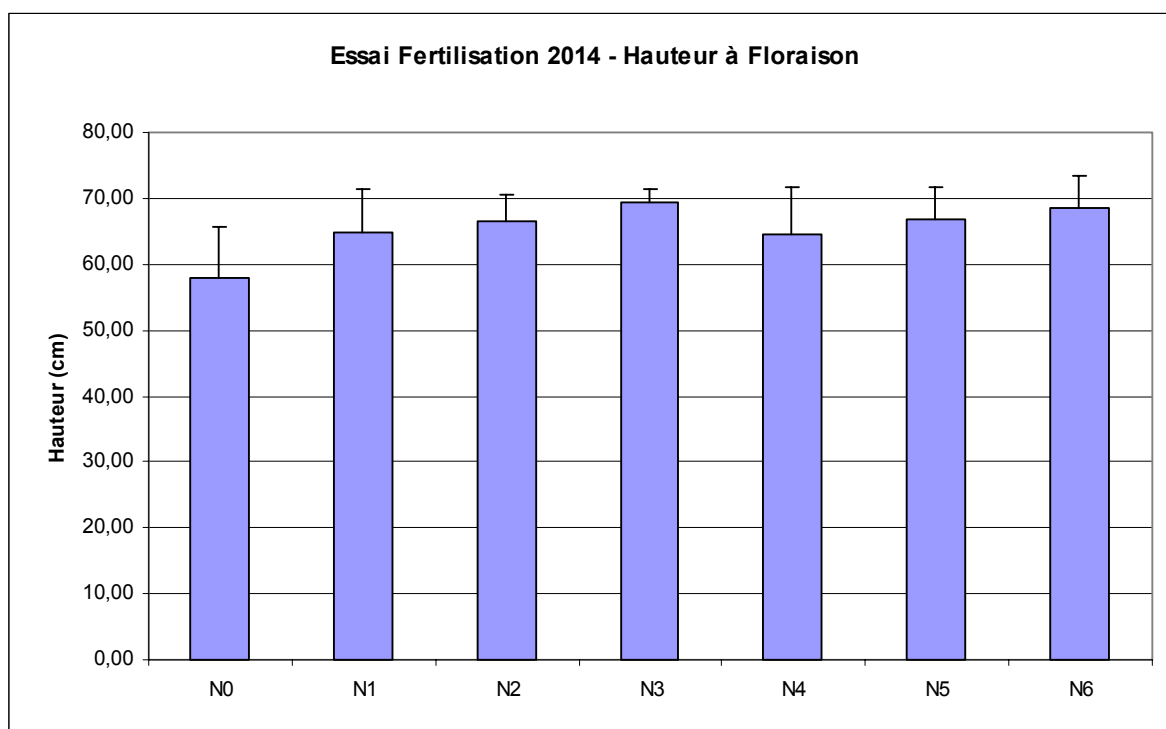


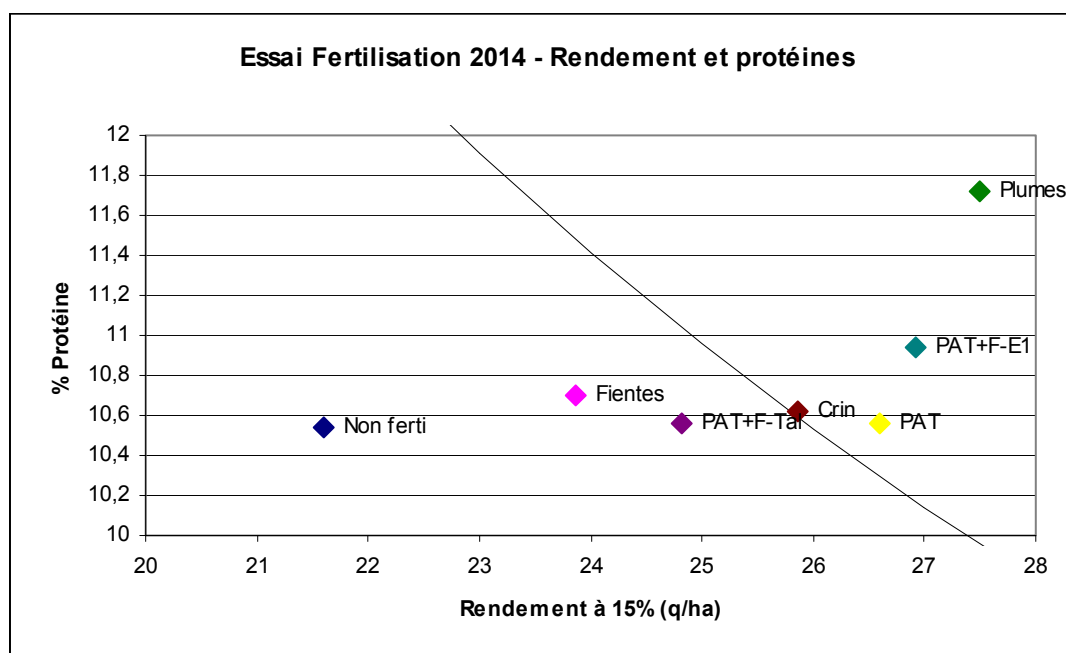
Tableau 4 : Composantes du rendement

Modalités	Plantes/m ²	Tallage	Epi/m ²	Grains/épi	Grains/m ²	PMG (g)
N0	241,0	0,82	198,0	25,9	5019,5	42,8
N1 FIE	228,3	0,81	185,0	30,5	5428,9	44,0
N2 PAT	231,0	0,85	193,0	31,2	5992,2	44,4
N3 PLU+S	239,7	0,80	191,7	32,3	6145,5	44,6
N4 PAT+F1	232,7	0,78	181,0	32,1	5655,8	43,9
N5 Crins	234,3	0,83	195,0	29,9	5804,2	44,4
N6 PAT+F2	225,0	0,89	196,7	30,1	5948,6	45,2
Moyenne	233,1	0,82	191,5	30,3	5713,5	44,2

Tableau 5 : Rendement, Poids spécifique et teneur en protéine

Modalités	Rendement à 15% (q/ha)	Poids spécifique (kg/hl)	% Protéine
N0	21,6	72,9	10,5 [C]
N1 FIE	23,9	73,8	10,7 [C]
N2 PAT	26,6	73,1	10,6 [C]
N3 PLU+S	27,5	73,6	11,7 [A]
N4 PAT+F1	24,8	73,1	10,6 [C]
N5 Crins	25,9	73,4	10,6 [C]
N6 PAT+F2	26,9	73,9	10,9 [B]
Moyenne	25,3	73,4	10,8

Graphe n° 6 Rendement et protéine



2.6 Composantes du rendement (Cf. tableau 4)

Le nombre de plantes levée (comptage du 3 février) ne présente pas de différence significative entre modalités, la levée moyenne est de 233,1 plantes/m² ce qui correspond à une perte moyenne de 33,4%. Ce taux de perte assez élevé est à mettre en relation avec le mois de janvier très pluvieux ayant entraîné des ennoissements du sol alors que les blés étaient au stade 1 à 3 feuilles.

Les densités épis furent réalisées le 17 juin. Le tallage est calculé à partir des densités épis, il ne concerne donc que les talles ayant formées des épis (tallage résiduel). Cette année comme sur l'ensemble des autres essais conduits sur les céréales à paille le nombre d'épis est inférieur au nombre de plante, ce qui veut dire que nous avons perdu des pieds entre le comptage de la levée et celui du nombre d'épis. Cette perte est à relier aux faibles quantités d'azote dans les sols ainsi qu'aux conditions hydromorphes de l'année. Le nombre d'épis est donc faible cette année avec en moyenne 191,5 épis/m². On n'observe pas de différence significative entre modalités pour cette composante.

Le nombre de grains/épi est un peu faible avec en moyenne 30,3 grains/épi, probablement en lien avec les faibles quantités d'azote dans le sol. L'analyse de variance ne présente pas de différence significative entre modalités, mais on constate que le témoin non fertilisé présente 25,9 grains par épi alors que les modalités fertilisées ont une moyenne de 31,0 grains par épi.

Avec un nombre d'épis/m² faible et un nombre de grains par épi peu élevé, le nombre de grains/m² est également faible avec une moyenne de 5 714 grains/m². A nouveau l'analyse de variance ne permet pas de distinguer les modalités entre elles au seuil de 5%, mais on constate à nouveau que le témoin avec 5 020 grains/m² se situe à un niveau en dessous des modalités fertilisées qui présentent une valeur moyenne de 5 829 grains/m².

Le PMG est conforme aux valeurs habituelles avec une moyenne de 44,2 g. La modalité fertilisée avec le mélange apporté au stade épi 1 cm (N6) permet l'obtention du PMG le plus élevé (45,2 g), viennent ensuite les autres modalités fertilisées avec en moyenne 44,2 g, le témoin non fertilisé se classe dernier avec un PMG de 42,8 g.

2.7 Rendement et qualité (Cf. tableau 5 et graphes n°6 à 8)

Le rendement moyen des céréales à pailles est faible cette année en région Midi-Pyrénées, y compris au sein des essais conduits par le CREAB. Le rendement moyen de l'essai est de 25,3 q/ha. Compte tenu des faibles valeurs et des faibles différences de rendement entre modalités, l'analyse de variance ne permet pas de distinguer les modalités entre elles. A nouveau on constate que le témoin non fertilisé est en retrait avec 21,6 q/ha alors que les modalités fertilisées présentent une moyenne de 25,9 q/ha soit un gain de 4,3 q/ha.

La teneur en protéine moyenne de l'essai est de 10,8% avec des écarts entre modalités :

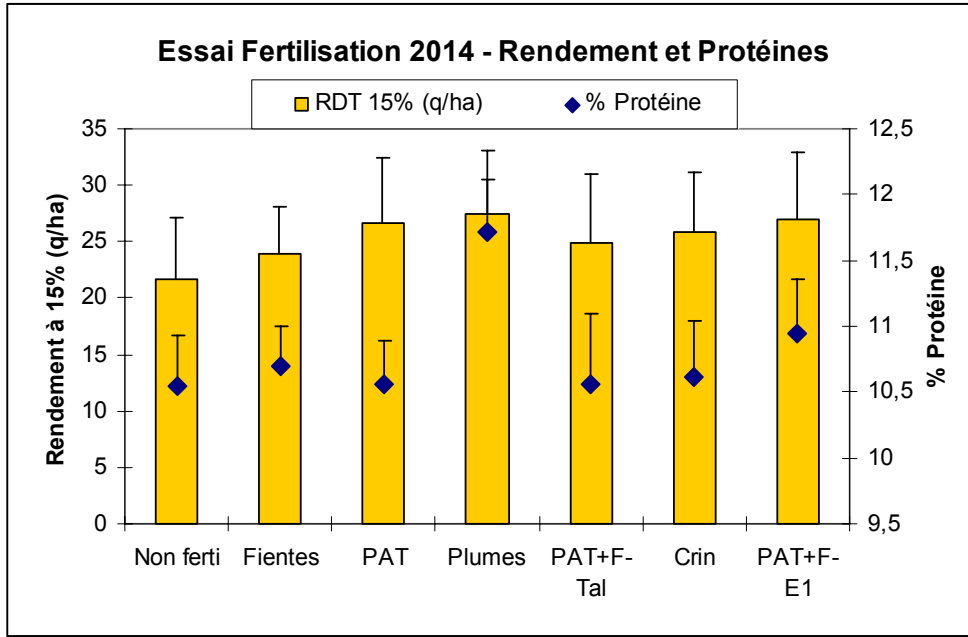
La modalité fertilisée avec les plumes+sang atteint 11,7% de protéine et sort seule en tête dans un groupe homogène

La modalité fertilisée avec le mélange PAT+Fientes apporté au tallage suit avec 10,9% de protéine, également seule dans un autre groupe homogène.

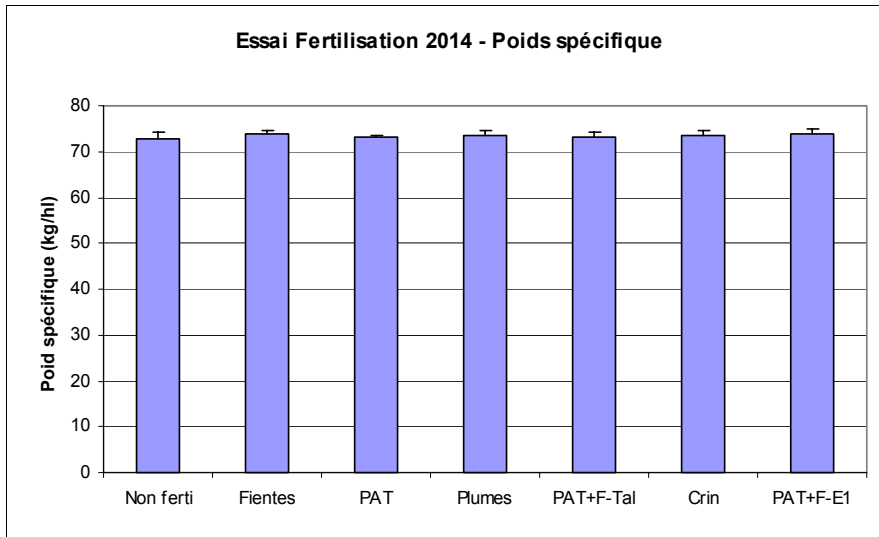
Les autres modalités fertilisées et le témoin ne présentent pas de différences significatives, la valeur moyenne est de 10,6%.

Pour le poids spécifique les valeurs sont très proches entre modalités avec une moyenne de 73,4 kg/hl sans différence entre modalités.

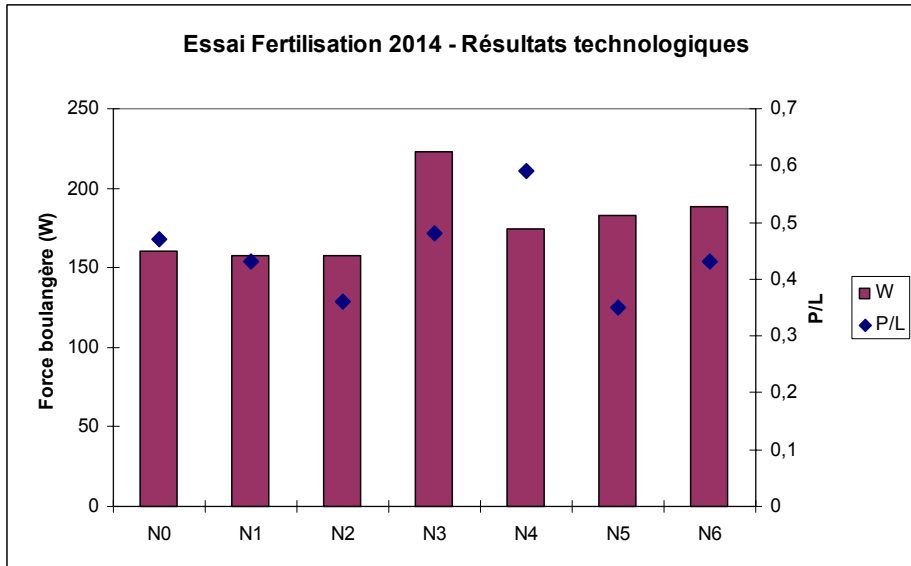
Graphe n°7 : Rendement et protéine



Graphe n°8 : poids spécifique



Graphe n°9 : Résultats technologiques



2.8 Résultats technologiques (cf. graphe n°9)

La force boulangère moyenne est de 178 ce qui reste assez faible, l'objectif étant d'atteindre une valeur de 200. Seule la modalité fertilisée avec les plumes atteint cette valeur. Les P/L sont équilibrés avec pour cette année des valeurs plus basses que d'habitudes.

2.9 Approche économiques

Une approche économique de cet essai est réalisée avec les bases suivantes :

Prix du blé = 260 €/t de base pour une teneur en protéine inférieure à 8%, puis ajout de 10 €/t tous les 0,5% de protéines, soit pour cet essai : Blé entre 10,5 et 11% de protéine = 335 €/t et blé entre 11,5 et 12% de protéine = 365 €/t.

Prix des fertilisants : le prix des fertilisant est présenté dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Approche économique

Fertilisant	Mod.	% Prot	Prix BTH (€/t)	RDT (q/ha)	Produit (€/ha)	Coût fertilisant (€/ha)	"Marge" (€/ha)
Non ferti	N0	10,54	335,00	21,60	723 €	0 €	723 €
Fiente-Tal	N1	10,70	335,00	23,87	799 €	378 €	422 €
PAT-Tal	N2	10,56	335,00	26,60	891 €	281 €	610 €
Plume-E1	N3	11,72	365,00	27,49	1 004 €	414 €	589 €
PAT+F-Tal	N4	10,56	335,00	24,82	832 €	350 €	482 €
Crin-E1	N5	10,62	335,00	25,86	866 €	330 €	536 €
PAT+F-E1	N6	10,94	335,00	26,92	902 €	350 €	552 €

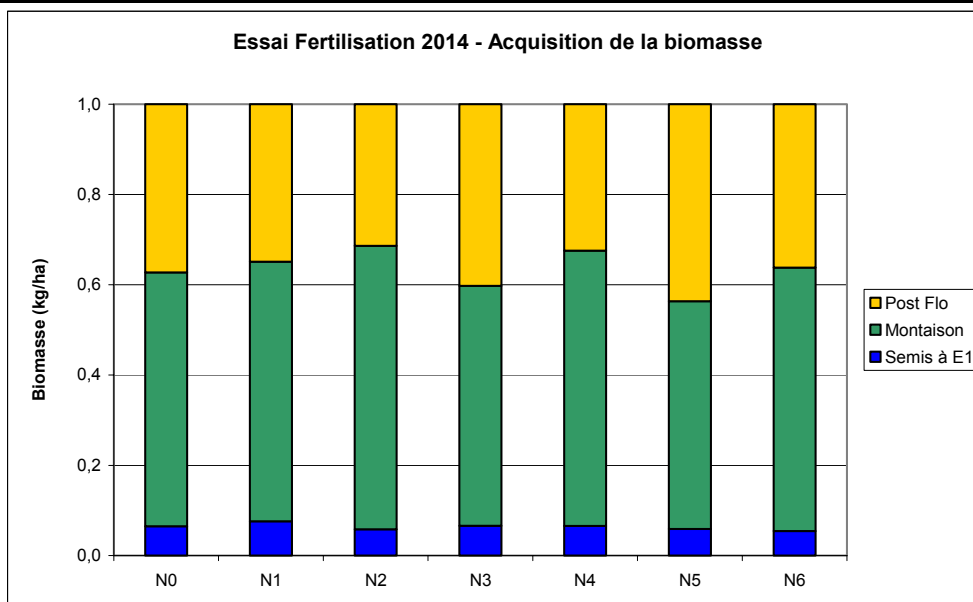
Compte tenu de la faible efficacité des fertilisants mesurée cette année, l'approche économique n'est pas en faveur de l'utilisation de fertilisants organiques. Le témoin fertilisé permet de dégager la « marge » (on entend ici par marge la différence entre le prix du blé et le coût du fertilisant) la plus élevée avec 723 €/ha. Parmi les modalités fertilisées, celle présentant la marge la plus satisfaisante est celle du fertilisant N2 (PAT) de part un prix du produit faible, et parce que la teneur en protéine des différentes modalités est proche. Le produit à base de fientes compostées est celui présentant la marge la plus faible.

Tableau 7 : Suivi des biomasses, des quantités d'azote absorbé et INN

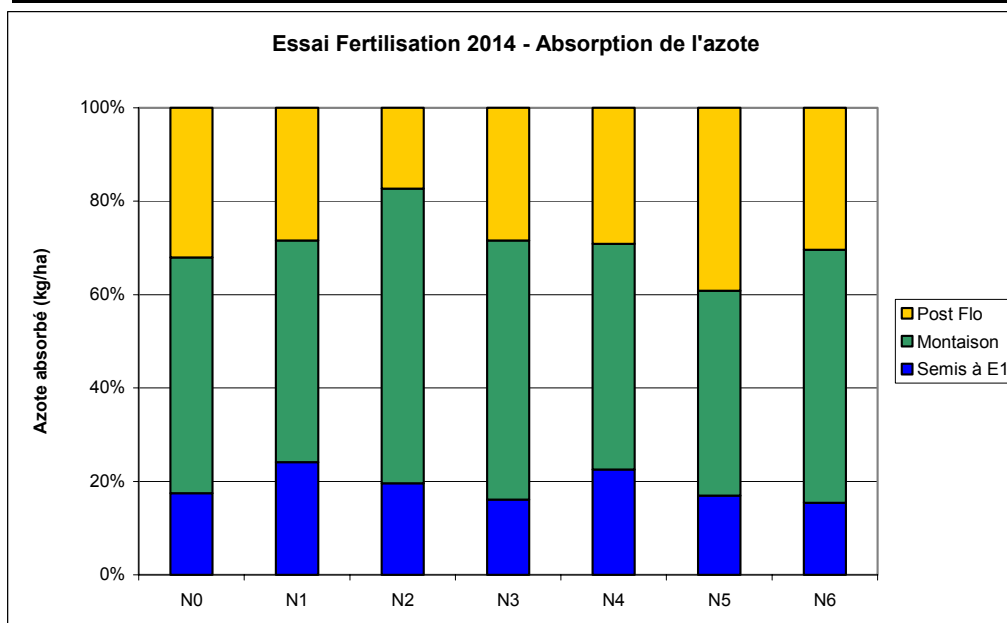
Modalités	Epi 1 cm (9 avril 2014)			Floraison (2 juin 2014)			
	BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN		BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN
N0	321,3	9,1	0,64	C	3117,7	35,2	0,35
N1 FIE	387,1	13,4	0,78	AB	3327,7	39,6	0,38
N2 PAT	365,3	13,1	0,81	AB	4302,9	55,3	0,46
N3 PLU+S	372,3	11,7	0,72	BC	3369,1	52,1	0,48
N4 PAT+F1	378,3	14,4	0,86	A	3919,7	45,1	0,39
N5 Crins	330,9	10,6	0,71	BC	3193,7	38,2	0,37
N6 PAT+F2	315,7	10,7	0,76	AB	3713,5	48,2	0,43
Moyenne	353,0	11,8	0,75		3563,5	44,8	0,41

Légende : BM = Biomasse = matière sèche (kg/ha) ; INN = Indice de nutrition azoté ;

Graph n°10 : Répartition de la biomasse du blé (% de la biomasse totale)



Graph n°11 : Répartition de l'azote absorbé du blé (% de l'azote totale)



Semis à E1 = du semis au stade épi 1 cm ; montaison = du stade épi 1 cm à floraison.

2.10 Biomasse, azote absorbée et indice de nutrition azoté (INN) aux stades épi 1 cm et floraison (Cf. tableau 7)

Stade épi 1 cm : le stade épi 1 cm est apparu assez tardivement (9 avril) du fait du semis tardif et des conditions climatiques. A cette date, les apports de fertilisants avaient été réalisés sur les modalités N4 et N2 depuis 42 jours et depuis 13 jours sur les autres modalités. Compte tenu des faibles peuplements observés, les biomasses et quantités d'azote absorbées à ce stade sont faibles. La biomasse moyenne est de 353 kg/ha et la quantité d'azote absorbé est de 11,8 kg/ha seulement. Ces valeurs sont très en dessous des moyennes pluri annuelles, en générale la biomasse varie de 600 à 1000 kg/ha et les quantités d'azote absorbés de 13 à 40 kg/ha. Du fait de ces faibles biomasses, l'indice de nutrition azoté est assez élevé cette année avec en moyenne 0,75. L'analyse de variance permet un classement des modalités pour cet indicateur :

La modalité N4 (mélange au tallage) sort en tête avec un INN de 0,86 ce qui laisse supposer qu'une partie de l'engrais a déjà été absorbée par les plantes.

Vient ensuite un groupe avec les modalités N2 (PAT) N1 (Fientes) et N6 (mélange au stade épi 1 cm), pour lesquelles l'INN est de 0,78.

Vient ensuite un groupe avec les modalités N3 (plumes) et N5 (crin) pour lequel l'INN est de 0,71.

Le témoin non fertilisé est le plus carencé avec un INN de 0,64.

Ainsi tous les fertilisants semblent avoir déjà libérer une partie de l'azote qu'ils contiennent, ce qui permet aux cultures fertilisées d'être moins carencée que le témoin.

Stade floraison : ce stade est apparu le 2 juin, assez tardivement du fait du semis tardif et des températures printanières plutôt fraîches. Les biomasses mesurées sont faibles avec 3,6 t_{MS}/ha en moyenne alors que les valeurs habituelles sont supérieures à 5 t_{MS}/ha. Les quantités d'azote absorbées sont également faibles avec en moyenne 44,8 kg/ha. Le niveau de carence des blés qui s'observent via l'indice de nutrition azoté montre qu'à ce stade les blés étaient fortement carencés en azote. Cette carence est maximal pour le témoin non fertilisée (INN = 0,35), et moindre pour la modalité fertilisée avec les plumes (INN = 0,48).

L'analyse de variance ne permet pas de classement à ce stade, sauf pour la teneur en azote dans les plantes. La modalité N3 présente la teneur en azote la plus élevée, suivi par les modalités N6 et N2. Les autres modalités ne se distinguent pas les unes des autres.

2.11 Biomasse, azote absorbée et CAU à la récolte (Cf. tableau 7, graphes n° 10 à 13)

Comme pour le rendement, les biomasses produites à la récolte ne présentent pas de différences significatives entre modalités. Au niveau de l'accumulation de biomasse au cours du temps, les modalités N2 (PAT) et N4 (Mélange) avec apport au tallage présentent en proportion du total une plus forte augmentation de leur biomasse lors de la montaison, et moins après floraison. Inversement les modalités N5 (Crin) et N3 (plume) ont proportionnellement plus augmentées leur biomasse après floraison (cf. graphe n°10).

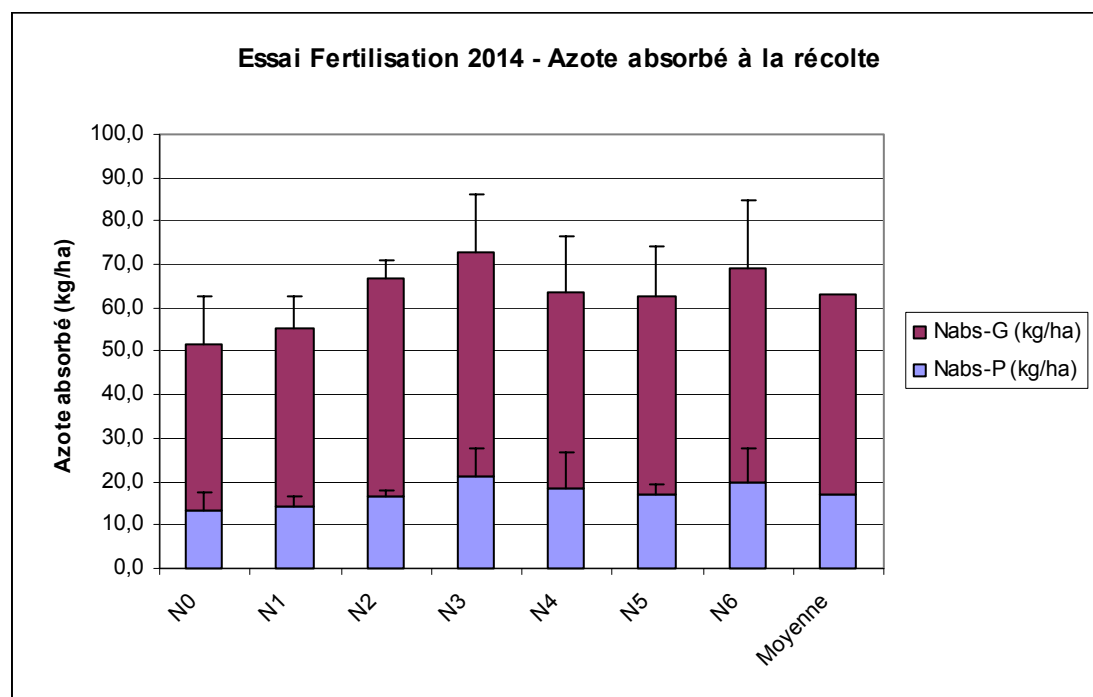
Les quantités d'azote prélevées dans les parties aériennes sont faibles mais de façon moins marquées que les biomasses (Cf. graphe n°12). En moyenne les blés ont prélevés 63,2 kg/ha d'azote dans leurs parties aériennes. Les modalités N2 (PAT) et N3 (Plumes) ont permis les plus fortes absorptions d'azote pendant la montaison, et la modalité N5 (crin) a quant à elle maximiser son absorption d'azote après floraison (cf. graphe n°11). On remarque tout de même que les modalités N3 (plumes) et N6 (mélange apporté au stade épi 1 cm) permettent les plus fortes absorptions d'azote, ainsi que les plus grandes quantités d'azote dans leurs grains.

Tableau 7 : Biomasses et quantités d'azote absorbées à la récolte

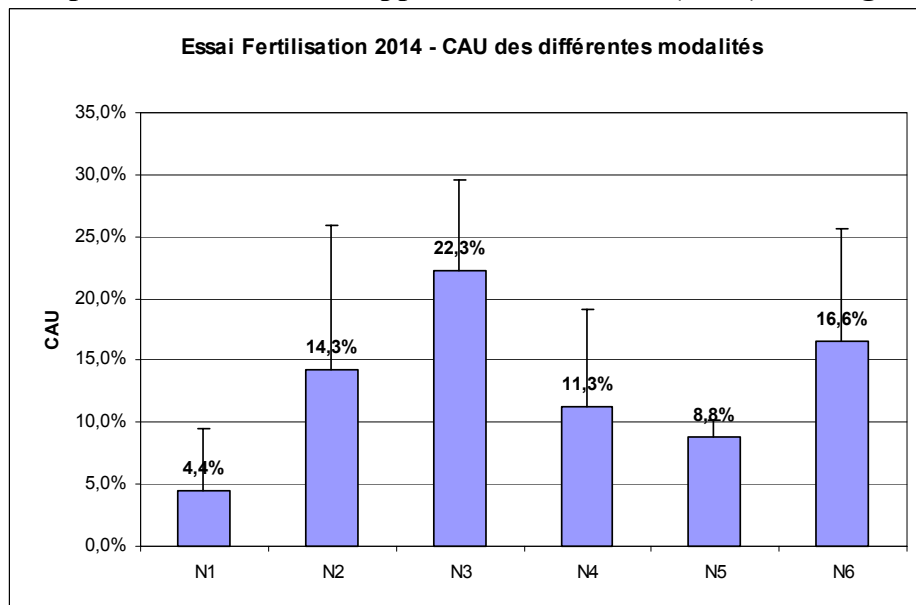
Modalités	BM-G (kg/ha)	BM-P (kg/ha)	N abs-G (kg/ha)	N abs-P (kg/ha)	N abs-PA (kg/ha)
N0	2030,5	2941,2	38,4	13,4	51,8
N1 FIE	2126,6	2982,9	41,0	14,3	55,4
N2 PAT	2618,6	3649,0	50,1	16,7	66,8
N3 PLU+S	2422,0	3213,2	51,4	21,4	72,8
N4 PAT+F1	2375,2	3424,7	45,3	18,4	63,7
N5 Crins	2355,4	3310,0	45,8	16,9	62,7
N6 PAT+F2	2463,9	3355,4	49,5	19,7	69,2
Moyenne	2341,7	3268,1	45,9	17,3	63,2

Légende : BM-P = Biomasse paille ; BM-G = Biomasse grains ; Nabs-P = azote absorbée paille ; Nabs-G = azote absorbée grain ; Nabs-PA = Azote absorbée parties aériennes (pailles+grains).

Graphe n°12 : Répartition de l'azote absorbé à la récolte



Graphe n°13 : coefficient apparent d'utilisation (CAU) de l'engrais



Les coefficients apparents d'utilisation de l'engrais sont faibles (graphe n°13) avec une efficacité d'à peine 13%. On observe des différences notables entre fertilisants :

Fientes : ce fertilisant présente le CAU le plus faible de l'essai avec seulement 4,4% d'efficacité. Son C/N un peu élevé peut être une des explications. C'est également un des fertilisants qui a le moins agit sur le rendement et la qualité (plus faible valeur de rendement x % protéine).

PAT : ce fertilisant présente une valeur supérieure à la moyenne en terme d'efficacité avec 14,3%. Son positionnement précoce semble être judicieux, il présente une valeur rendement x protéine supérieure à la moyenne. Par contre il agit principalement sur le rendement (apport précoce) et peu sur la teneur en protéine.

Plumes + sang : comme pour chaque année, ce fertilisant présente le CAU le plus élevé avec 22,3% d'efficacité. Il présente également le meilleur produit rendement x protéine ainsi que les plus forts gains de rendement et de protéine. Son principal point faible reste son coût. Toutefois cette année, c'est le seul fertilisant qui permet au blé de dépasser les 11% de protéine et donc de permettre un débouché en panification.

Mélange PAT+fientes : avec apport au tallage son efficacité est moyenne (11,3%). Le produit rendement x protéine est inférieur à la moyenne de l'essai, et il présente principalement un gain en terme de rendement.

Avec apport au stade épi 1 cm, son efficacité est meilleure (16,6%) tout comme son produit rendement x protéine qui se situe au dessus de la moyenne de l'essai. Avec cette date d'apport il a permis un gain de rendement et de protéine, il se classe 2^{ème} après les plumes+sang.

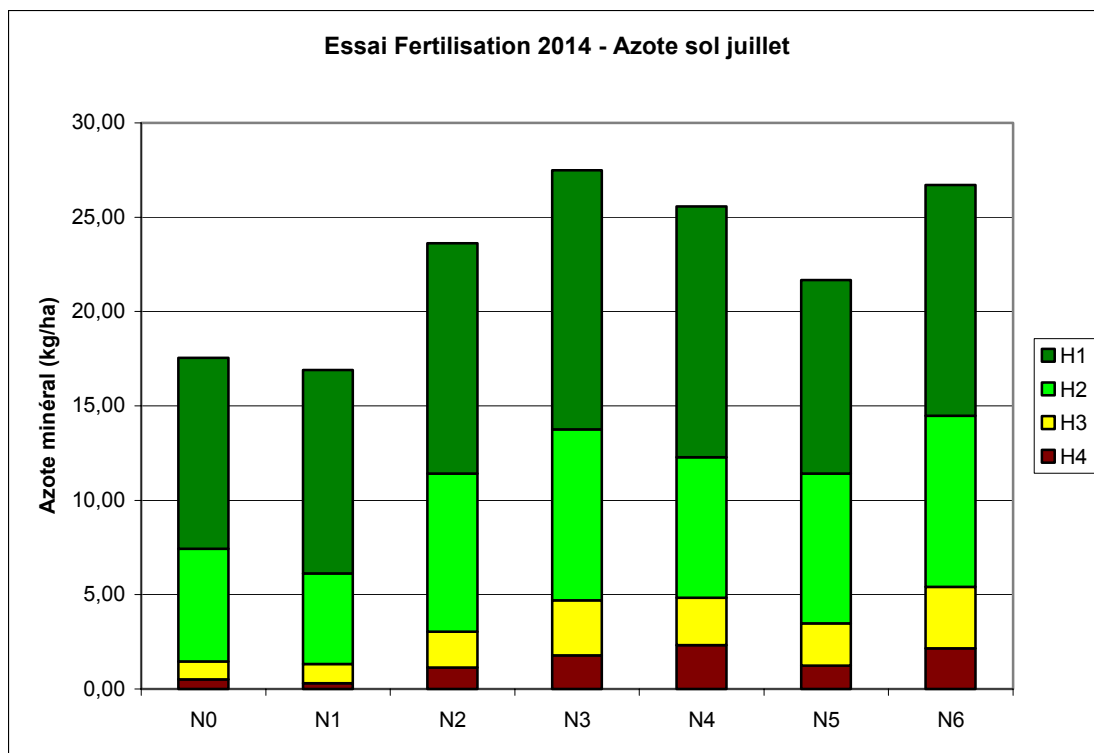
Crins : l'efficacité de ce fertilisant est inférieure à la moyenne avec 8,8%, et son produit rendement x protéine est au niveau de la moyenne. Il a surtout permis un gain de rendement mais pas pour les protéines. Sa faible efficacité a surpris car ce produit présente les teneurs en azote minéral les plus fortes, donc le seul à fournir immédiatement de l'azote aux blés sans passer par une phase de minéralisation. De plus compte tenu d'un écart important entre les quantités d'azote annoncées et les quantités dosées, ce produit est celui pour lequel nous avons apporté le plus d'azote (124 kg/ha)

2.12 Suivi azote sol après récolte

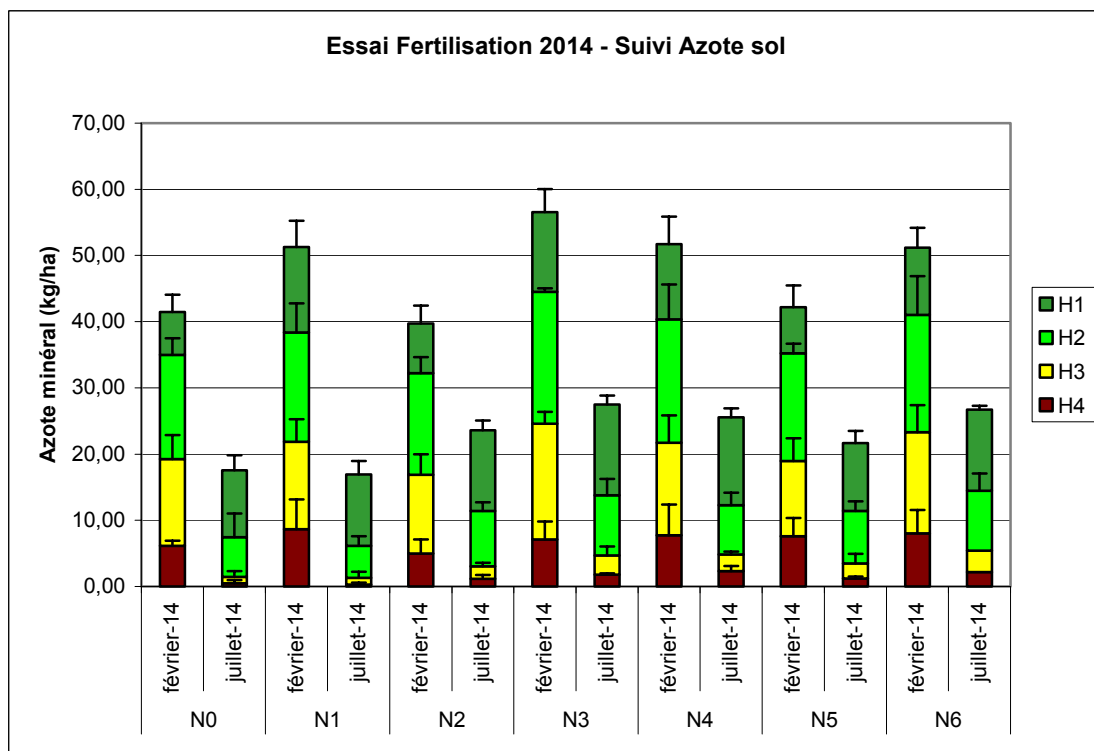
Des prélèvements de sol furent réalisés le 28 juillet après la récolte des blés. Les résultats sont présentés dans les graphes 14 et 15, ci-après. Le reliquat moyen sur 90 cm en post récolte est faible avec en moyenne 21,4 kg d'N/ha, ce qui montre que les cultures ont prélevés tous ce qu'elles pouvaient dans le sol.

La gamme des valeurs post récolte est faible, allant de 16,6 à 25,7 kg d'N/ha sur 90 cm, il ne semble pas que pour certains fertilisants il y ait eu un décalage entre la mise à disposition de l'azote et les besoins de la culture.

Graphe n°14 : Azote sol juillet 2014



Graphe n°15 : Evolution de l'azote du sol (mars et juillet 2014)



3 Discussion, conclusion

L'année 2014 fut à nouveau une année assez difficile pour les cultures d'hiver, de part des conditions climatiques humides ayant limité l'efficacité des désherbages mécaniques, et ayant également minimiser le potentiel de minéralisation des fertilisants du fait des périodes d'hydromorphie temporaire. A la vue des essais conduits depuis plusieurs années, les conditions hydromorphes restent les pires conditions vis-à-vis de la minéralisation des fertilisants, plus encore que les années sèches (cf. résultats de l'année 2011).

Le tableau ci-dessous présente les gains par rapport au témoin non fertilisé en terme de rendement, teneur en protéine et de quantité de protéine (rendement x % protéine).

Tableau 8 : Gain par rapport au témoin non fertilisé

Fertilisant	Mod.	Gain RDT (q/ha)	Gain % Prot	Gain RDT x % Prot.
Fiente-Tal	N1	2,27	0,16	27,73
PAT-Tal	N2	5,00	0,02	53,24
Plume-E1	N3	5,90	1,18	94,60
PAT+F-Tal	N4	3,23	0,02	34,49
Crin-E1	N5	4,26	0,08	47,01
PAT+F-E1	N6	5,32	0,40	66,87
Moyenne		4,33	0,31	53,99

Fientes de volailles : ce fertilisant apporté au tallage, présente des résultats semblables aux années précédentes, c'est-à-dire les plus faibles gains, le CAU le plus faible et la moins bonne marge économique, il n'est pas conseillé actuellement sur blé tendre.

Protéine Animales Transformées (PAT) : ce fertilisant apporté au tallage a surtout permis une augmentation du rendement, mais reste sans effet sur la teneur en protéine. Son CAU est au niveau de la moyenne de l'essai, il fut cette année comparativement aux autres années un peu plus efficace. Son principal avantage vient du fait qu'il est le moins onéreux, ainsi cette année c'est celui qui présente la meilleure marge des fertilisants, mais ce résultat n'a été observé que cette année.

Plumes + Sang : comme pour les années précédentes, ce fertilisant est celui qui permet les plus forts gains à la fois en terme de rendement et de teneur en protéine, donc également de CAU. Cette année se sont les seules modalités qui permettent un débouché du blé en panification sur la base d'une teneur en protéine > à 11%. Toutefois il reste avant tout pénalisé par un coût important, qui fait que sa valorisation économique n'est pas garantie.

Mélange PAT+Fientes : testé au tallage et au stade épi 1 cm, ce fertilisant présente des résultats très différents selon les dates d'apports. Apporté au tallage ses résultats sont assez décevants, les gains restent inférieurs à la moyenne de l'essai tout comme son CAU. Apporté à ce stade, sa valorisation économique est une des plus faibles.

Par contre il gagne en efficacité pour un apport au stade épi 1 cm, ou il permet un gain de rendement supérieur à la moyenne, et un gain de protéine au niveau de la moyenne. Son CAU est plus important avec un apport au tallage.

Toutefois cette année son effet prix fait qu'il n'est pas très rentable, mais sur les dernières années c'était le fertilisant qui permettait les meilleurs gains économiques.

Crins : ce fertilisant a plutôt déçu, car pour une année où la minéralisation était peu efficace, on aurait pu penser que sa plus forte teneur en azote minéral l'aurait favorisé. Toutefois il présente un gain de rendement au niveau de la moyenne de l'essai et a peu influé sur la teneur en protéine. Son CAU est le 2^{ème} plus faible après les fientes de volailles.

Les résultats de cette année montre toute la complexité de l'alimentation azotée des cultures en AB. On a tendance à dire que les fertilisants doivent être utilisé comme complément de part la forte variation de leur efficacité. La principale source d'azote en AB reste la présence de précédent de la famille des légumineuses et la minéralisation de l'humus. Toutefois, l'azote apportée par le précédent légumineuse, notamment pour les légumineuses à graines récoltées en juillet, est disponible dès le début de l'automne, donc sujet à la lixiviation, ce qui peut fortement limiter comme cette année les quantités disponibles en sortie d'hiver. Ce constat plaide pour un usage des CIPAN après légumineuse en agriculture biologique.

Même en considérant l'apport de fertilisant comme un complément de la nutrition azotée, et notamment dans un objectif d'augmenter la teneur en protéine pour garantir un débouché en panification, son usage reste soumis aux conditions climatiques et de structure du sol (tassement, anaérobie lié aux excès d'eau) qui influe fortement sur la vitesse et le potentiel de minéralisation, et donc sur les résultats de la culture fertilisée.

Il existera donc toujours une prise de risque à utiliser des fertilisant organiques, comme se fut le cas en 2013 et de façon un peu moins marquée cette année.

Par contre si on s'intéresse à la filière du blé panifiable au niveau national, filière qui reste encore aujourd'hui dépendante des importations de blé et notamment de blé riche en protéines, l'usage du fertilisant pour augmenter la teneur en protéine se justifie. En effet actuellement il très rare d'atteindre l'objectif des 11% de protéine en absence de fertilisation, le fertilisant même si son efficacité reste très variable, permet tout de même d'augmenter de façon plus régulière la teneur en protéines des blés.

A l'heure actuelle le CREAB va modifier les essais conduits sur les fertilisants organiques, pour étudier la possibilité d'améliorer l'efficience de ces fertilisants. Pour cela deux voies sont à l'étude, la 1^{ère} qui sera testée dès l'an prochain consiste à étudier l'effet de l'enfouissement du fertilisant pour voir si cela augmente ou non son efficacité. La 2^{ème} voie est de travailler avec les fournisseurs de fertilisants afin d'étudier l'effet de la finesse de broyage du produit, pour voir si un produit broyé très fin permet une meilleure minéralisation.

Annexe 1 : Année climatique 2013-2014 et incidences sur les cultures

La climatologie de la campagne est comparée à la moyenne des 20 dernières années.

1. Automne 2013 (septembre à novembre)

Températures : Les températures de l'automne sont plutôt douces (+0,8°C par rapport à la moyenne), avec un temps qui s'est rafraîchi de plus en plus à partir de mi-novembre. Les premières gelées sont apparues le 26 novembre avec un pic à -7,0°C le 28 novembre.

Précipitations : Après un début d'automne assez conforme à la moyenne, novembre se caractérise par un excès de précipitations avec 117 mm soit 57,6 mm de plus que la moyenne. Sur l'automne on enregistre un excédent de 48,7 mm par rapport à la moyenne.

Conséquences sur les cultures : septembre et octobre furent favorables aux travaux du sol. Bien que ces deux mois aient été humides, les travaux ont pu être réalisés sans tassement du sol. Par contre les pluies de novembre ont décalé les semis qui furent réalisés soit sur gel fin novembre, soit début décembre.

2. Hiver 2013-2014 (décembre à février)

Températures : l'hiver fut plus chaud que la moyenne avec +0,97°C. Toutefois décembre fut frais (-0,7°C), janvier très doux (+2,5°C) et février assez doux (+0,19°C).

Précipitations : elles furent abondantes sur la période avec un excédent de 87,9 mm. Décembre a commencé avec un temps frais et sec (-19,2 mm) mais fut suivi par un mois de janvier très arrosé (132,3 mm soit 75,2 mm de plus que la moyenne), et février fut également arrosé avec 73,7 mm (+31,8 mm par rapport à la moyenne).

Conséquences sur les cultures : le mois de décembre ayant débuté par un temps froid et sec a permis la réalisation des semis dans de bonnes conditions. La levée des cultures d'hiver fut satisfaisante avec un faible taux de perte à la levée. A partir de janvier les excès d'eau sont devenus importants ce qui a engendré de faibles enracinements à cause de l'hydromorphie et des pertes de pieds assez importantes. En effet pour toutes les céréales à pailles le nombre d'épis/m² est inférieur au nombre de plantes/m². Ces fortes précipitations ont également dû engendrer une perte d'azote par lixiviation. On notera également que des pluies violentes du 24 au 27 janvier ont engendré la présence de ravines sur les parcelles.

3. Printemps 2014 (mars à mai)

Températures : le printemps est légèrement plus chaud que la moyenne (+0,19°C) avec principalement un mois d'avril plus chaud que la moyenne (+1,7°C) alors que mai est plus frais (-1,5°C).

Précipitations : le cumul des précipitations est encore élevé (184,4 mm) toujours supérieur à la moyenne (+31,8 mm). Les pluies furent excédentaires en mars et mai.

Conséquences sur les cultures : les fréquentes précipitations ont perturbé le développement des cultures en terme d'implantation. Même si l'hydromorphie n'était pas présente en surface il devait y avoir des excès d'eau dans les horizons colonisés par les racines. On ajoutera que dès le mois de mars une forte pression rouille jaune est apparue principalement sur la culture du blé tendre pour les variétés sensibles (Astaro, Pirénéo, Saturnus et Flamenko). Au niveau des cultures d'été, une période de temps favorable a permis la réalisation des semis à une bonne date et dans de bonnes conditions, même si les reprises furent peu nombreuses (faible effet faux semis) et ont parfois engendré la formation de motte. Les orages de mai furent plutôt défavorables au tournesol, engendrant la formation d'une croûte qui a gêné la levée.

4. Été 2014 (juin et juillet)

Les températures furent assez proches de la moyenne, un peu plus faible en juin. Les précipitations furent également au niveau de la moyenne, les fréquentes précipitations de début juillet ont un peu perturbé les chantiers de récolte.

