

**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 2012 – 2013**



**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](mailto:auch.creab@voila.fr)

**Le CREAB MP est membre du**



:

*Décembre 2013*

**Action réalisée avec le concours financier :**



FranceAgriMer



# Résultats de l'essai : Test de fertilisants organiques Campagne 2012-13



## 1 Présentation de l'essai

### 1.1 Objectif de l'essai

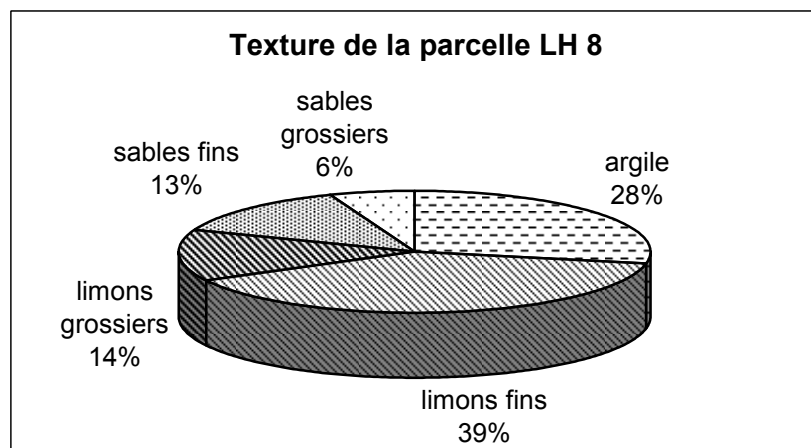
L'objectif de cet essai est de tester quatre fertilisants organiques (farines de plumes hydrolysées ; Protéines Animales transformée (PAT) ; mélange composé de fiente de volaille et de PAT ; mélange composé de farine de plume + sang et de PAT ; sang séché). Ces cinq fertilisants seront testés à une même dose d'azote par hectare, en un apport unique. Pour le fertilisant composé de fientes + PAT, il y aura deux modalités avec deux date 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 LH8 de la ferme expérimentale de La Hourre (Gers-32, Auch). Le précédent cultural est un soja.

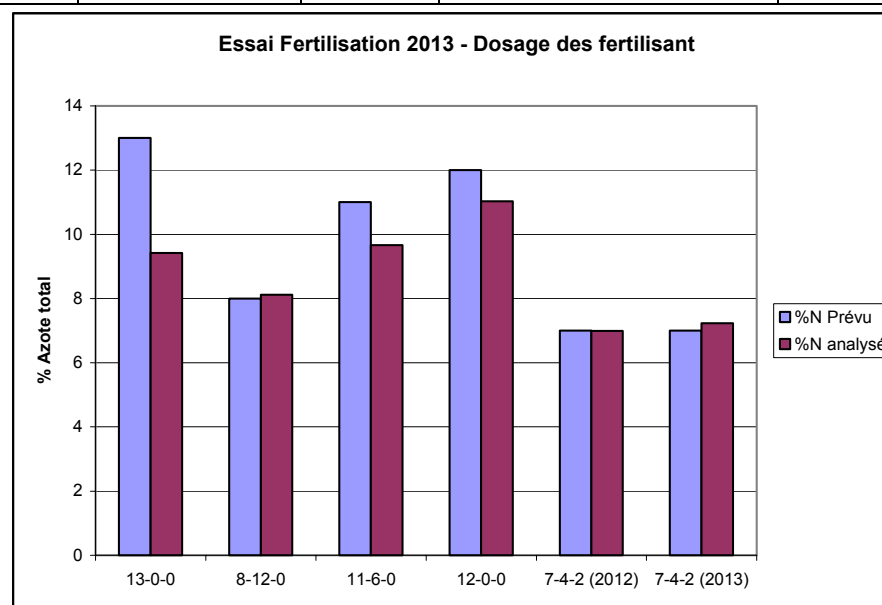
La texture de la parcelle est présentée dans le graphe ci-dessous.



Sur cette parcelle le taux de matière organique s'élève à 1,75 % sur 30 cm (analyse de 2012).

**Tableau 2 : Résultat de l'analyse des fertilisants**

g/100g	Plumes + sang	Sang	(Plumes + sang) +PAT	PAT	PAT+fientes 2012	PAT+fientes 2013
N-P-K Etiquette	13-0-0	12-0-0	11-6-0	8-12-0	7-4-2	7-4-2
Mat. Sèche à 105°C (g/100g Matière Brute)	91,2%	69,3%	91,5 %	93,5%	86,4%	88,0%
M.O. par calcination (g/100g Matière Brute)	62,0%	67,5%	57,7 %	50,2%	55,8%	53,6%
Rapport C/N	3,3	3,1	3,0	3,1	4,0	3,7
<b>N total par analyseur élémentaire (%)</b>	<b>9,42</b>	<b>11,03</b>	<b>9,66</b>	<b>8,12</b>	<b>6,99</b>	<b>7,23</b>
N ammoniacal (%)	0,1498	0,1607	0,1729	0,2313	0,1993	0,2710
N nitrique (%)	0,0040	0,0008	0,0012	0	0,0007	0,0263
N organique (%)	9,27	10,87	9,49	7,89	6,79	6,94
% Phosphore total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,35	2,34	8,05	12,36	4,0	4,02
% Potassium total (K <sub>2</sub> O)	1,03	3,7	0,76	0,74	2,01	2,34
% Calcium (CaO)	5,38	3,93	10,18	16,22	7,57	8,52
% Magnésium (MgO)	0,80	1,33	0,33	0,50	0,66	0,69
N minéral / N total (%)	1,63%	1,46%	1,80%	2,85%	2,86%	4,11%
% N labo - % N étiquette	-3,58	-0,97	-1,34	+0,12	-0,01	+0,23
<b>Unités réellement apportée/ha (calcul = 100)</b>	<b>72,5</b>	<b>91,9</b>	<b>87,8</b>	<b>101,5</b>	<b>99,9</b>	<b>103,3</b>



### 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	N-P-K	Quantité d'N/ha	
				Tallage	Epi 1 cm
N0	N0	Aucun	-	-	-
N1	PLU	Plume+sang	13-0-0	-	100 kg
N2	PAT	PAT	8-12-0	100 kg	-
N3	PLU+PAT	(Plume+sang)+PAT	11-6-0	-	100 kg
N4	SANG	Sang	12-0-0	-	100 kg
N5	PAT+F1	PAT+Fientes (2012)	7-4-2	100 kg	-
N6	PAT+F2	PAT+Fientes (2013)	7-4-2	-	100 kg

### 1.4 Précisions sur les fertilisants :

Tout d'abord il convient de préciser que suite à un retard de livraison, le produit à base de PAT+Fientes utilisé pour l'apport au tallage (N5) fut celui utilisé pour l'essai de l'an passé. Ce produit avait été dosé l'an dernier à une teneur totale de 7,35% d'azote, après un an de conservation son nouveau titrage est de 6,99%. Les six fertilisants testés ont été envoyés au laboratoire du SAS pour connaître leur valeur fertilisante. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 et sur le graphe ci-contre. On constate qu'il existe des différences entre la teneur en éléments indiqués sur l'étiquette et la teneur analysée :

**Plumes + sang** : ce fertilisant présente pour la première fois une teneur en azote analysée moindre que celle prévue. Ainsi la quantité totale apportée n'est que de 72,5 kg d'N/ha pour une prévision de 100 kg d'N/ha.

**Sang** : ce fertilisant testé pour la 1<sup>ère</sup> fois présente également une teneur à l'analyse plus faible que celle annoncée sur l'étiquette. La quantité totale apportée sur les parcelles est 91,9 kg d'N/ha. Ce fertilisant se caractérise également par la plus faible teneur en azote minéral, avec seulement 1,5% de l'azote totale.

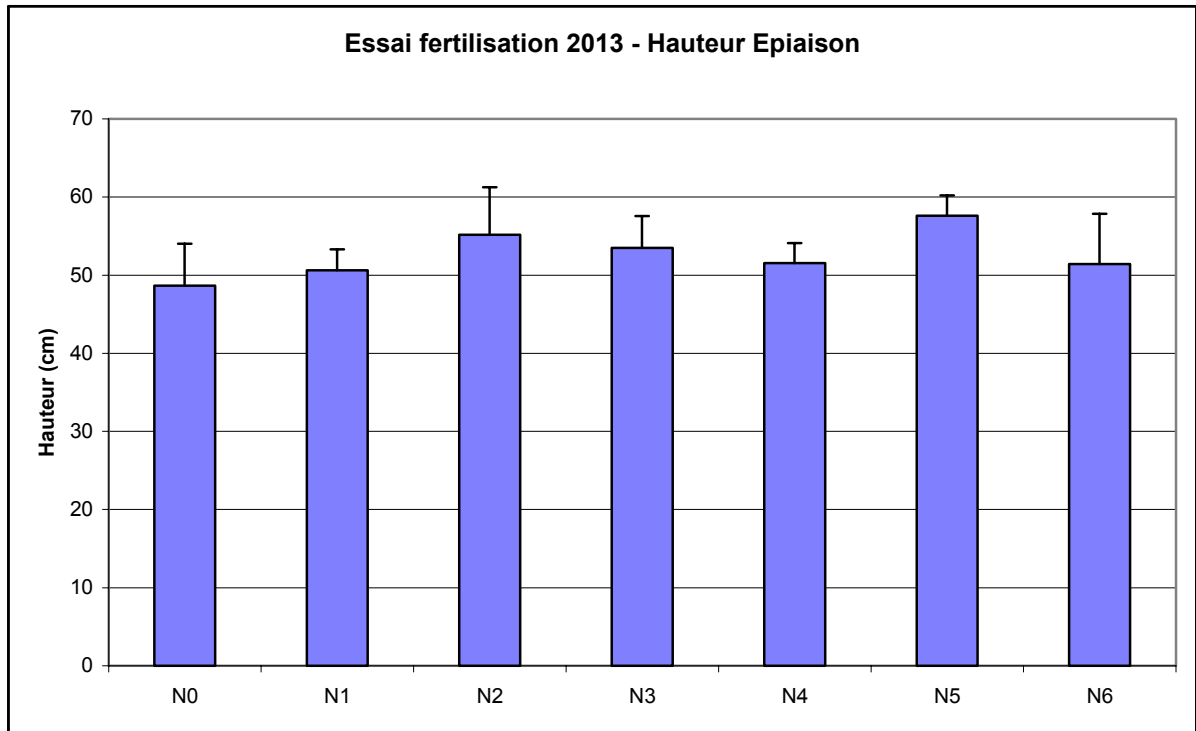
**Mélange (plumes+sang)+PAT** : ce fertilisant également testé pour la 1<sup>ère</sup> fois présente lui aussi une teneur en azote analysée plus faible que celle annoncée, la quantité totale apportée sur les parcelles s'élève à 87,8 kg d'N/ha.

**PAT** : ce fertilisant présente une teneur en azote analysée légèrement supérieure à celle prévue, et une teneur en phosphore plus importante que prévue. La quantité totale d'azote apportée sur les parcelles est de 101,5 kg/ha.

**PAT+Fiente 2012** : malgré que ce produit ait perdu une part de son azote lors du stockage, la teneur en azote analysée est quasiment identique à celle prévue. Ainsi la quantité totale d'azote apportée sur les parcelles est de 99,9 kg/ha.

**PAT+Fiente 2013** : ce produit présente une teneur en azote à l'analyse supérieure à celle prévue ce qui fait que la quantité totale d'azote apportée sur les parcelles est de 103,3 kg/ha. On constate également que c'est le produit qui présente la plus forte proportion d'azote minéral, mais ce taux est faible avec 4,11%.

**Graphe n°1 : Hauteur des blés à l'épiaison**



## **Conduite de la culture.**

L'essai est mis en place après une culture de soja en sec. La variété utilisée est la variété Renan. Les différentes interventions culturales sont présentées dans le tableau 3.

**Tableau 3 : itinéraire technique réalisé**

<b>Date</b>	<b>Intervention</b>	<b>Outils</b>	<b>Remarques</b>
4 oct-12	Moisson	Moissonneuse	Soja sec, RDT = 20,8 q/ha
11 oct-12	Déchaumage	Cover-crop	Sol sec
8 nov-12	Reprise	Rototiller	Sol ressuyé
8 nov-12	Semis	Semoir pour essai	Bonnes conditions, Renan à 400 grains/m <sup>2</sup>
27 fév-13	Fertilisation	Manuel	Modalités N2 et N5
6 mars-13	Désherbage	H. étrille	Agressivité forte
26 mars-13	Fertilisation	Manuel	Autres modalités
19 juil-13	Moisson	Moissonneuse pour essai	

## **2 Résultats en végétation**

### **2.1 Développement des cultures**

Le semis eu lieu le 8 novembre, soit dans les dates préconisées en AB, il fut réalisé dans de bonnes conditions. La levée fut noté le 20 novembre, les blés se sont rapidement développés en début de cycle compte tenu de conditions climatiques favorables (temps doux et humide). Par contre par la suite les cultures furent fortement perturbées par les conditions climatiques défavorables (cf. annexe 1). Ces conditions climatiques ont également perturbées les itinéraires techniques de désherbage mécanique qui n'ont put être réalisé au bon moment. Un seul passage de herse étrille fut réalisé début mars, mais son efficacité fut médiocre compte tenu de l'état de surface tassé par les pluies. Les cultures ont particulièrement souffert à partir du milieu de la montaison et jusqu'à leur maturité compte tenu des excès d'eau ayant engendré de longue périodes d'hydromorphie qui ont perduré jusqu'au 20 juin. Nous verrons par la suite que ces périodes d'hydromorphie ont fortement pénalisé le développement des cultures et limité l'efficacité des fertilisants.

Le stade épi 1 cm est observé le 3 avril, celui de l'épiaison est apparu tardivement le 27 mai et la floraison le 4 juin.

### **2.2 Bio-agresseurs**

Compte tenu des conditions climatiques défavorables et de la forte carence azotée, le développement des adventices fut quasi nul sur l'essai. Nous n'avons pas observé de pucerons sur épis, et les maladies se sont peu développées à l'exception de la septoriose sur feuille, sans différence entre modalités.

### **2.3 Hauteur des blés (cf. graphe n°1 ci-contre)**

Les blés sont plutôt courts cette année (Renan mesure entre 70 et 100 cm les autres années) sans grandes différences entre modalités. Le test de comparaison de moyenne fait apparaître deux groupes homogènes qui se recoupent. La modalité N5 (PAT+Fiente au tallage) est la plus haute, le témoin non fertilisé est le plus court, les autres modalités ne se distinguent pas les unes des autres.

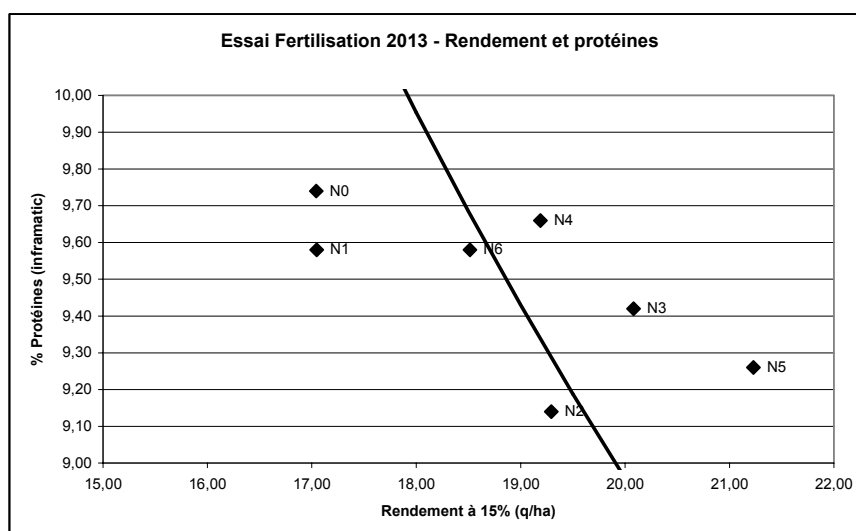
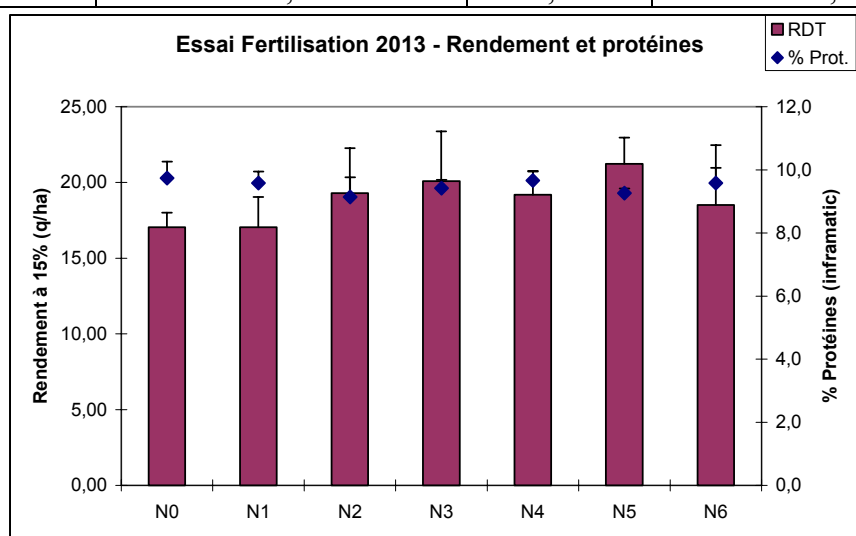
**Tableau 4 : Composantes du rendement**

Modalités	Plantes/m <sup>2</sup>	Tallage	Epi/m <sup>2</sup>	Grains/épi	Grains/m <sup>2</sup>	PMG (g)
N0	328,0	0,86	280,3	13,9	3 894,9	42,7
N1 PLU	286,0	0,90	258,3	15,1	3 860,1	43,0
N2 PAT	308,0	0,94	291,1	15,6	4 419,1	42,4
N3 PLU+PAT	297,4	0,95	280,9	16,2	4 547,1	43,2
N4 SANG	300,9	0,94	284,0	15,5	4 345,1	43,1
N5 PAT+F1	298,6	0,93	278,6	17,5	4 776,2	43,4
N6 PAT+F2	295,7	0,95	280,3	14,9	4 119,7	43,5
Moyenne	302,1	0,93	279,1	15,5	4 280,3	43,05

**Tableau 5 : Rendement, Poids spécifique et teneur en protéine**

Modalités	Rendement à 15% (q/ha)	% Protéine	Poids spécifique (kg/hl)
N0	17,0	9,74	77,8
N1 PLU	17,0	9,58	77,7
N2 PAT	19,3	9,14	77,4
N3 PLU+PAT	20,1	9,42	77,7
N4 SANG	19,2	9,66	78,2
N5 PAT+F1	21,2	9,26	77,5
N6 PAT+F2	18,5	9,58	77,9
Moyenne	18,9	9,48	77,7

**Graphes n°2 et 3 :  
Rendement et  
teneur en  
protéine**





## **2.4 Composantes du rendement (Cf. tableau 4)**

Le nombre de plantes levée (comptage du 29 janvier) ne présente pas de différence significative entre modalités, la levée moyenne est de 302,1 plantes/m<sup>2</sup> ce qui correspond à une perte moyenne de 24% ce qui est proche voire un peu inférieur aux valeurs habituelles.

Les densités épis furent réalisées le 12 juin. Le tallage calculé ne concerne donc que les tiges ayant formées des épis. On constate en lien avec les problèmes d'hydromorphie que sur toutes les modalités nous avons perdu des pieds, le nombre d'épi/m<sup>2</sup> étant inférieur au nombre de plante/m<sup>2</sup>. Ainsi les densités épis sont faibles, avec en moyenne 279 épis/m<sup>2</sup> ce qui est assez éloigné de l'objectif de 400 épi/m<sup>2</sup> en AB. On n'observe aucune différence de densité épi entre les modalités.

Le nombre de grains/épi est cette année très faible avec une moyenne de 15,5 grains/épi soit moins de 50% de la valeur habituelles. Cette faible fertilité est à mettre en lien avec la faible disponibilité en azote et les conditions climatiques défavorables lors de la floraison. L'analyse de variance ne permet pas de distinguer des différences significatives entre modalités.

Compte tenu du fait que le nombre de d'épis/m<sup>2</sup> et que le nombre de grains/épi sont faibles, le nombre de grains/m<sup>2</sup> est très faible, loin des valeurs de 10 000 grains/m<sup>2</sup> permettant la réalisation d'un rendement satisfaisant. Cette année nous obtenons en moyenne 4 280 grains/m<sup>2</sup> ce qui est une des valeurs les plus faibles mesurées sur les essais depuis plus de 10 ans. A nouveau l'analyse de variance ne permet pas de distinguer des différences significatives entre modalités.

Le PMG avec le nombre de plantes/m<sup>2</sup> est une des composantes qui n'a pas été trop affecté cette année, le faible nombre de grains produits et les conditions climatiques humides ont permis un remplissage satisfaisant, le PMG moyen est de 43,05 g, sans différence entre modalités.

## **2.5 Rendement et qualité (Cf. tableau 5 et graphes n°2 et 3)**

Compte tenu de ce que nous venons de voir pour les composantes du rendement, les rendements mesurés sont très faibles cette année avec en moyenne 18,9 q/ha. Malgré une différence de 4,2 q/ha entre la modalité ayant le plus produit (N5 PAT+Fientes au tallage) et celles ayant le moins produits (N0 et N1 PLU) l'analyse de variance ne permet pas de montrer des différences significatives pour le rendement.

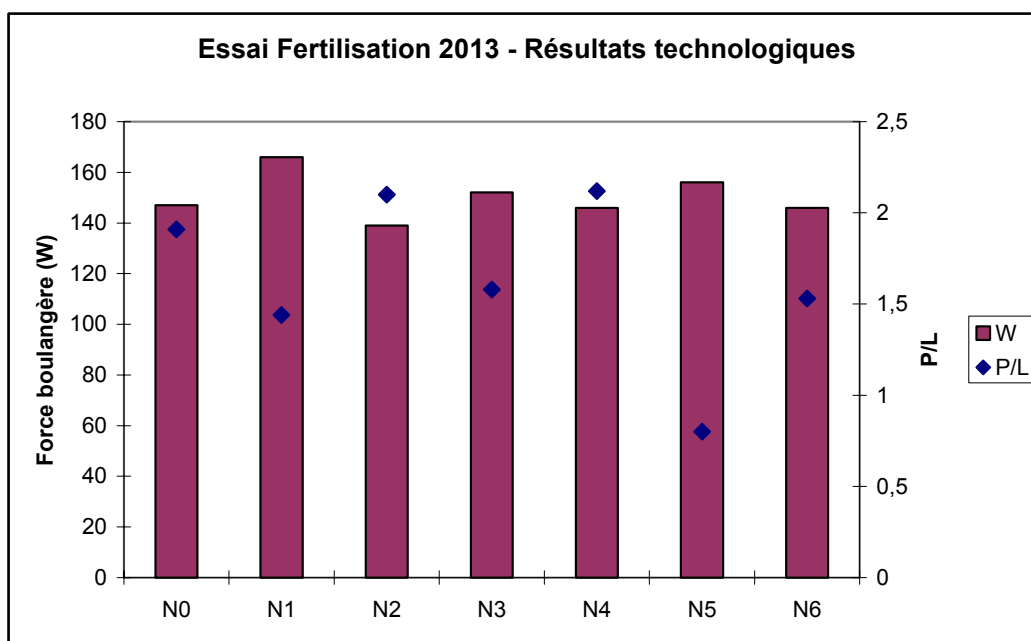
De plus malgré un faible rendement, les teneurs en protéines sont également faible, preuve que la nutrition azotée fut très limitée cette année. On obtient une moyenne de seulement 9,5% de protéine, ce qui ne permet pas d'obtenir un débouché pour la panification. A nouveau l'étude statistique ne distingue pas de différence entre modalités.

Si on regarde le graphique présentant le rendement et la teneur en protéine avec la courbe qui représente la moyenne pour l'ensemble des modalités de la quantité de protéine (rendement x teneur en protéine), on constate :

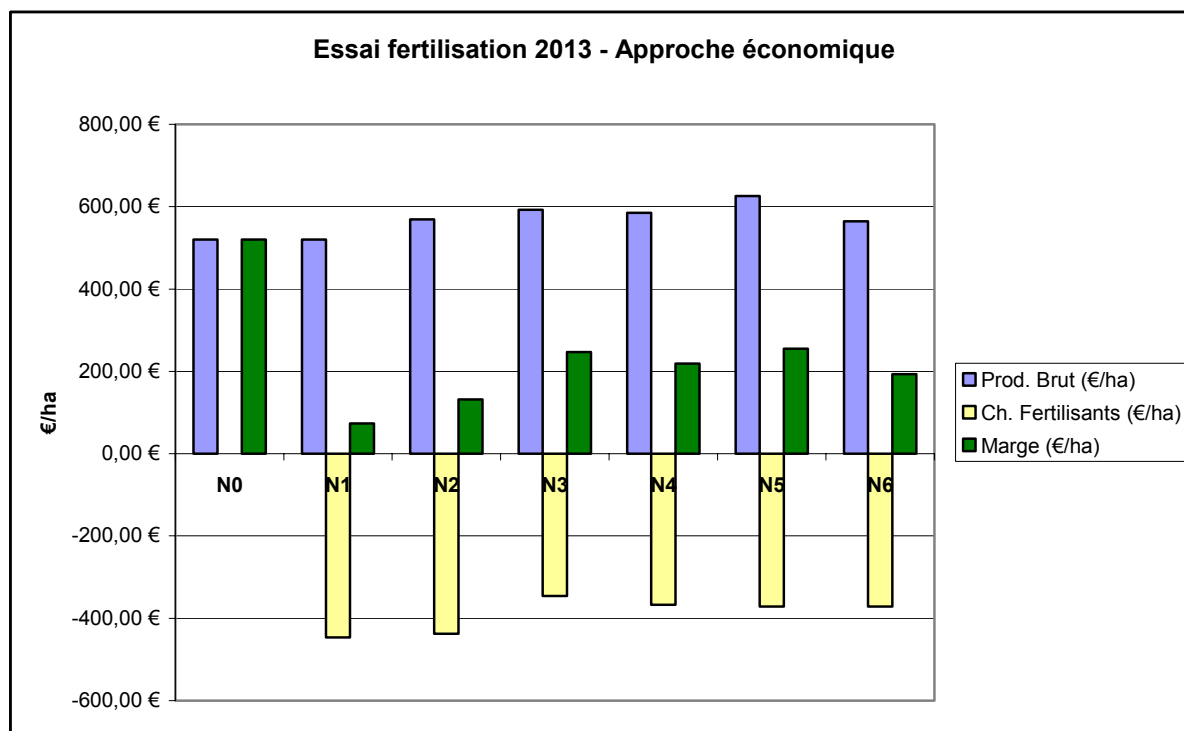
- Que les modalités N3 (PLU+PAT), N4 (Sang) et N5 (PAT+Fiente au tallage) sont celles qui ont le mieux valorisé l'azote, principalement pour la modalité N5.
- Inversement les modalités N0, et N1 (plume) sont celles ayant le moins bien valorisée l'azote

Les modalités N2 et N6 sont au niveau de la moyenne de l'essai.

**Graphe n°4 : résultats technologiques**



**Graphe n°5 : Approche économique**



Les valeurs de poids spécifique, tout comme le PMG, sont satisfaisante avec en moyenne 77,7 kg/hl. L'analyse de variance permet de distinguer des différences significatives entre modalités, le test de comparaison de moyenne présente 2 groupes homogènes qui se recoupent. La modalité N4 (sang) présente le PS le plus élevé et inversement les modalités N5 (PAT+Fiente au tallage) et N2 (PAT au tallage) présentent les PS les plus faibles. Les autres modalités se situent entre les deux.

Les résultats technologiques (alvéogramme de Chopin, cf. graphe n°4 ci-contre) présentent peu de différence entre modalités de part des teneurs en protéines assez équivalentes sur l'ensemble des modalités. Par contre la modalité N5 présente une valeur de P/L plus équilibré que les autres modalités (pour des raisons non expliquées, les résultats du laboratoire pour cette modalité montre que la teneur en protéine sur farine et supérieure à celle sur grain).

## 2.6 Approche économiques

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

**Prix du blé** = 285 €/t de base pour inférieur à 9% de protéine, ajout de 10 €/t tous les 0,5% de protéines, soit pour cet essai : Blé entre 9 et 9,5% de protéine = 295 €/t et blé entre 9,5 et 10% de protéine = 305 €/t.

**Prix des fertilisants** : le prix des fertilisant est présenté dans le tableau ci-contre.

modalité	produit	Coût (€/t)	dose kg/ha	Ch. Fertilisants (€/ha)
N1	13-0-0	580,00 €	769,2	446,15 €
N2	8-12-0	350,00 €	1250,0	437,50 €
N3	11-6-0	380,00 €	909,1	345,45 €
N4	12-0-0	440,00 €	833,3	366,67 €
N5	7-4-2	260,00 €	1428,6	371,43 €
N6	7-4-2	260,00 €	1428,6	371,43 €

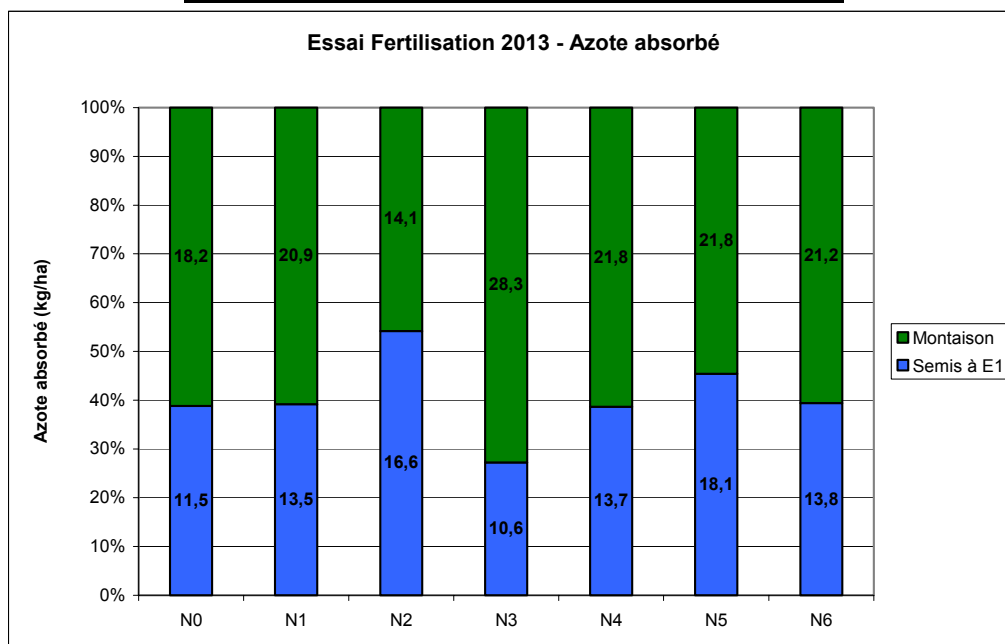
Compte tenu de la faible efficacité des fertilisants mesurée cette année, l'approche économique (Cf. graphe n°5) n'est pas en faveur de l'utilisation de fertilisants organiques. Le témoin fertilisé permet de dégager la « marge » (on entend ici par marge la différence entre le prix du blé et le coût du fertilisant) la plus élevée avec 520 €/ha. Parmi les modalités fertilisées, celle présentant la marge la plus satisfaisante est celle du fertilisant N5 (PAT+Fientes apporté au tallage) avec 255 €/ha. Inversement, la modalité N1 (plumes+sang) fait apparaître la marge la plus faible (74 €), compte tenu de l'absence de gain de rendement et du coût élevé du fertilisant.

**Tableau 6 : Suivi des biomasses, des quantités d'azote absorbé et INN**

Stade	Epi 1 cm (3 avril 2013)					Floraison (4 juin 2013)		
	BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN			BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN
N0	655,2	11,52	B	0,41	BC	4 466	29,7	0,24
N1 PLU	751,1	13,46	AB	0,41	BC	4 780	34,4	0,27
N2 PAT	735,2	16,62	AB	0,51	A	4 848	30,7	0,24
N3 PLU+PAT	606,4	10,60	B	0,41	BC	5 195	38,9	0,29
N4 SANG	821,0	13,72	AB	0,38	C	5 082	35,5	0,27
N5 PAT+F1	838,7	18,15	A	0,50	AB	6 174	40,0	0,27
N6 PAT+F2	821,6	13,76	AB	0,40	C	4 841	34,9	0,27
Moyenne	747,0	13,98		0,43		5 055	34,9	0,26

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

**Graphique n°6 : Azote absorbé du semis à floraison**



Semis à E1 = du semis au stade épi 1 cm ; montaison = du stade épi 1 cm à floraison. Les chiffres dans les histogrammes correspondent aux valeurs mesurées.

## **2.7 Biomasse et azote absorbée aux stades épi 1 cm et floraison (Cf. tableau 6 et graphes en annexe 2)**

**Stade épi 1 cm** : le stade épi 1 cm est apparu assez tardivement (3 avril) pour une date de semis au 8 novembre, les excès d'eau ont probablement retardé le développement des cultures car les températures de l'hiver diffèrent peu de la moyenne sur 20 ans. Lors du prélèvement, les modalités N2 et N5 avaient reçu le fertilisant depuis 35 jours alors que pour les autres modalités, 8 jours s'étaient écoulés.

A ce stade la biomasse moyenne est de 0,747 t<sub>MS</sub>/ha soit la 2<sup>ème</sup> valeur la plus faible depuis 2008 (les plus faibles biomasse à ce stade correspondent à l'année 2011 particulièrement sèche). De part une variation assez importante entre répétitions, l'analyse de variance ne distingue pas de différence significative entre modalités.

Les quantités d'azote absorbé sont également faibles avec une moyenne d'à peine 14 kg d'N/ha, valeur correspondant à celle de l'année 2011, la plus faible enregistrée depuis 2008. L'analyse de variance fait apparaître des différences significatives, la comparaison de moyenne présente 2 groupes homogènes se recoupant : la modalité N5 est celle ayant absorbé le plus d'azote ; le témoin non fertilisé et la modalité N3 sont celles ayant absorbé le moins d'azote, les autres modalités ont réalisées des prélèvements intermédiaires. Ainsi si on compare les modalités N2 et N5 avec apport au tallage, on constate que la modalité N5 a permis un prélèvement d'azote plus conséquent que la modalité N2, donc une probable mise à disposition plus rapide de l'azote issu du fertilisant.

Au niveau de l'indice de nutrition azoté, les valeurs de cette année sont les plus faibles observées depuis 2008, signe d'une carence en azote forte et précoce. Les 424 mm reçu de décembre à mars (pour une moyenne sur 20 ans de 207 mm) ont probablement engendré une forte lixiviation de l'azote. L'analyse de variance distingue des différences significatives qui se répartissent en 3 groupes homogènes : la modalité N2 présente la plus faible carence, suivi par la modalité N5, il s'agit des deux modalités ayant reçu un apport précoce. Les modalités N4 et N6 sont les plus carencé en azote, les autres modalités y compris le témoin se situent entre ces deux groupes.

**Stade floraison** : ce stade fut assez fortement décalé par rapport aux autres années avec une apparition au 4 juin soit environ 15 jours plus tard que sur une année normale. Les précipitations abondantes et les températures fraîche de mai (-3,08 °C d'écart pour la moyenne mensuelle) expliquant ce décalage.

Les biomasses mesurées sont en moyenne de 5 t<sub>MS</sub>/ha ce qui est faible mais qui ne correspond pas aux valeurs les plus faibles observées. Les quantités d'azote absorbées sont quant à elles faibles et parmi les plus basses mesurées avec l'année 2011, elles correspondent à des valeurs habituelles pour le stade épi 1 cm. Les INN sont très faibles, au niveau des valeurs de 2011 qui sont les plus faibles enregistrées.

Pour ces trois données compte tenu de la variation entre micro-parcelles l'analyse de variance ne permet pas de distinguer de différences significatives. On constate tout de même que pour la biomasse produite, la modalité N5 a produit plus d'1 t<sub>MS</sub>/ha de plus que les autres modalités. Les modalités N3 et N5 ont permis les prélèvements d'azote les plus importants, et qu'en terme de carence azoté le témoin non fertilisé et la modalité N2 sont les plus carencés.

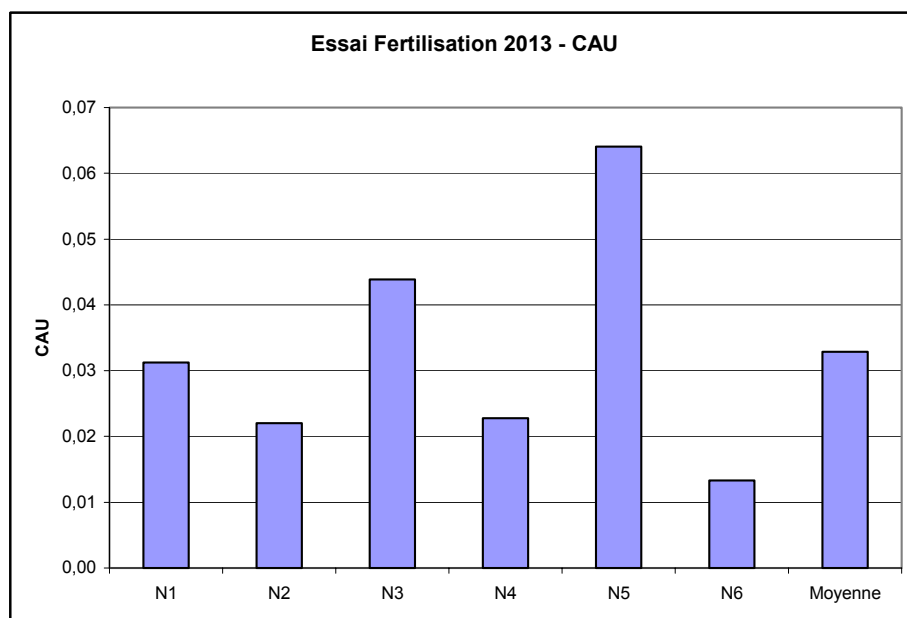
Sur le graphe n°6 ci-contre on constate que les modalités N0, N1, N4, N5 et N6 présente un profil proche concernant leur prélèvements azotés, correspondant à 40% avant montaison et 60% en cours de montaison. La modalité N2 a prélevé l'azote en quantité équivalente avant et après le stade épi 1 cm, et la modalité N3 a prélevé beaucoup plus d'azote dans le courant de la montaison.

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

Modalités	BM-P (t/ha)	BM-G (t/ha)	BM-PA (t/ha)	N abs-P (kg/ha)	N abs-G (kg/ha)	N abs-PA (kg/ha)
N0	1,45	1,45	2,90	3,8	24,2	28,0
N1 PLU	1,59	1,54	3,14	4,0	26,3	30,3
N2 PAT	1,73	1,66	3,39	4,3	25,9	30,2
N3 PLU+PAT	1,77	1,72	3,49	4,5	27,4	31,9
N4 SANG	1,63	1,55	3,18	4,3	25,8	30,1
N5 PAT+F1	2,07	1,83	3,90	5,4	29,0	34,4
N6 PAT+F2	1,59	1,52	3,12	4,0	25,4	29,4
Moyenne	1,69	1,61	3,30	4,3	26,3	30,6

Légende : BM-P = Biomasse paille ; BM-G = Biomasse grains ; BM-PA = biomasse partie aériennes (paille+grains) ; Nabs = Azote absorbé (kg/ha) ; Nabs-P = azote absorbée paille ; Nabs-G = azote absorbée grain ; Nabs-PA = Azote absorbée parties aériennes.

**Graphes n°7 : coefficient apparent d'utilisation (CAU) de l'engrais**



## **2.8 Biomasse, azote absorbée et CAU à la récolte (Cf. tableau 7, graphe n° 7 et graphes en annexe 3)**

Les résultats mesurés à la récolte sont difficiles à interpréter car aussi bien pour les biomasses que pour les quantités d'azote absorbées, les valeurs sont inférieures à celles mesurées à la floraison. Les précipitations très abondantes du printemps, on fait que le mois de juin fut celui où les problèmes d'hydromorphie furent les plus importants, avec présence d'eau stagnante en surface après les pluies des 8 et 9 juin et celles des 17 au 19 juin. Les valeurs de biomasse et de quantités d'azote absorbées à la récolte sont cette année les plus faibles enregistrées depuis 2008. L'analyse de variance ne permet pas de distinguer des différences significatives entre traitements pour l'ensemble des valeurs mesurées à la récolte, à l'exception de la biomasse des pailles, plus abondante pour la modalité N5 et plus faible pour le témoin non fertilisé.

Compte tenu de ces difficultés de développement, les différences de quantités d'azote absorbée entre les modalités fertilisées et le témoin sont très faibles 3,04 kg d'N/ha en moyenne ce qui fait que les CAU sont les plus faibles jamais mesurés (Cf. graphe n°7). Toutefois il faut bien se rendre compte que ces résultats peu concluants sont avant tout liés aux problèmes d'hydromorphie observés cette année.

## **2.9 Suivi azote sol**

Une première série de prélèvement sol fut réalisée le 19 novembre pour mesurer les quantités d'azote minéral disponibles (cf. graphe n°8 ci-après et détails en annexe 4). A cette période la quantité moyenne d'azote présent sur 120 cm est de 52,1 kg/ha avec 75% de l'azote contenu dans les deux premiers horizons (0-60 cm). Pour des raisons non expliquées, on constate que les quantités d'azote sont supérieures sur les modalités : non fertilisé (75,7 kg d'N/ha) et N1 (63,4 kg d'N/ha), alors que pour les cinq autres modalités la quantité d'azote disponible est équivalente avec en moyenne 45,1 kg d'N/ha. Ces quantités d'azote minéral sont conformes à celles généralement observées après un précédent soja.

Une 2<sup>ème</sup> série de prélèvement fut réalisée le 25 mars, une dizaine de jours avant le stade épi 1 cm. A cette date, les apports de fertilisants avaient été réalisés depuis un mois, uniquement sur les modalités N2 (PAT) et N5 (PAT+Fientes de 2012). A cette date la valeur moyenne est de 32 kg d'N/ha sur 120 cm sans différences majeures entre modalités, y compris pour les deux modalités qui présentaient des quantités supérieures en novembre. Nous pouvons estimer les pertes d'azote par lixiviation sur les modalités non fertilisées à ce stade en réalisant le calcul suivant :

$N \text{ lixivié} = N \text{ minéral novembre} - N \text{ minéral mars} - N \text{ absorbé par le blé au stade épi 1 cm}$

*(cette formule reste une approximation servant à la réflexion et à la comparaison entre modalités, elle ne tient pas compte des gains d'azote liés à la minéralisation de la matière organique et des éventuelles pertes par dénitrification)*

On constate : que pour le témoin non fertilisé, qui présentait les quantités d'azote les plus importantes en novembre, la lixiviation est de 27 kg d'N/ha, pour la modalité N1 la valeur est de 19,7 kg d'N/ha, pour la modalité N6 on obtient 14,7 kg d'N/ha et pour les modalités N3 et N4 les valeurs sont quasi nulles. Ainsi la quantité d'azote lixiviée semble avant tout liée aux quantités présentes en début de cycle.

Pour les modalités fertilisées, la modalité N2 (PAT) semble avoir minéralisée rapidement, car si on utilise la formule ci-dessus on obtient un gain de 14,5 kg d'N/ha. Par contre la modalité N5 (PAT+Fiente) a mis plus de temps à libérer l'azote, le gain d'azote minéral n'est que de 3 kg d'N/ha.

Les reliquats post récolte furent mesurés le 24 juillet, à cette date les valeurs sont faibles et semblables sur toutes les modalités avec en moyenne 17,3 kg d’N/ha. Ces valeurs sont un peu plus faibles que celles observées les autres années. Elles montrent également que les fertilisants ont très mal minéralisés cette année. En effet si on regarde la différence entre les quantités d’azote du sol en juillet et en mars on observe en moyenne un écart de 15 kg d’N/ha, valeur qui correspond à la différence de quantité d’azote absorbée par la culture entre le stade épi 1 cm et la récolte (16,6 kg d’N/ha absorbé en moyenne). Ainsi ces valeurs semblent montrer que les cultures ont surtout prélevé les fournitures du sol issue du reliquat de novembre, sans bénéficier de quantités supplémentaires apportées par les fertilisants. Seules les deux modalités fertilisées avec le mélange PAT+Fientes semblent avoir bénéficié d’une dizaine de kilos d’azote supplémentaire lié au fertilisant.

### **3 Discussion, conclusion**

Les résultats obtenus cette année illustre bien les difficultés rencontrées en AB pour satisfaire la nutrition azotée des cultures. En effet en AB les fournitures d’azote pour les plantes sont issues de la minéralisation de la matière organique (effet précédent + humus) et des fertilisants. La minéralisation étant un processus biologique réalisée par des micro-organismes aérobie, tout phénomène limitant la respiration de ces organismes (tassement du sol ou excès d’eau) est donc fortement pénalisant pour la minéralisation des éléments minéraux dont l’azote. Les conditions très pluvieuses de cette année ayant engendrées un ennoisement des parcelles furent très pénalisantes pour la nutrition minérale des cultures. Les résultats acquis via les prélèvements de plantes et de sol tendent à montrer que la minéralisation printanière fut très faible aussi bien au niveau de la matière organique que des fertilisants et que les cultures ont surtout utilisées l’azote qui était présent en novembre suite au précédent soja. Ceci montre bien que l’usage de précédents légumineuses reste la base de la nutrition azotée des cultures en AB, et que les fertilisants restent une source d’apport complémentaires uniquement.

Malgré ces résultats peu concluants on observe tout de même quelques tendances confirmant les résultats antérieurs. Le fertilisants à base de plume + sang apporté au stade épi 1 cm semble avoir minéralisé plus rapidement que les autres lorsqu’on observe les quantités d’azote prélevé par les cultures pendant la montaison. De même le fertilisant à base de PAT+Fientes apporté au tallage présente le CAU le plus élevé et également les quantités d’azote absorbées par la culture les plus importantes à la floraison. Ces dernières années ces deux fertilisants apportés à ces mêmes stades étaient les plus efficaces.



# **Annexe 1 : Climatologie de la campagne 2012-2013**

## **Automne 2012 (octobre à décembre)**

Du point de vue des températures, l'automne 2012 présente des valeurs proches de la moyenne sur 20 ans, avec toutefois un mois de décembre un peu plus chaud (+1,2°C).

Les précipitations sont conformes à la moyenne pour le cumul de ces 3 mois, avec un petit déficit en novembre compensé par l'excédent de décembre.

## **Hiver 2012 2013 (janvier à mars)**

Les températures hivernales sont à nouveau proche de la moyenne avec toutefois un mois de février un peu plus froid (-1,2°C). Toutefois les températures minimales ne furent pas très faibles, seul 2 jours (23 et 24 février) présentent des températures moyennes négatives.

Les précipitations furent très abondantes durant ce printemps avec 163 mm en janvier pour une moyenne de 56 mm ; 92 mm en février pour 42 mm de moyenne et 88 mm en mars pour 45 mm de moyenne soit un cumul de 343 mm pour une moyenne de 143 mm.

## **Printemps 2013 (avril à juin)**

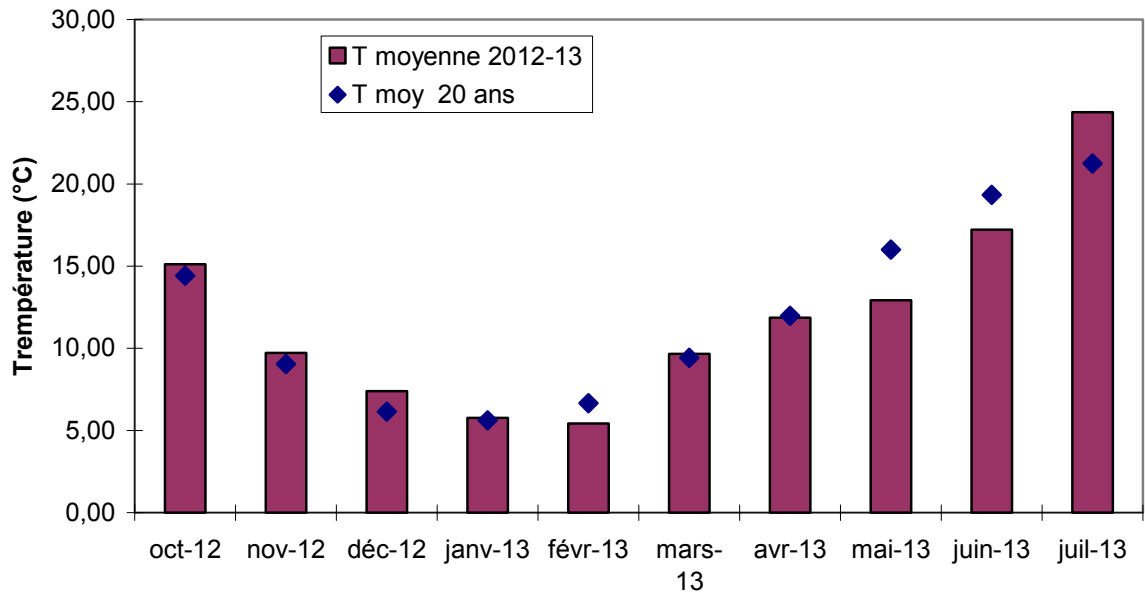
Les températures furent au niveau de la moyenne en avril mais très fraîches en mai et en juin (respectivement -3,08°C et -2,11°C par rapport à la moyenne sur 20 ans).

Les précipitations furent proche de la moyenne en avril est très excédentaire en mai et juin soit un cumul de 299 mm pour les 3 mois pour une moyenne sur 20 ans de 198 mm.

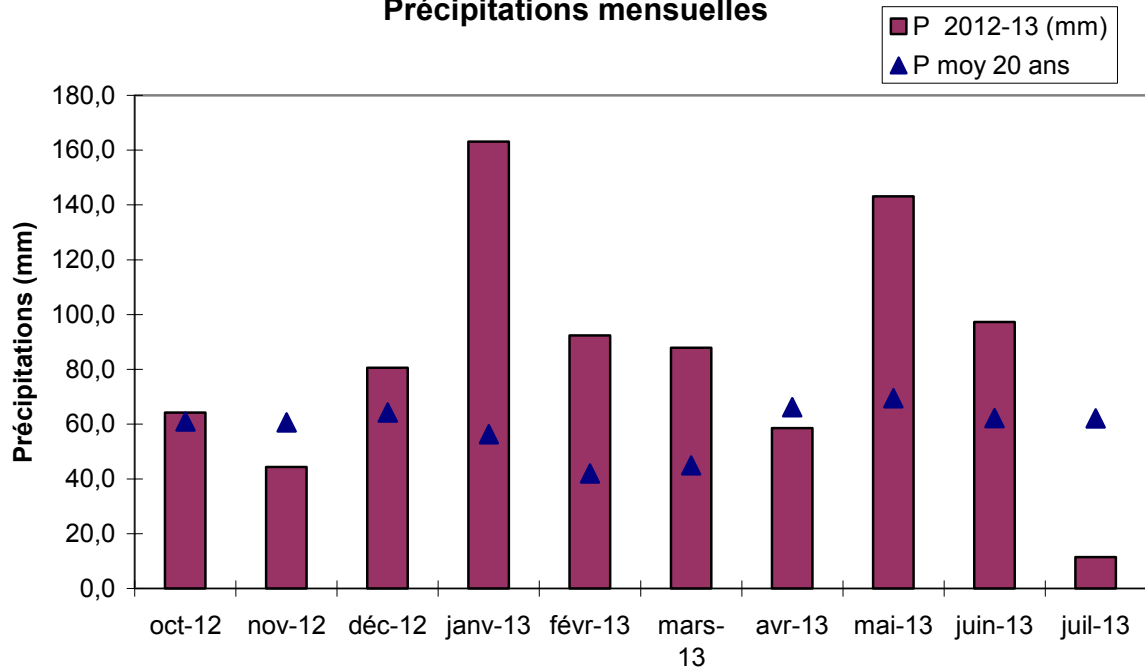
## **Conséquences pour les cultures :**

- Les cultures et essais avec pois protéagineux prévues pour être semés mi-décembre ne purent être semées que début mars. La féverole prévue sur LH1 d'orientation Nord n'as pu être semée et fut remplacée par du pois de printemps
- La disponibilité en azote fut probablement pénalisée par des pertes d'azote par lixiviation compte tenu des fortes précipitations
- Les interventions de désherbage n'ont pas été réalisées au bon moment compte tenu des précipitations, un seul passage fut réalisé après la fertilisation, plus pour recouvrir l'engrais que pour son action de désherbage (sol tassé avec faible recouvrement et adventices développées).
- Les blés tendres ont fleuri tardivement et sur une longue période pluvieuse, les risques de fusarioses sont élevés cette année.
- Les températures faibles ainsi que les défauts de rayonnement furent également pénalisant pour une bonne fécondation, la composante de nombre de grains/épis pour les blés est très faible.
- La poursuite des précipitations abondantes en mai et juin a entraîné une forte hydromorphie (eau présente en surface début juin sur les parcelles de vallée [LH7 et LH8]) ce qui a très fortement limité la minéralisation de la matière organique et des fertilisants organiques

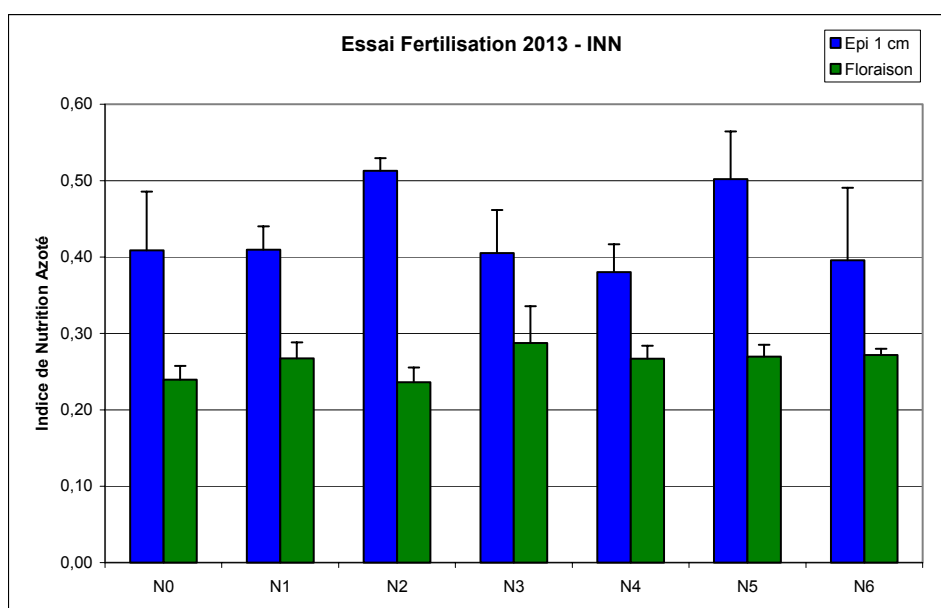
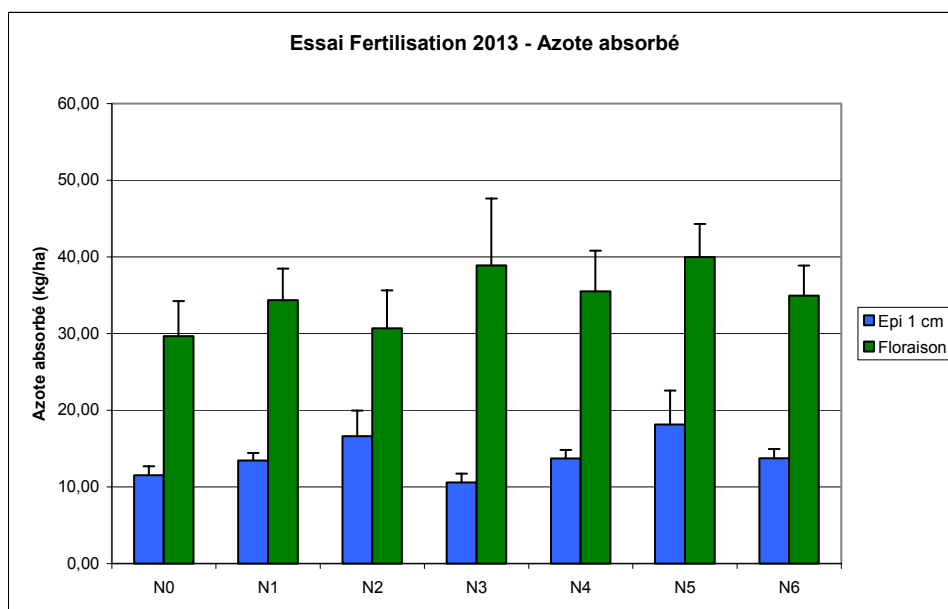
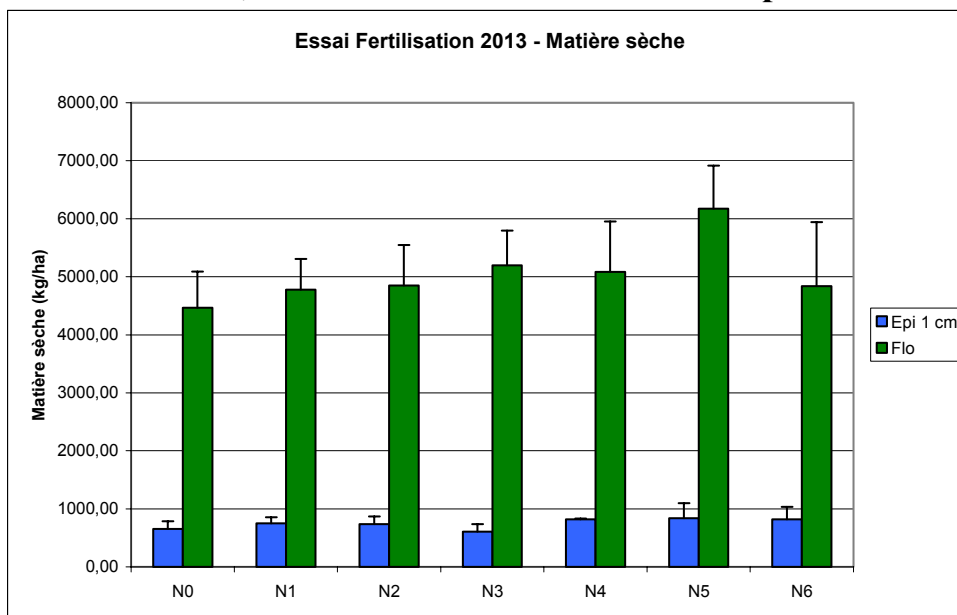
### Températures moyennes mensuelles



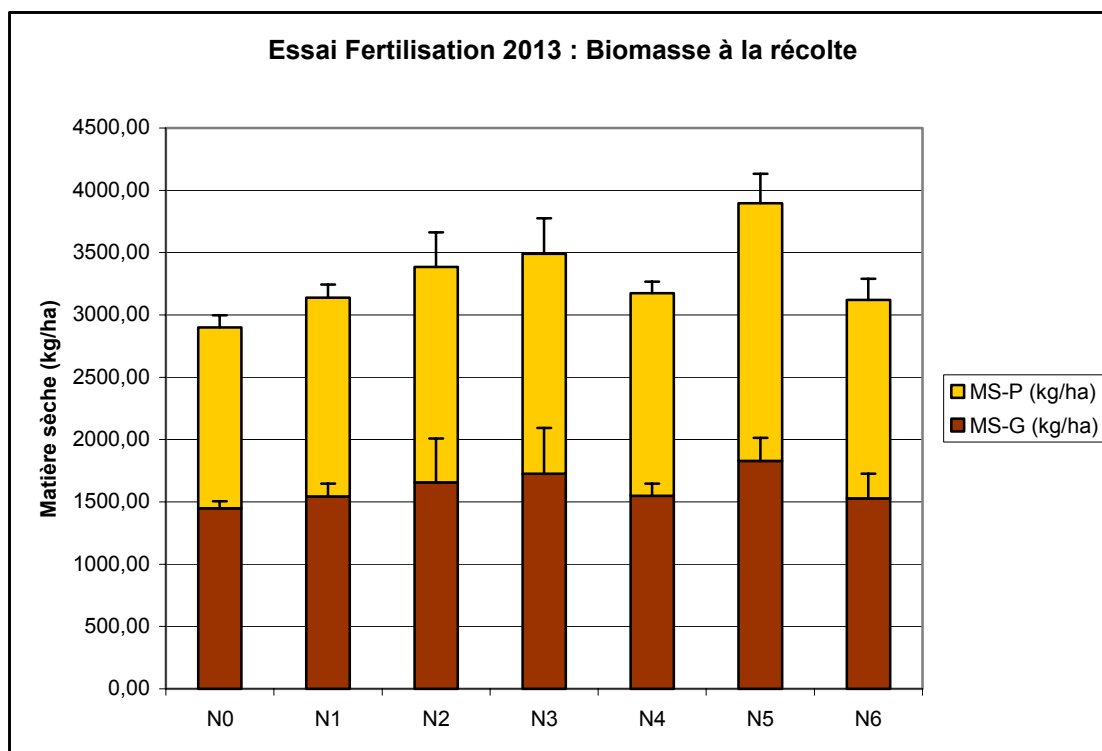
### Précipitations mensuelles



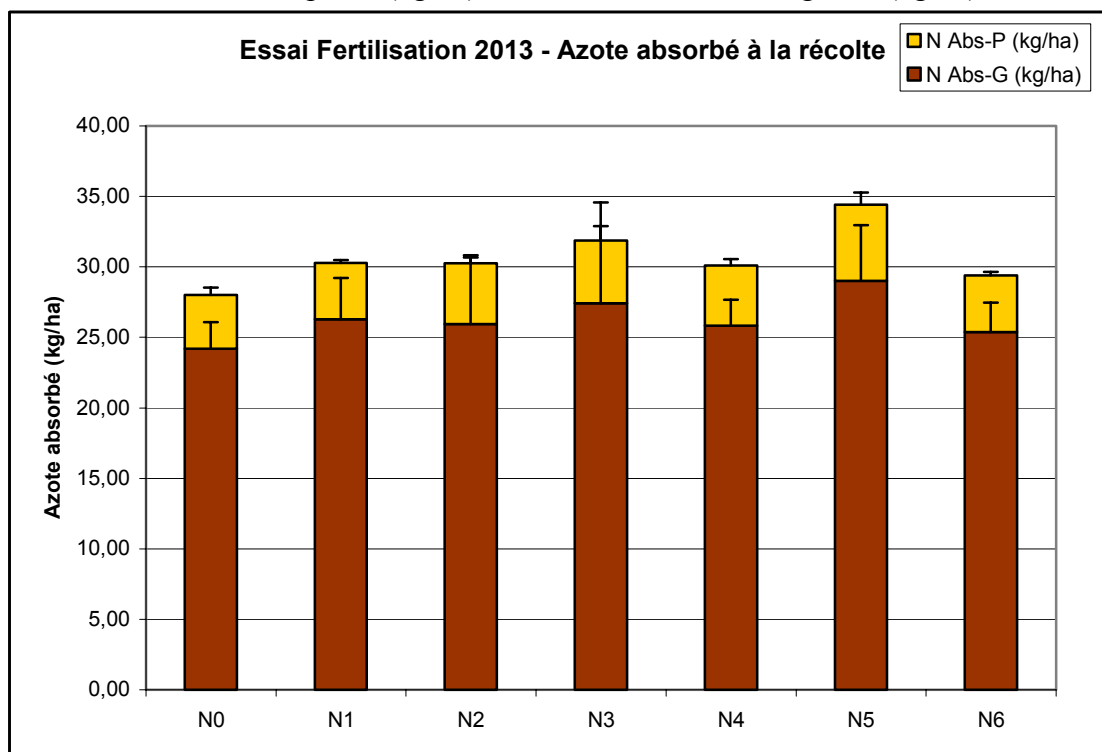
## Annexe 2 : Biomasse, azote absorbé et INN au stade épi 1 cm et floraison



### Annexe 3 : Biomasse et azote absorbé à la récolte



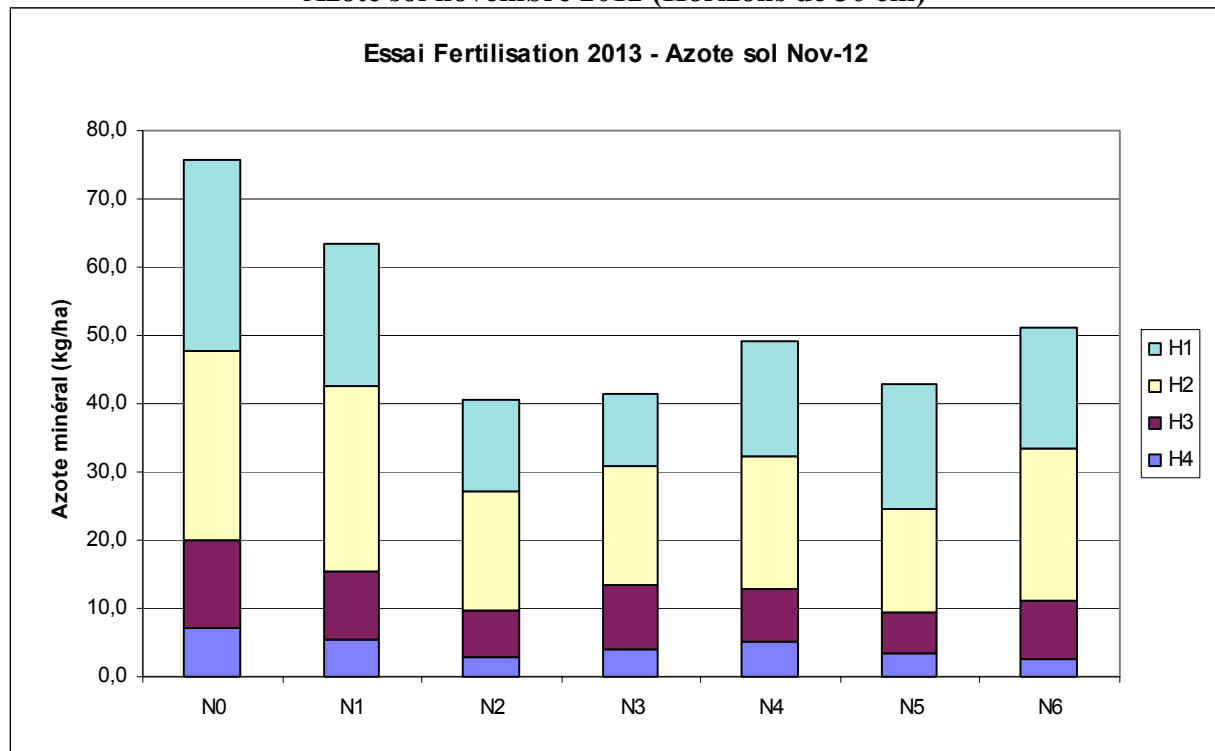
MS-P = matière sèche paille (kg/ha) ; MS-G = matière sèche grains (kg/ha)



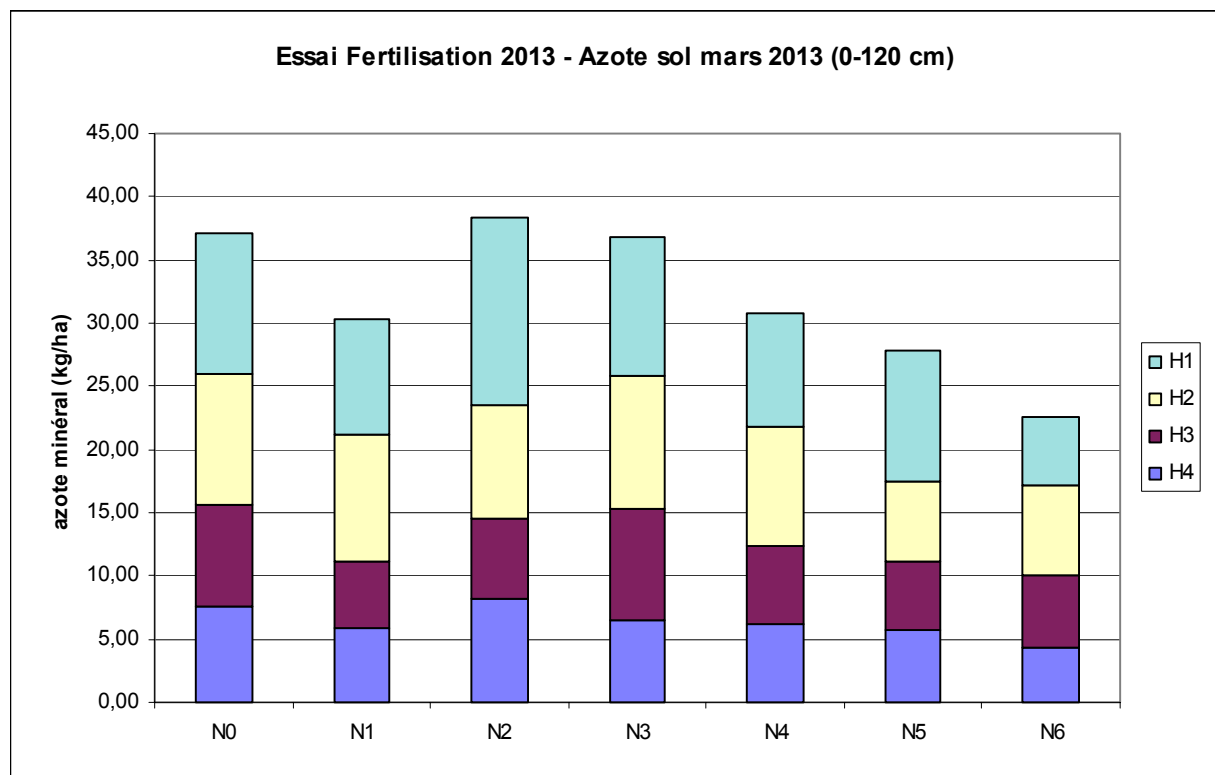
Nabs-P = azote absorbé par les pailles (kg/ha) ; Nabs-G = azote absorbé par les grains (kg/ha)

## Annexe 4 : Azote minéral du sol (détail par horizon)

### Azote sol novembre 2012 (Horizons de 30 cm)



### Azote sol mars 2013 (Horizons de 30 cm)



## Azote sol novembre 2012 (Horizons de 30 cm)

