

Essai Test de fertilisants organiques sur blé tendre biologique Campagne 2010 – 2011



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

Octobre 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 : Test de fertilisants organiques Campagne 2010-11



1 Présentation de l'essai

1.1 Objectif de l'essai

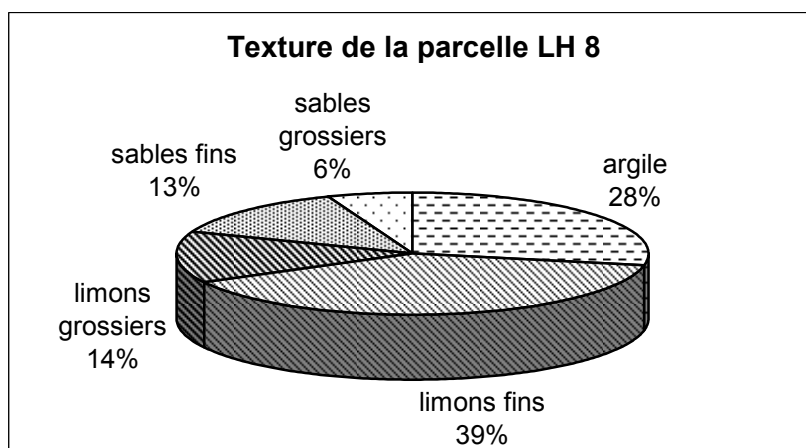
L'objectif de cet essai est de tester quatre fertilisants organiques (farines de plumes hydrolysées ; farine d'os ; fientes de volailles et un mélange composé de fiente de volaille et farine d'os). Ces quatre fertilisants seront testés à une même dose d'azote par hectare, en un apport unique, et pour deux fertilisants l'apport sera également réalisé en fractionné.

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 quatre engrais selon les itinéraires techniques d'apports.

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.

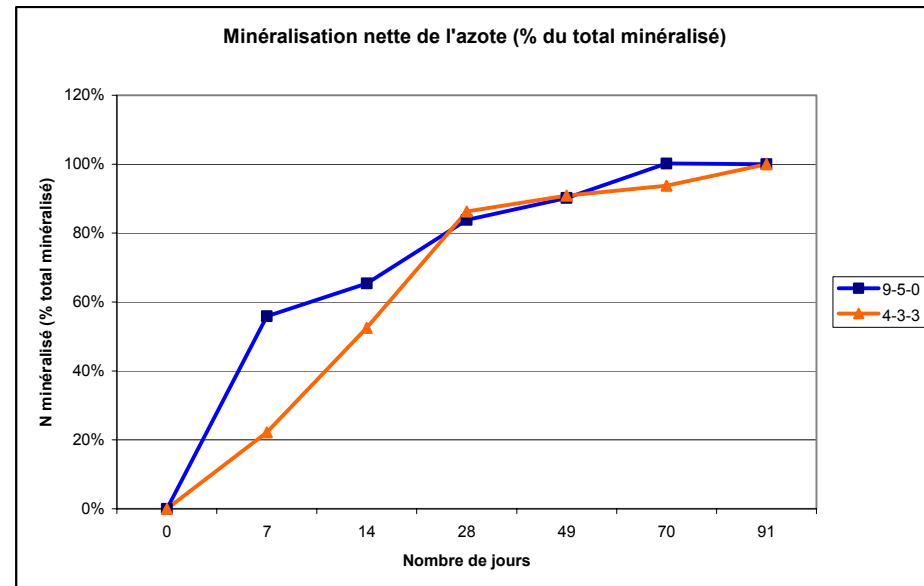
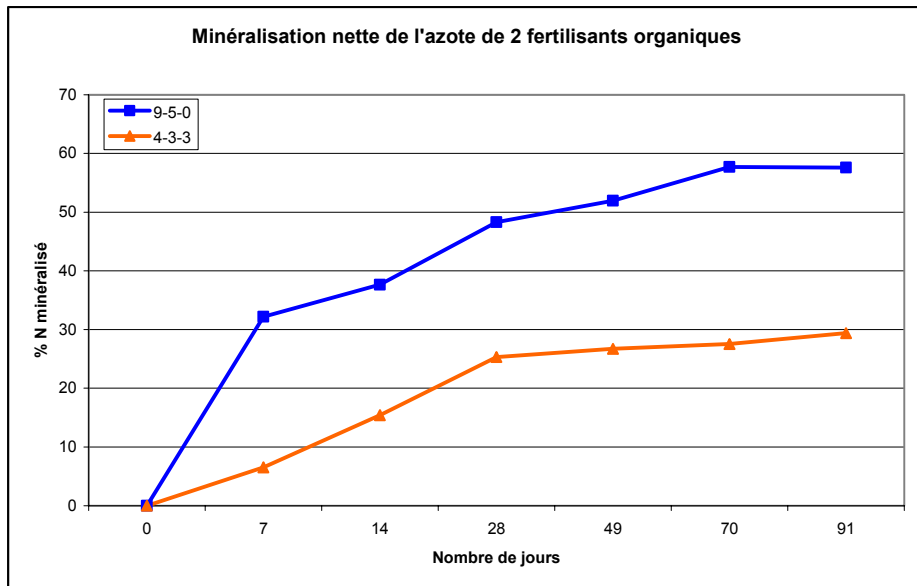
La texture de la parcelle est présentée dans le graphe ci-dessous.



Sur cette parcelle le taux de matière organique s'élève à 1,53 % sur 30 cm.

Tableau 2 : Résultat de l'analyse des fertilisants

g/100g	Farines de Plumes	Farines d'Os	Mélange os+fientes	Fientes volailles
N-P-K Etiquette	13-0-0	9-12-0	7-4-2	4-3-3
Mat. Sèche à 105°C (g/100g MB)	89,4	93,3	87,0	79,1
M.O. par calcination (g/100g MB)	72,64	61,1	57,2	52,76
C org par calcination (g/100g MS)	40,6	32,74	32,9	33,35
Rapport C/N	2,9	3,6	4,9	7,3
N total par analyseur élémentaire	12,55	8,42	5,82	3,60
N ammoniacal	0,18	0,11	0,21	0,2
N nitrique	0,0	0,01	0,0	0,005
N organique	12,37	8,3	5,61	3,4
Phosphore total (P ₂ O ₅)	0,89	11,85	4,24	3,32
Potassium total (K ₂ O)	0,42	1,43	1,54	3,11
Calcium (CaO)	1,08	15,92	8,64	8,86
Magnésium (MgO)	0,14	0,48	0,48	1,37
Soufre (SO ₃)	3,81	-	1,54	-
pH	5,7	6,6	6,7	8,8
Unités réellement apportée/ha (calcul = 90)	86,9	84,2	74,8	81,0



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	
				2 talles	Epi 1 cm
N0	N0	Aucun	-	-	-
N1	PLU	Plumes	13-0-0	-	90 kg
N2	MEL	Os+fientes	7-4-2	-	90 kg
N3	OS	Os	9-12-0	-	90 kg
N4	FIE	Fientes	4-3-3	-	90 kg
N5	PLU-F	Plumes	13-0-0	45 kg	45 kg
N6	OS-F	Os	9-12-0	45 kg	45 kg

1.4 Précisions sur les fertilisants :

Les quatre fertilisants testés ont été envoyés au laboratoire du SAS pour connaître leur valeur fertilisante. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 ci-contre. De plus deux des fertilisants ; fientes de volailles et farine d'os, ont été caractérisés vis-à-vis de leur potentiel de minéralisation (courbe de minéralisation obtenue en conditions contrôlées).

Tous les fertilisants présentent une quantité d'azote inférieure à celle indiquée sur l'étiquette. Vis-à-vis des quantités apportées au champs, le mélange os+fientes est celui pour qui l'écart est le plus important (74,8 kg d'N/ha apporté pour 90 kg/ha selon l'étiquette). Les rapports C/N des fertilisants sont faibles ce qui est signe de minéralisation rapide, avec une valeur plus élevée pour les fientes de volailles.

Pour les deux fertilisants caractérisés vis-à-vis de la minéralisation de l'azote en conditions contrôlées (cf. annexe 1 et graphe ci-contre), nous pouvons dire :

- Os 9-12-0 : la courbe de minéralisation est assez semblable à celle déjà connue pour les fertilisants comme les farines de plumes, c'est-à-dire que la minéralisation est assez rapide 32% du total est minéralisé en 7 jours, soit 55,9% de la minéralisation obtenue après 91 jours. 28 jours après le début de la minéralisation, 84% de ce qui sera minéralisé en 91 jours est minéralisé. Ensuite la minéralisation ralentit pour atteindre une valeur de minéralisation égale à 57,6% de la totalité de l'azote présent au bout des 91 jours.
- Fientes 4-3-3 : la courbe de minéralisation est différente, la vitesse de minéralisation est nettement plus lente avec 6,5% minéralisé en 7 jours soit 22% de la minéralisation totale obtenue après 91 jours. Toutefois comme précédemment au bout de 28 jours 86,2% de ce qui sera minéralisé en 91 jours est minéralisé. Le potentiel total de minéralisation est plus faible pour ce fertilisant, au bout de 91 jours seulement 29,4% de l'azote contenu dans le produit est minéralisé.

1.5 Conduite de la culture.

L'essai est mis en place après une culture de soja en sec. Le semis à cette année a été décalé à la mi-décembre du fait des conditions pluvieuses des mois d'octobre (104,8 mm) et novembre (91,5 mm). Les interventions culturales réalisées sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : itinéraire technique réalisé

Date	Intervention	Outils	Remarques
2 oct-10	Moisson	Moissonneuse	Soja sec, RDT = 17,5 q/ha
11 oct-10	Labour	Charrue	Profondeur = 30 cm
10 déc-10	Semis	Semoir+ H. rotative	Densité 450 grains/m ² , variété Renan
15 mars-11	Fertilisation	Manuelle	45 kg d’N/ha stade 2 talles (modalités concernées)
15 mars-11	Désherbage	Herse étrille	Sol soufflé
22 mars-11	Désherbage	Herse étrille	Sol soufflé
6 avril-11	Désherbage	Herse étrille	
7 avril-11	Fertilisation	Manuelle	90 ou 45 kg d’N/ha stade épi 1 cm, selon les modalités
1 juil-11	Moisson	Moissonneuse	

2 Résultats en végétation

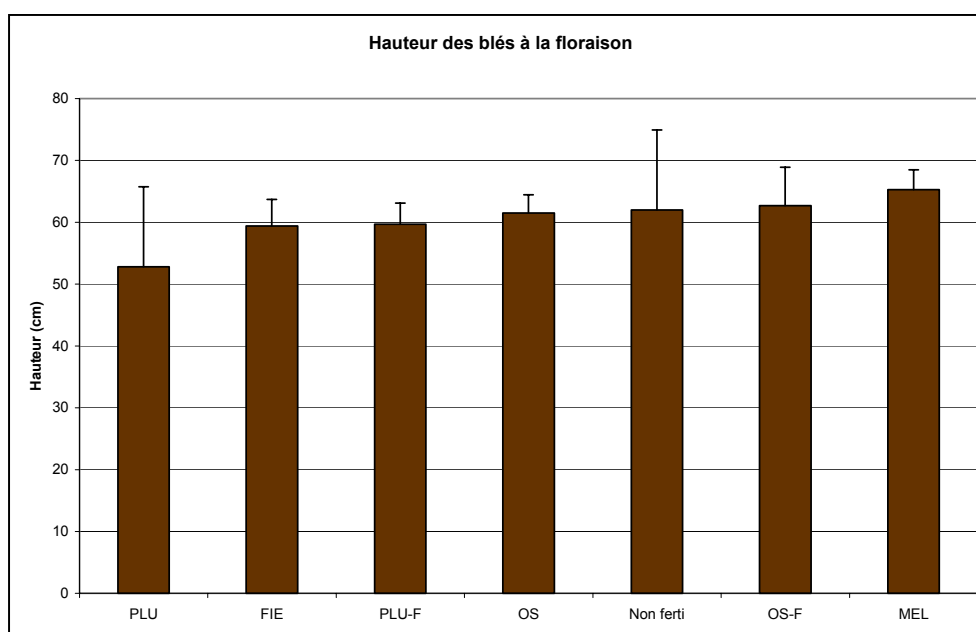
2.1 Développement des cultures

Le semis fut réalisé dans des conditions assez satisfaisantes malgré le léger retard engendré par les précipitations automnales, ce qui a justifié la densité de semis assez importante (206 kg/ha). Les graphes climatiques sont présentés en annexe 2.

Compte tenu de la climatologie fraîche de décembre et janvier, les blés ont mis de l’ordre d’un mois pour atteindre le stade de la levée. Ces températures fraîches ont limité le développement de la culture en début de cycle, le stade épi 1 cm fut atteint tardivement, le 7 avril. Par la suite sont apparus des conditions chaudes et sèches qui ont fortement pénalisées le développement des blés (Cf. encadré « état hydrique des sols »).

2.2 Hauteur en végétation

Des mesures de hauteur ont été réalisées à la floraison. Les différences restent faibles entre modalités, mais ces valeurs montrent bien les contraintes de nutrition hydrique et minérale rencontrées durant cette campagne, par exemple l’an dernier la variété Renan mesurait 85 cm.



Point état hydrique des sols, campagne 2011.

L'état hydrique des sols peut être appréhendé à partir de différentes valeurs. La 1^{ère} de ces valeurs est la réserve utile (RU), qui représente la quantité totale d'eau que peut contenir le sol. La réserve utile correspond à la différence entre l'humidité à la capacité au champ (Hcc) et l'humidité au point de flétrissement (Hpf). Toutefois la totalité de la RU n'est pas accessible aux plantes, on considère que la RU se compose de la réserve facilement utilisable (RFU) plus une réserve de survie (RS). La RFU est en général estimée comme étant égale à 1/2 ou 2/3 de la RU en sols profonds et comme étant égale à 2/3 de la RU en sols peu profonds.

L'humidité à la capacité au champ provient de l'ensemble des mesures réalisées sur la ZR8 (zone référence située juste à proximité de la zone de l'essai) lors des prélèvements de sol pour le dosage de l'azote minéral réalisé plusieurs fois par an dans le cadre du suivi La Hourre. Pour ces dosages la quantité d'eau présente dans la terre est mesurée, on considère que la valeur maximale observée correspond à Hcc. Pour Hpf on considère : $Hpf = Hcc / 2$ (ce facteur varie de 1,8 à 2,2).

A partir de cette méthode, pour la parcelle de l'essai nous obtenons (sur 0-90 cm) :

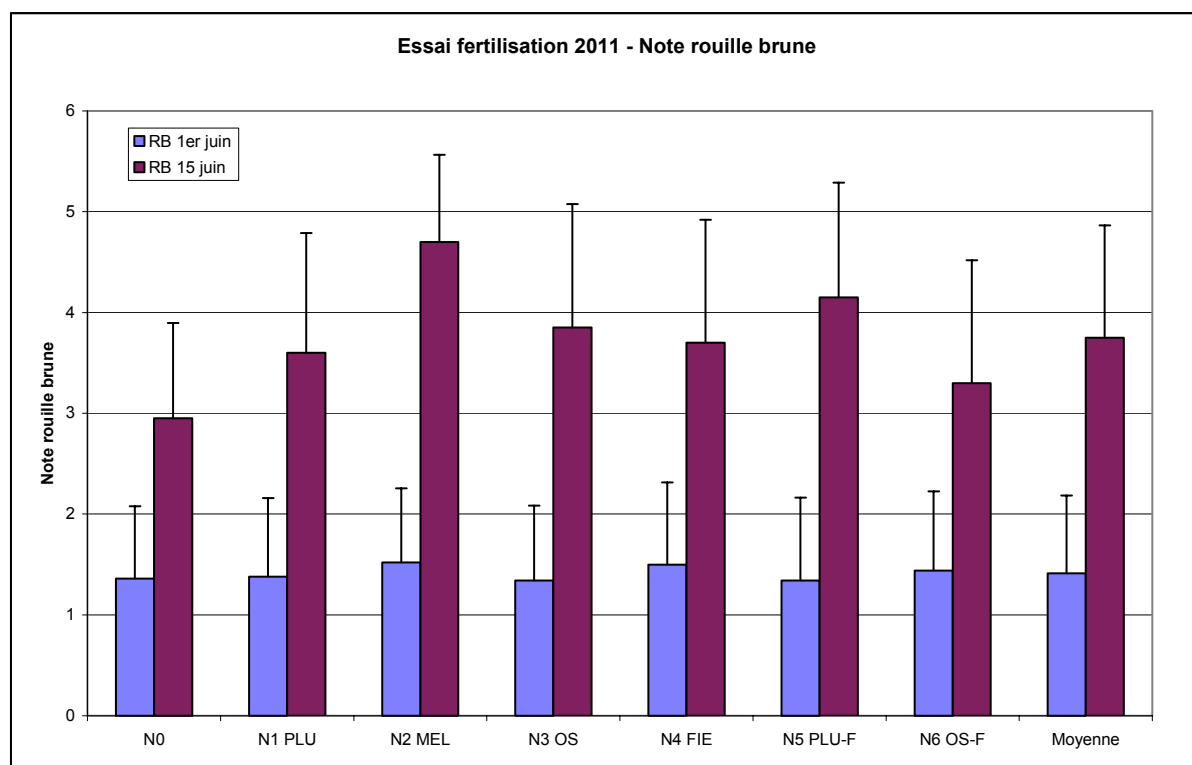
RU = 132,6 mm et donc RFU = 88,4 mm.

Lors des prélèvements de sol réalisé sur l'essai, les mesures de la quantité d'eau dans le sol sont les suivants :

RU (mm)	RFU (mm)	RS (mm)	RU mesurée (mm) stade épi 1 cm	RU mesurée (mm) stade floraison	RU mesurée (mm) récolte
132,6 mm	88,4 mm	44,2 mm	47,5 mm	0 mm	14 mm

Ces mesures reflètent bien le grand état de sécheresse des sols lors de ce printemps. Dès le stade épi 1 cm, la quantité d'eau présente dans le sol était juste au dessus de la RFU. A la floraison les sols sont tellement secs que les cultures ont du approcher le point de flétrissement. Ces stress hydriques très marqués ont fortement influé sur le développement des blés ainsi que sur la minéralisation des fertilisants.

Graphe n°1 : notes rouille brune



2.3 Bio-agresseurs

Le salissement fut modéré sur le dispositif pour deux raisons principales, tout d'abord les conditions fraîches de l'hiver ont engendré des conditions de sol soufflé ce qui a permis d'obtenir une très bonne efficacité de la herse étrille, notamment via son action de recouvrement. De plus les conditions climatiques ont également pénalisé les levées d'adventices au printemps. Des notes de satisfaction furent réalisées sur l'essai, ces notes vont de 1 (essai très propre) à 9 (les adventices sont plus importantes que la culture). Les résultats sont présentés ci-dessous :

Modalités	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Note enherbement	2,2	3	2,2	3	3	3,4	3

Les adventices présentes étaient : Renouées des oiseaux et liseron ; linaira bâtarde ; gaillet ; mourons ; coquelicot, anthémis cotule, fumeterre et chénopodes.

Des observations de ravageurs ont pu montrer une pression importante de pucerons des céréales, ces derniers sont d'abord apparus sur feuille puis ont migrés vers les épis. La pression semblait être identique sur chaque modalité.

En fin de cycle, les précipitations de fin mai ont engendré une apparition de pustules de rouille brune sur les cultures (cf. graphe n°1). Des notations : note de 0 (absence de rouille brune) à 9 (plus de 90% du feuillage attaqué) ont été réalisées à deux dates. La pression fut relativement modérée malgré une augmentation de la pression en toute fin de cycle. Le 1^{er} juin la pression est faible sans grandes différences entre modalités. Quinze jours plus tard, on observe quelques différences entre modalités :

- La modalité N2 avec le mélange os+fiente présente les plus fortes attaques
- Les modalités N5 plumes fractionné, N3 os, N4 fientes et N1 plumes sont équivalentes avec une pression de l'ordre de 3,8
- La modalité N6 avec l'os en fractionné présente le niveau d'attaque le plus faible parmi les modalités fertilisées
- Le témoin non fertilisé est la modalité la moins touchée.

Tableau 4 : Composantes du rendement

Modalités	Plantes/ m²	Tallage	Epi/m²	Grains/épi	Grains/m²	PMG (g)	Hauteur (cm)
N0	318,3	0,84	265,7	13,9	3677,1	45,9	62,0
N1 PLU	288,9	0,88	253,4	18,2	4599,7	47,1	58,7
N2 MEL	317,7	0,87	276,9	16,6	4601,4	46,4	65,3
N3 OS	293,1	0,81	238,3	16,9	3953,8	46,7	61,5
N4 FIE	294,3	0,83	245,1	17,5	4006,7	46,7	59,4
N5 PLU-F	302,6	0,79	238,0	17,0	4048,0	46,7	59,7
N6 OS-F	305,1	0,81	247,4	16,9	4188,4	47,0	62,7
Moyenne	302,9	0,83	252,1	16,7	4153,6	46,6	61,3

2.4 Composantes du rendement (Cf. tableau 4)

Les pertes à la levée sont moyennes avec 32,7% de perte mesurées en sortie d'hiver, ce qui correspond à une densité moyenne de 302,9 plantes/m² levées.

Par contre la climatologie printanière a fortement pénalisé les cultures qui ont subies des pertes de pieds. Le tallage est inférieur à 1, et les densités épis sont faibles avec en moyenne 252 épis/m². Les comptages du nombre d'épis sont réalisés lors de la floraison des cultures. L'étude statistique ne permet pas de distinguer les différentes modalités vis-à-vis de leurs densités épis, ainsi il semble que les deux modalités avec un apport à 2 nœuds n'ont pas permis de contrer la perte de plante, leurs densités épis sont équivalentes aux autres modalités.

Remarque : les valeurs de grains/épi ; grains/m² et rendement sont issus de mesures réalisées sur des échantillons nettoyés après récolte.

La fertilité épi (nombre de grains/épi) est cette année très faible avec en moyenne 16,7 grains/épi, soit moins de la moitié des valeurs habituelles. Deux choses peuvent permettre d'expliquer la faiblesse de cette composante :

- Les conditions climatiques : le stress hydrique a un impact sur le nombre d'épi ainsi que sur le nombre de grains/épis, avec en règle général un déficit de grain dans la partie supérieure de l'épi ainsi que des pertes d'épillets sur la partie inférieure de l'épi. De plus les excès thermiques peuvent fortement limiter le nombre de grains/épi si ceux-ci sont observés soit pendant la méiose (stérilité femelle) soit pendant les 2 à 3 jours avant la floraison.
- La nutrition azotée qui fut probablement très déficitaire, de part une faible minéralisation des fertilisants (Cf. CAU ci-après) et par la difficultés à prélever l'azote disponible du fait de la contrainte hydrique.

On notera également qu'au sein de l'essai variété, mis en place sur la même parcelle, la variété Renan est celle présentant la plus faible fertilité épi.

Ainsi, les densités grains (grains/m²) mesurées sont également faibles avec en moyenne 4 154 grains/m². L'étude statistique ne permet pas de différencier les modalités pour ces deux composantes, mais à nouveau les apports fractionnés ne semblent pas avoir permis une production de grain plus importante que les apports uniques, ni l'inverse.

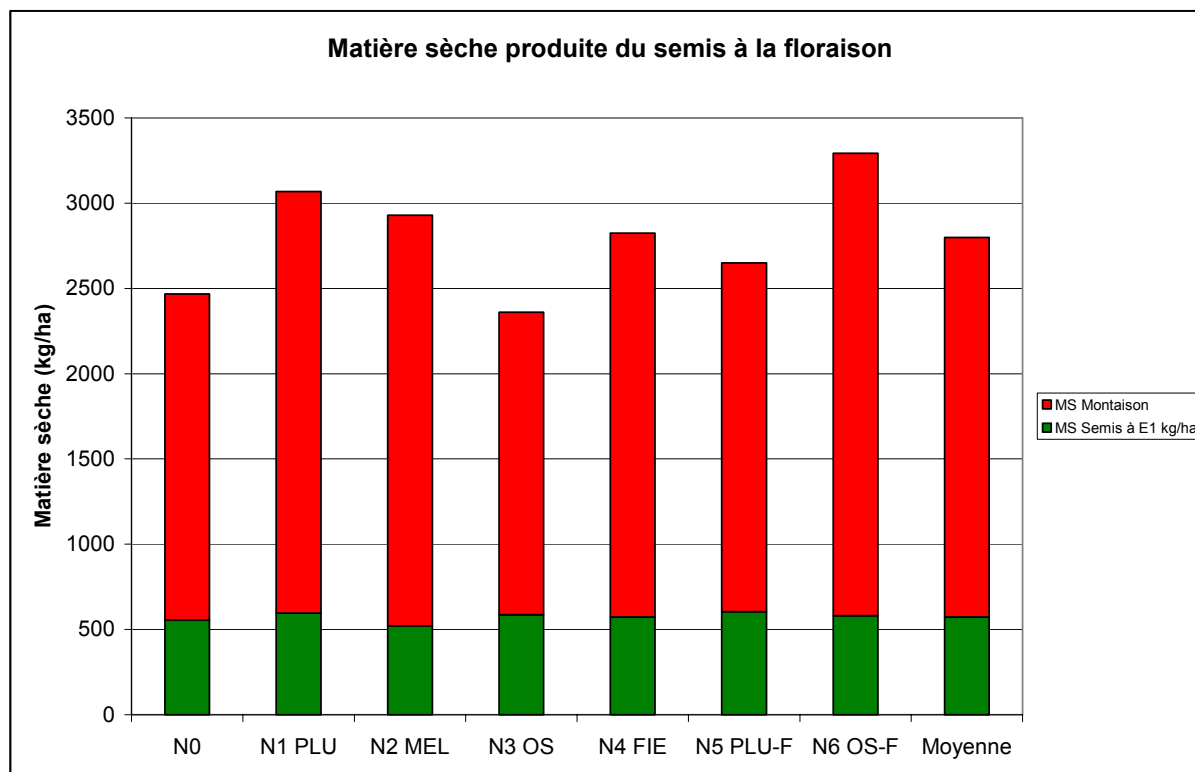
En ce qui concerne le PMG, le faible nombre de grains produits ainsi que le retour de quelques précipitations fin mai ont permis un remplissage des grains satisfaisant en terme de PMG.

Tableau 5 : Suivi des biomasses, des quantités d'azote absorbé et INN

Stade	Epi 1 cm (7 avril 2011)			Floraison (16 mai 2011)			
	Modalités	BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN	BM (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN
N0		554,9	13,5	0,55	2 466,9	21,6	0,24
N1 PLU		595,4	13,9	0,53	3 068,6	24,7	0,25
N2 MEL		521,1	12,2	0,53	2 929,1	32,0	0,33
N3 OS		586,3	14,0	0,54	2 360,6	24,9	0,29
N4 FIE		574,3	13,7	0,54	2 824,6	25,8	0,27
N5 PLU-F		604,6	13,0	0,49	2 648,6	24,9	0,27
N6 OS-F		581,7	14,7	0,57	3 292,0	29,8	0,29
Moyenne		574,0	13,6	0,54	2 798,6	26,2	0,28

Légende : BM = Biomasse = matière sèche (kg/ha) ; BM-P = Biomasse paille ; BM-G = Biomasse grains ; INN = Indice de nutrition azoté ;
 Nabs = Azote absorbé (kg/ha) ; Nabs-P = azote absorbée paille ; Nabs-G = azote absorbée grain ;
 Nabs-PA = Azote absorbée parties aériennes.

Graph 2 : biomasse produite du semis à la floraison



2.5 Biomasse, prélèvements azoté, et indice de nutrition azoté aux stades épi 1 cm et floraison (Cf. tableau 5 et graphe n°2)

Au stade épi 1 cm, les biomasses sont très faibles avec 574 kg_{MS}/ha produite, alors que la moyenne pluriannuelle s'élève à 1,1 t_{MS}/ha. La teneur en azote dans les plantes est conforme à la moyenne, alors que compte tenu des faibles biomasses produites, cette valeur aurait dû être plus importante. Ainsi les quantités d'azote absorbées à ce stade sont très faibles avec 13,6 kg d'N/ha pour une moyenne pluriannuelle de 26 kg d'N/ha. L'indice de nutrition azoté est déjà faible à ce stade avec une valeur moyenne de 0,54 toutefois cette valeur est équivalente à la moyenne pluri annuelle.

A ce stade aucune différence significative n'est observée entre modalités.

A la floraison, les biomasses sont toujours faibles avec en moyenne 2,8 t_{MS}/ha produite, pour une moyenne pluriannuelle de 5,6 t_{MS}/ha. La teneur en azote dans les plantes est plus faible que d'habitude (1,1% en moyenne) et donc les quantités d'azote prélevées sont très faibles avec 26,2 kg d'N/ha pour une moyenne pluriannuelle de 55 kg d'N/ha. Compte tenu des très faibles biomasses produites, la valeur de l'INN ne permet pas vraiment d'estimer la carence des cultures, elle permet principalement de comparer les modalités entre elles.

Pour la floraison des petites différences s'observent au niveau de la biomasse produite. La modalité avec farine d'os fractionné permet d'acquérir la biomasse la plus importante. Inversement la modalité farine d'os en un apport décroché. Les autres modalités ont un positionnement intermédiaire.

3 Résultats à la récolte

3.1 Rendement et PS (Cf. tableau 6 et graphe n°3).

Le rendement moyen de l'essai est faible avec 19,4 q/ha. L'analyse de variance sur le rendement permet de classer les modalités :

- La modalité N1 Plume au stade épi 1 cm sort en tête
- La modalité non fertilisé sort dernière
- Les autres modalités sont équivalentes en terme de rendement.

En moyenne, les modalités fertilisées ont permis un gain de 2,9 q/ha par rapport au témoin non fertilisé.

Les PS sont très proches pour l'ensemble des modalités avec une moyenne de 78,5 kg/hl, cette valeur satisfaisante, comme pour les PMG, est lié au faible nombre de grain produit ainsi qu'à la valorisation des pluies de fin mai.

On notera que ce sont les modalités avec un apport de fertilisant fractionné qui ont permis les PS les plus conséquents.

Graph 3 : Rendement aux normes

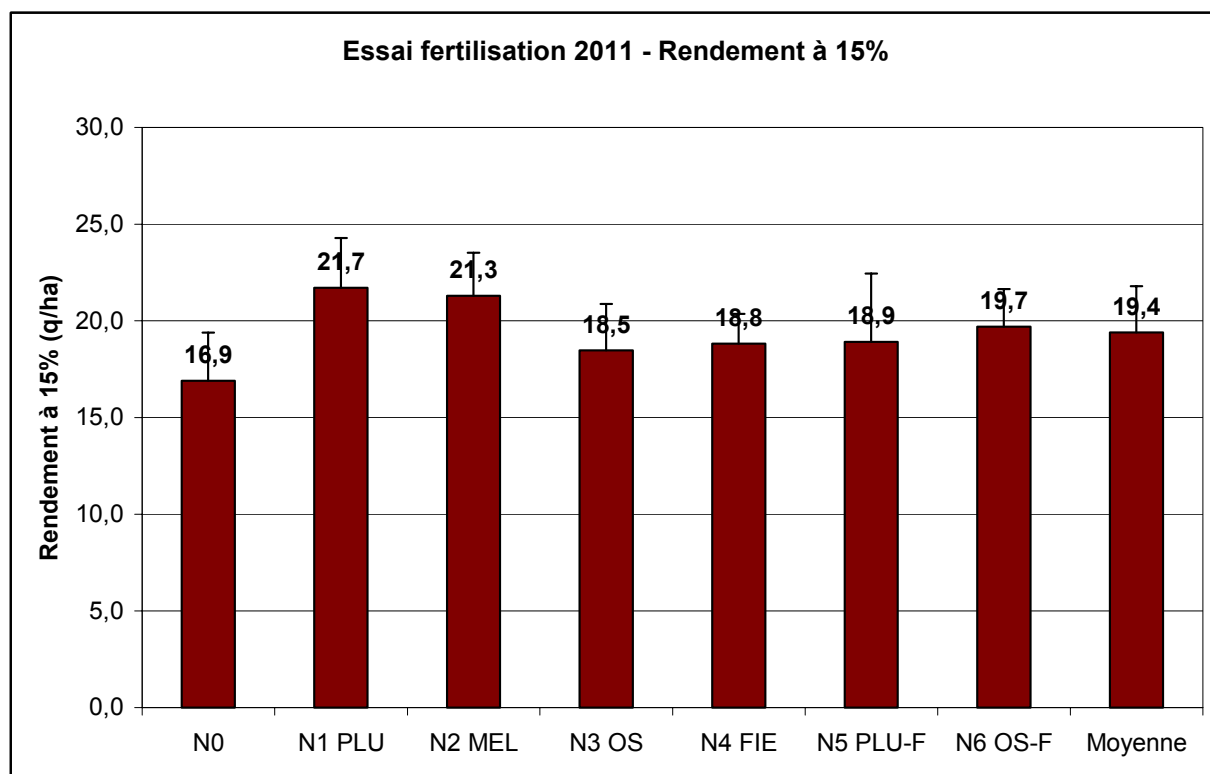


Tableau 6 : Rendement, % protéine et PS

Modalités	Rendement 15% (q/ha)	GH	% Protéine	GH	PS (kg/hl)	GH
N0	16,9	B	11,0	D	78,1	B
N1 PLU	21,7	A	11,7	C	78,6	AB
N2 MEL	21,3	AB	12,7	A	78,4	AB
N3 OS	18,5	AB	12,2	ABC	78,5	AB
N4 FIE	18,8	AB	12,0	BC	78,3	AB
N5 PLU-F	18,9	AB	12,3	AB	78,9	A
N6 OS-F	19,7	AB	12,4	AB	78,9	A
Moyenne	19,4		12,0		78,5	

3.2 Protéines et alvéographe (Cf. tableau 6 et graphes 4 et 5).

Les teneurs en protéines sont assez élevées avec une moyenne de 12%, toutefois compte tenu des faibles rendements ces valeurs auraient pu être plus élevées. L'analyse statistique permet le classement suivant :

- La modalité N2 fertilisée avec le mélange fiente+os sort en tête de l'essai avec 12,7%.
- Viennent ensuite N6 les farines d'os et N5 les plumes toutes deux en fractionné avec 12,35% de protéines
- La modalité N3 fertilisée au stade épi 1 cm avec les farine d'os atteint les 12,2%
- La modalité N4 avec les fientes dépasse juste les 12%
- La modalité N1 avec les plumes sort dernière des modalités fertilisées
- le témoin non fertilisé se classe dernier avec 11% de protéine

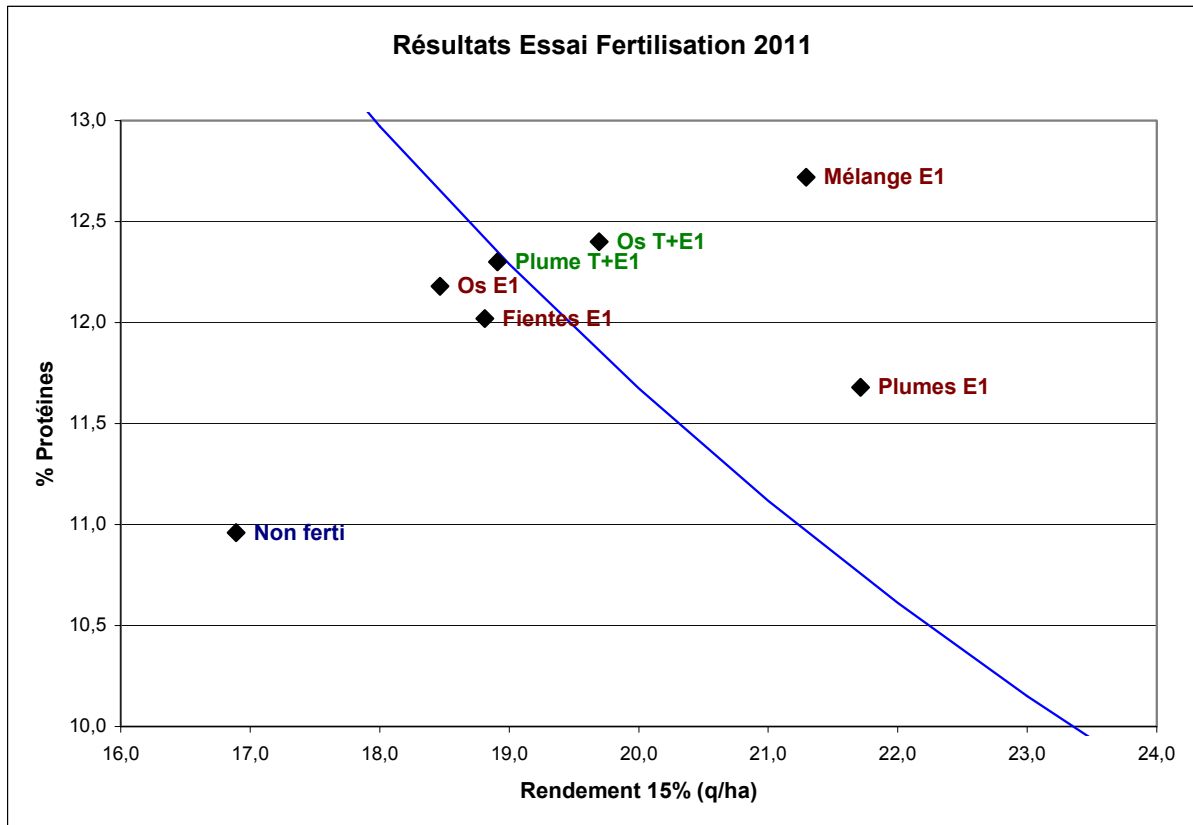
Le graphe n°4 présente les résultats pour le rendement et la teneur en protéine. La courbe sur le graphique représente la valeur moyenne du rendement x protéine, ainsi les points situés au dessus de la courbe ont mieux valorisé l'azote que la moyenne de l'essai et inversement pour ceux situés sous la courbe.

Deux modalités semblent avoir mieux valorisé l'azote cette année, la modalité N1 avec les plumes en un apport au stade épi 1 cm, qui a utilisé l'azote principalement pour le rendement, et la modalité avec le mélange os+fientes en un apport unique au stade épi 1 cm qui a valorisé l'azote pour le rendement et la teneur en protéine.

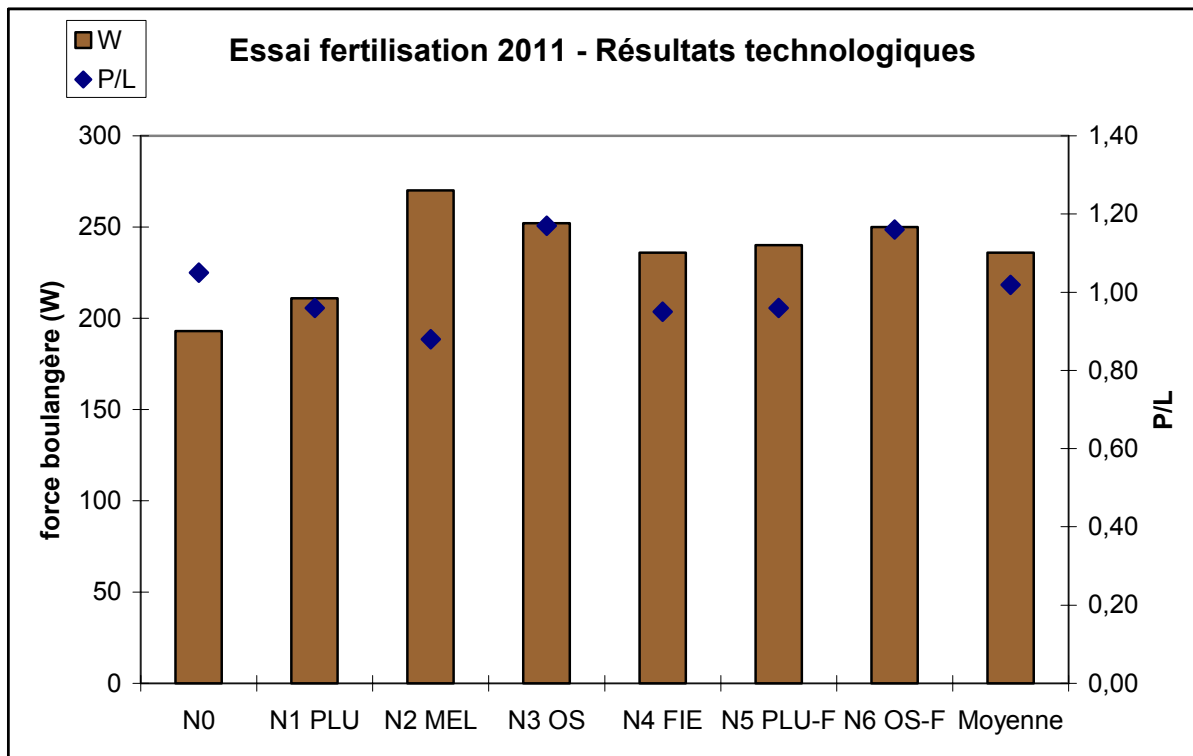
Compte tenu des teneurs en protéine somme toute satisfaisante, la valeur de la force boulangère est assez élevée avec une moyenne de 236 (la valeur doit dépasser 200 pour être considérée comme satisfaisante pour la panification). Seul le témoin non fertilisé présente une force boulangère juste en deçà de 200 avec 193. La modalité fertilisée avec le mélange os+fientes qui permet d'obtenir la teneur en protéine la plus élevée permet également d'obtenir la meilleure note de force boulangère avec 270.

Les P/L qui représente l'équilibre de la pâte entre ténacité (P) et l'allongement (L) varient relativement peu. Les valeurs s'étalent de 0,88 pour la modalité fertilisé avec le mélange et 1,16 ou 1,17 pour les modalités fertilisées avec les farines d'os en fractionné et en un apport unique.

Graphe 4 : Rendement et teneur en protéines



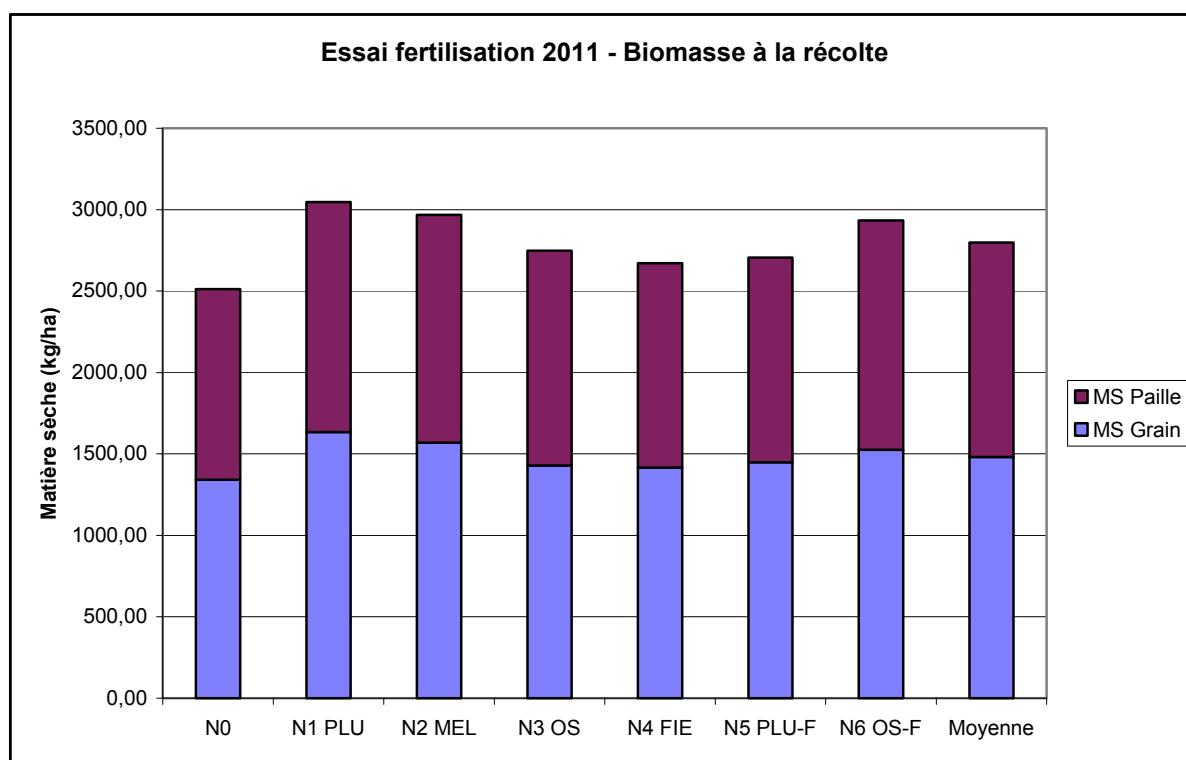
Graphe 5 : résultats technologiques



3.3 Biomasse et azote absorbé à la récolte (graphes n°6).

La sécheresse ainsi que les excès thermiques ayant perduré jusqu'en début d'été, les résultats à la récolte sont très inférieurs à la moyenne pluriannuelle. La biomasse des grains est cette année en moyenne de 1,48 t_{MS}/ha pour une moyenne pluriannuelle de 3,3 t_{MS}/ha. Pour les pailles la moyenne de 2011 est de 1,3 t_{MS}/ha pour 4,3 t_{MS}/ha en moyenne pluriannuelle. On constatera que cette année la sécheresse a fortement limité la biomasse des pailles, qui fut les années précédentes toujours supérieure à celle des grains.

Graphe 6 : Biomasse produite à la récolte



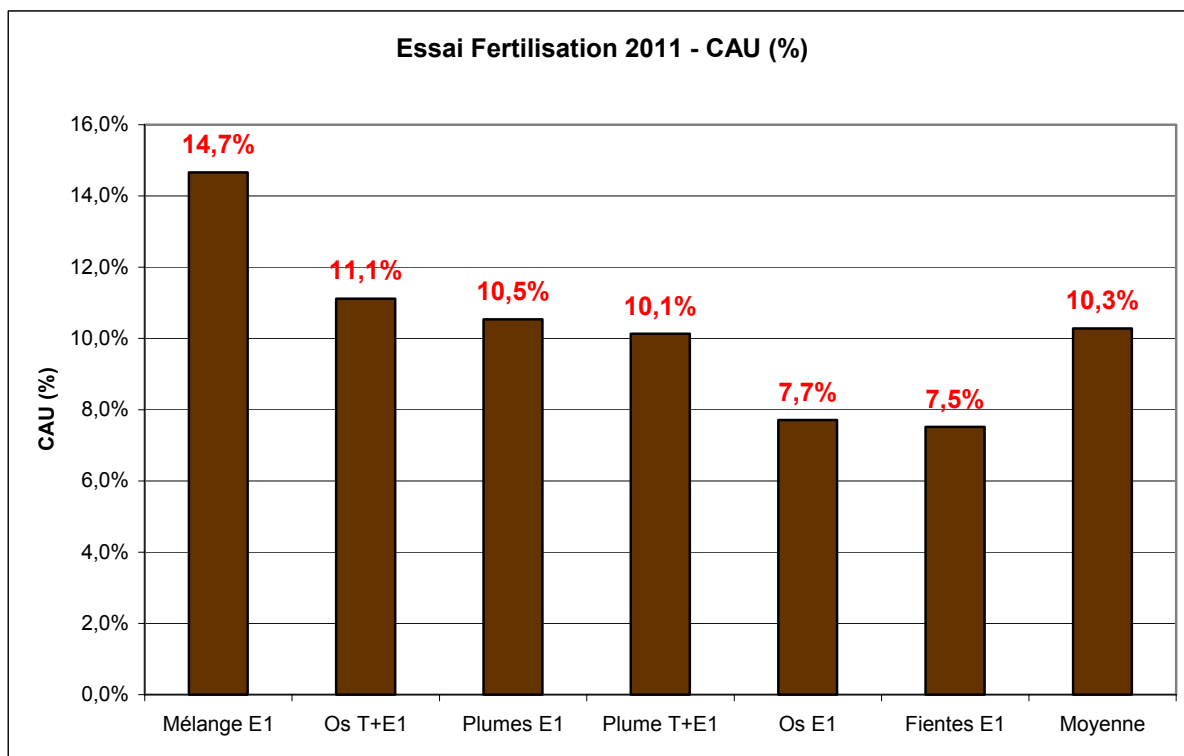
Compte tenu de ce que nous venons de voir, les quantités d'azote absorbées sont donc très faibles cette année avec 28,7 kg d'N/ha dans les grains (53,7 kg d'N/ha pour la moyenne pluriannuelle) et de 5,0 kg d'N/ha dans les pailles (18,1 kg d'N/ha pour la moyenne pluriannuelle).

3.4 Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais (graphe n°7)

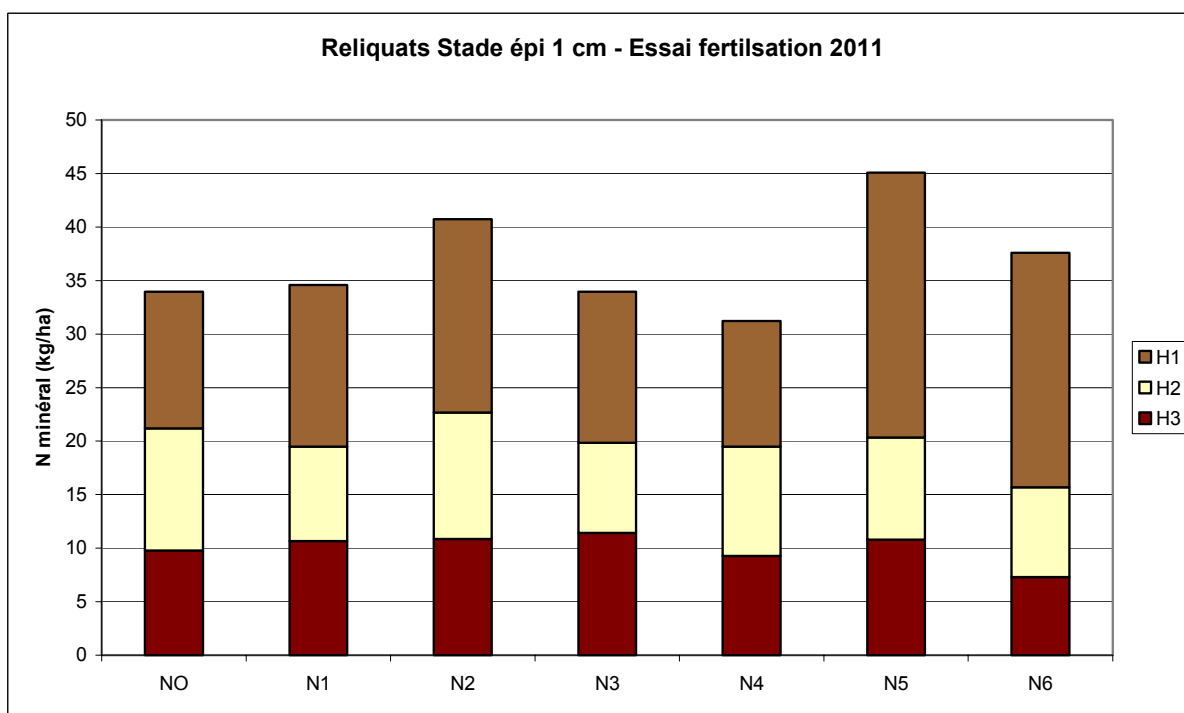
Compte tenu des faibles prélèvements azotés en végétation, l'efficacité de l'engrais fut cette année très limitée. Les gains d'azote absorbé lié aux fertilisants sont faibles (8,5 kg/ha en moyenne). Ces faibles valeurs font que les CAU sont particulièrement bas (Cf. graphe n°7). L'efficacité moyenne est de 10,3% c'est-à-dire que seulement 10% des unités apportés ont été absorbé par la plante.

	Nabs_PA (kg/ha)	Gain d'N (kg/ha)	CAU
N0	26,4		
N1 PLU	35,5	9,2	10,5%
N2 MEL	37,4	11,0	14,7%
N3 OS	32,9	6,5	7,7%
N4 FIE	32,5	6,1	7,5%
N5 PLU-F	35,2	8,8	10,1%
N6 OS-F	35,7	9,4	11,1%
Moyenne	33,7	8,5	10,3%

Graphe 7 : Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) des engrais testés



Graphe 8 : N minéral (kg/ha) stade épi 1 cm



Le mélange à base d'os+fientes apporté au stade épi 1 cm semble être le plus efficace cette année, alors que ces mêmes produits pris individuellement montrent les résultats les plus faibles. Les plumes présentent un résultat assez similaire quelque soit le mode d'apport (fractionné ou non) alors que les farines d'os montrent une meilleure efficacité avec l'apport fractionné plus précoce.

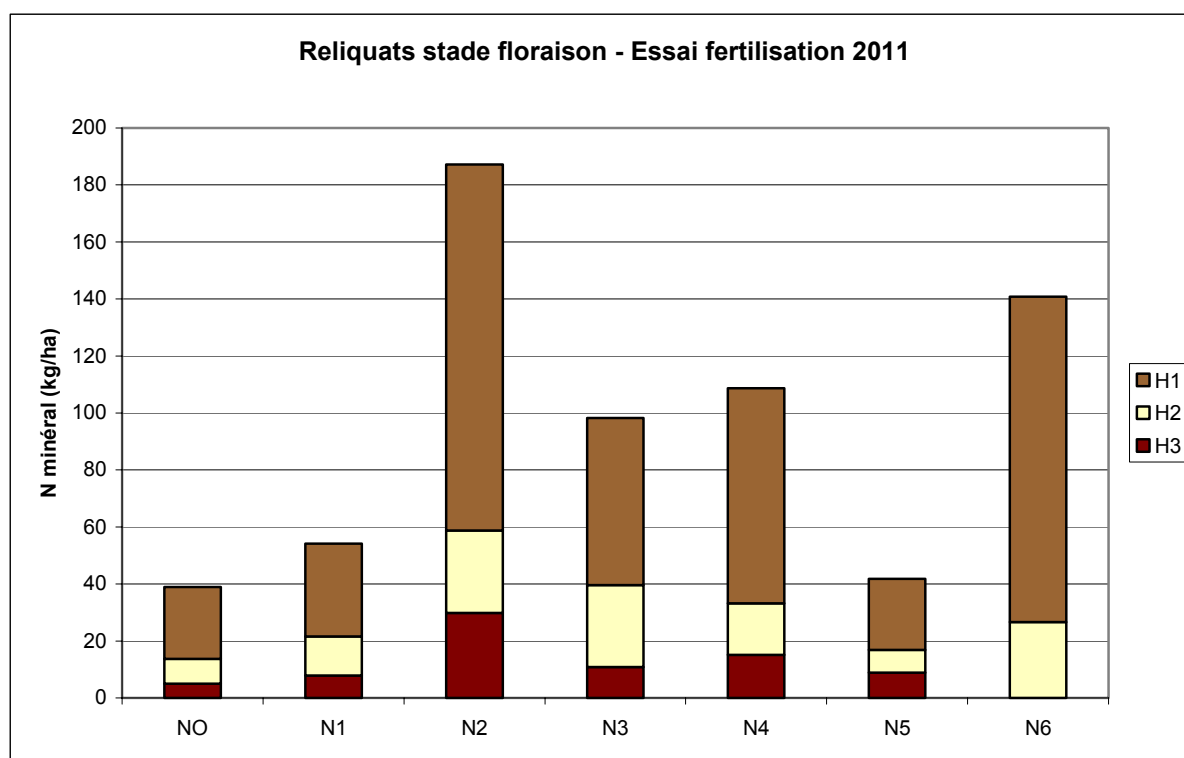
3.5 Suivi de l'azote minéral du sol.

Des prélèvements ont été réalisés pour mesurer la quantité d'azote disponible sur 90 cm à trois périodes : au stade épi 1 cm ; à la floraison et à la récolte. Les résultats sont présentés dans les graphes 8 à 10.

Au stade épi 1 cm, la valeur moyenne des modalités n'ayant pas reçu d'apport de fertilisant à 2 talles est de 43 kg d'N/ha bien réparti sur les 3 horizons. Les modalités avec apports à 2 talles, montrent une quantité d'azote plus importante dans le 1^{er} horizon ce qui laisse supposer que les fertilisants ont débuté leur minéralisation. La modalité N6 présente toutefois une quantité d'azote proche des modalités n'ayant pas reçues de fertilisant de part un troisième horizon plus pauvre en azote.

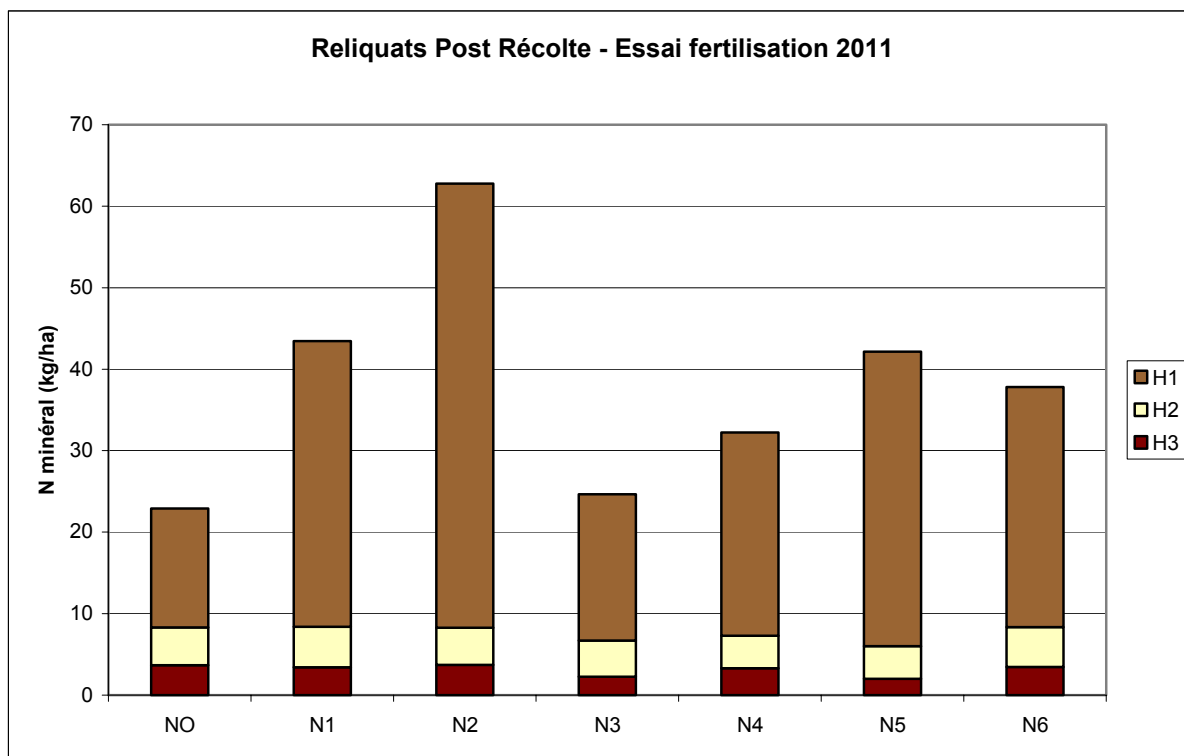
A la floraison les résultats sont difficiles à interpréter, car certains dosage montre des quantités importantes d'azote sous forme ammoniacal, ce qui laisse supposer que soit nous étions sur une période de minéralisation des fertilisants, soit qu'il y a eu un problème de décongélation au laboratoire. A noter que les sols étaient tellement sec lors de ces prélèvements, que le 3^{ème} horizon de la modalité N6 n'a pu être prélevé.

Graph 9 : N minéral (kg/ha) stade floraison

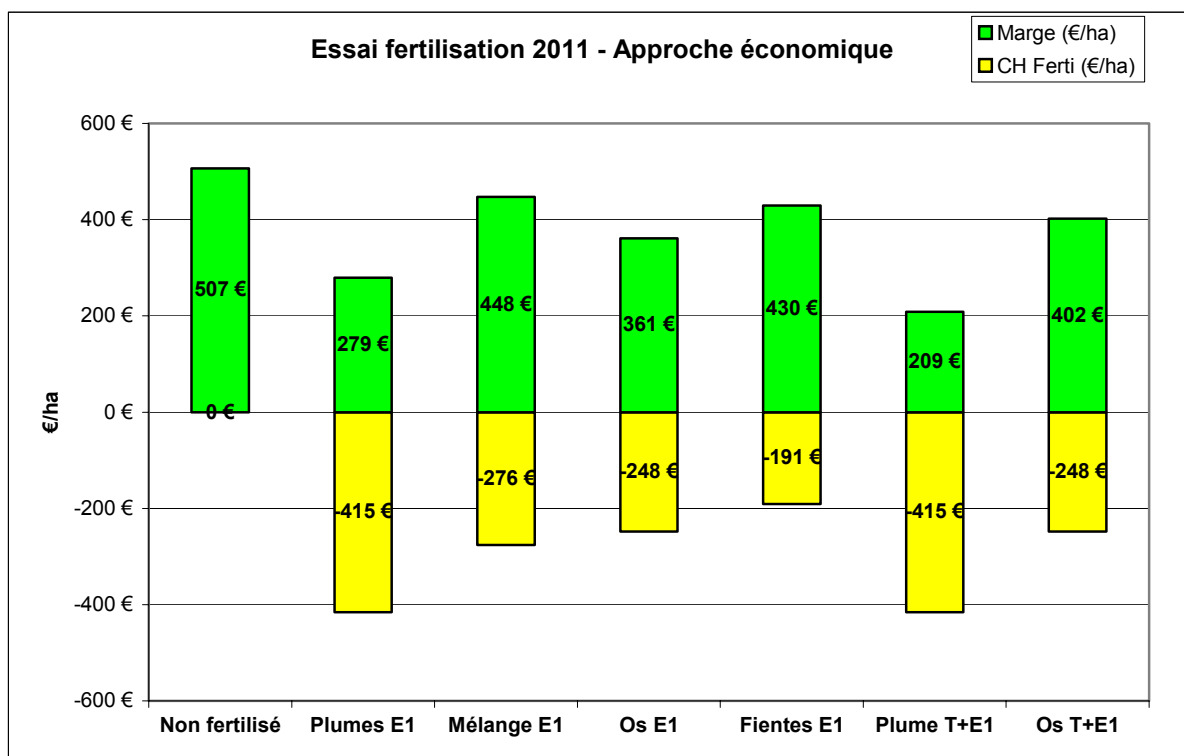


Après récolte, la 1^{ère} chose que l'on observe est que l'azote est très majoritairement contenu dans le 1^{er} horizon, ce qui laisse à penser qu'une partie non négligeable des fertilisants a été minéralisé tardivement, après la période de prélèvement par les cultures, peut être après les précipitations de fin mai.

Graphe 10 : N minéral (kg/ha) stade récolte



Graphe 11 : Approche économique



3.6 Approche économique simple :

Une approche économique tenant compte uniquement du produits du blés et du coûts des fertilisants a été réalisé. Les bases de cette approche sont les suivantes :

- Coût de la farine de plume = 600 €/t
- Coût de la farine d'os = 248 €/t
- Coût du mélange os+fientes = 215 €/t
- Coût des fientes = 85 €/t
- Prix du blé précisé dans le tableau ci-contre.

Prix du blé	
% Protéine	Prix (€/t)
< 10	280,00 €
10,00 à 10,49	290,00 €
10,50 à 10,99	300,00 €
11,00 à 11,49	310,00 €
11,50 à 11,99	320,00 €
12,00 à 12,49	330,00 €
12,50 à 12,99	340,00 €

Les résultats sont présentés dans le graphe n° 11 ci-contre.

Cette année compte tenu de la très faible efficacité des fertilisants, c'est le témoin non fertilisé qui permet la marge la plus élevée. Les farines de plumes malgré une efficacité assez satisfaisante pour l'année présente une faible marge liée à leur coût élevé. Les fientes présente une marge satisfaisante de part leur faible coût mais leur action fut très limitée. Enfin le mélange permet une marge assez satisfaisante car c'est le produit ayant le mieux fonctionné cette année.

4 Conclusion et discussion.

La campagne 2010-2011 ne fut pas particulièrement propice à la production de blés biologiques. Les semis ont été décalé à la mi-décembre du fait des précipitations d'octobre et novembre. Le temps froid qui a suivi en décembre et janvier n'a pas aidé les cultures en terme de développement, le tallage fut inexistant, nous avons même rencontré des pertes de pieds. La climatologie qui devient chaude et sèche (absence de précipitations et présence du vent d'Autan séchant) a continué à perturber le développement des cultures. Les biomasses produites cette année sont très basses avec pour la 1^{ère} fois une production de grains supérieur à celle des pailles. Les forts coups de chaleur et la contrainte hydrique ont donc limité les composantes du rendement, la densité épi fut faible tout comme le nombre de grain par épi. Seul le PMG présente des valeurs proches de la moyenne.

Ces conditions de sol très sec (la RFU était quasiment épuisée au stade épi 1 cm, et le point de flétrissement atteint à la floraison) furent également très défavorables à la minéralisation des fertilisants, ces derniers présentent des CAU très faibles proche de seulement 10% d'efficacité. Cette très faible efficacité des fertilisants fut constatée sur la France entière, y compris en agriculture conventionnelle, ARVALIS dans un article de *perspectives agricoles* (n° 385, janvier 2012, pp37-39) indique que les conditions de valorisation des engrais furent les plus mauvaises depuis 25 ans.

En ce qui concerne les fertilisants testés nous pouvons dire :

- Farine de plume 13-0-0 : apporté en une fois au stade épi 1 cm, ce fertilisant permet comme chaque année d'atteindre le niveau de rendement le plus élevé notamment en permettant un nombre de grain/épi le plus élevé parmi l'ensemble des modalités testées. Par contre ce fertilisant utilisé en fractionné avec un apport plus précoce montre des résultats très différents. Le rendement est plus faible que pour l'apport unique à épi 1 cm mais les teneurs en protéines obtenus sont supérieures peut être parce que le rendement est plus faible étant donné que les quantités totales d'azote absorbées par la culture sont équivalentes quel que soit l'itinéraire technique d'apport (tout comme le reliquat post récolte).
- Farine d'os 9-12-0 : pour ce fertilisant, l'apport unique au stade épi 1 cm n'a pas été bien valorisé. Par contre l'apport en fractionné fut plus efficace car il permet à la fois un gain de rendement et de protéine par rapport à l'apport unique. Ce produit semble minéralisé plus lentement que les autres fertilisants, ce qui se retrouve aussi au niveau du reliquat post récolte qui est le plus important dans le 1^{er} horizon notamment pour l'apport unique au stade épi 1 cm.
- Les fientes de volailles 4-3-3 : testées uniquement avec l'apport unique, ce fertilisant présente les résultats parmi les plus faibles des modalités testées. Sa minéralisation semble être longue notamment peu de temps après l'apport, ce que confirment les courbes de minéralisation en conditions contrôlées.
- Mélange os+fientes : de façon surprenante alors que chacun des ingrédients utilisés en pur ont déçu, ce fertilisant présente cette année les meilleurs résultats avec le CAU le plus élevé et la meilleure valorisation de l'azote. Son niveau de rendement est légèrement inférieur à celui des plumes pour une teneur en protéine supérieure de 1%.

Pour ce qui est des périodes d'apports, jusqu'à présent l'apport unique au stade épi 1 cm était le plus efficace. Cette remarque n'est pas remise en cause mais doit être pondérée par la vitesse de minéralisation du fertilisant. En effet pour le fertilisant à base de farine d'os utilisé sur sol calcaire, pour lequel nous observons régulièrement une plus faible efficacité, il semble que la réalisation d'un apport plus précoce, comme celui réalisé cette année à deux talles soit plus efficace. Toutefois les conditions de la campagne ayant été très particulières cette remarque devra être confirmée par la suite.

Annexe 1 : minéralisation de l'azote en conditions contrôlée



ANALYSE RÉALISÉE POUR :
CREAB MIDI-PYRENEES L. LAFFONT

ORGANISME :
CREAB
CREAB MIDI-PYRENEES LEGTA
AUCH BEAULIEU-RTE DE MIRANDE
32020 AUCH CEDEX 9

N° de laboratoire 1892345	Référence échantillon Référence : 9-5-0 (OS) Commune : AUCH CEDEX 9 Station :	Dates repères Date de prélèvement : 22/02/2011 Date de réception : 28/03/2011 Date de sortie : 05/10/2011
--	---	---

Échantillon analysé :

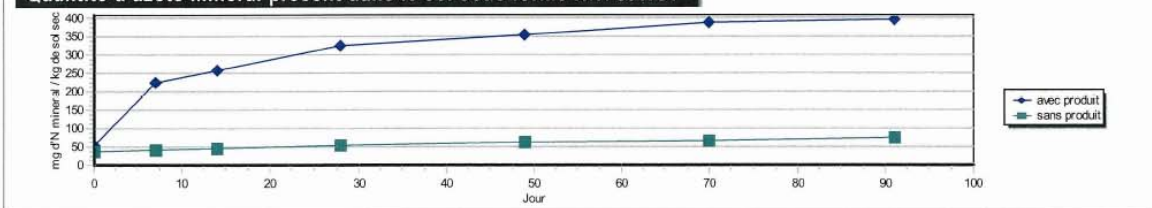
Type produit : ENGRAIS ORGANIQUE

MINÉRALISATION DE L'AZOTE

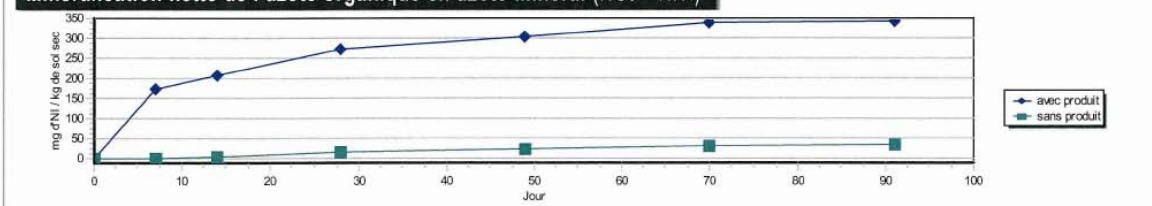
Résultats de la minéralisation de l'azote

	Unité		J0	J7	J14	J28	J49	J70	J91
Quantité d'azote minéral présent dans le sol sous forme NH ₄ et NO ₃	mg d'N minéral / kg de sol sec	avec produit	52.96	226.64	259.63	324.66	355.11	390.23	395.50
		sans produit	37.46	40.13	44.19	52.82	63.78	68.41	74.13
Minéralisation nette de l'azote organique en azote minéral (NO ₃ + NH ₄)	mg d'N minéral / kg de sol sec	avec produit	0.00	173.67	206.66	271.70	302.15	337.27	342.53
		sans produit	0.00	2.67	6.73	15.36	26.32	30.95	36.67
N minéralisé (+) ou immobilisé (-)	% d'azote organique du produit		0.00	32.20	37.65	48.28	51.94	57.69	57.60

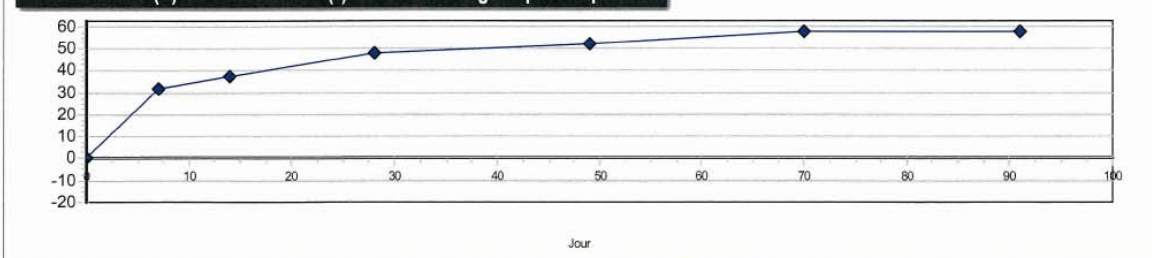
Quantité d'azote minéral présent dans le sol sous forme NH₄ et NO₃



Minéralisation nette de l'azote organique en azote minéral (NO₃ + NH₄)



N minéralisé (+) ou immobilisé (-) en % de N organique du produit



N° de laboratoire 1892346	Référence :	4-3-3 (FIENTES VOLAILLE)	Dates repères Date de prélèvement : 22/02/2011 Date de réception : 28/03/2011 Date de sortie : 05/10/2011
	Commune :	AUCH CEDEX 9	
Station :			

Échantillon analysé :

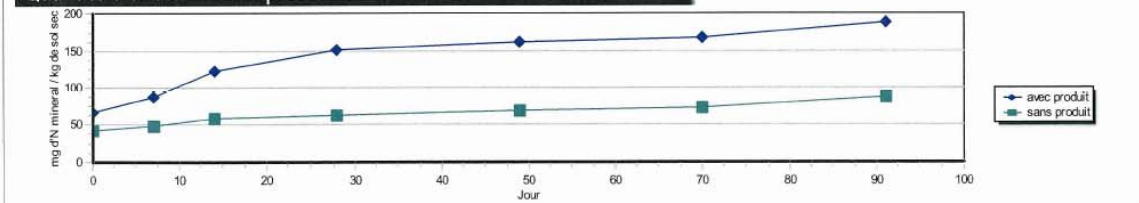
MINÉRALISATION DE L'AZOTE

Type produit : ENGRAIS ORGANIQUE

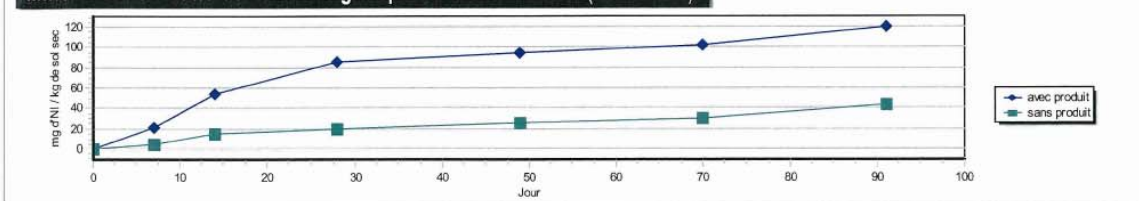
Résultats de la minéralisation de l'azote

	Unité		J0	J7	J14	J28	J49	J70	J91
Quantité d'azote minéral présent dans le sol sous forme NH ₄ et NO ₃	mg d'N minéral / kg de sol sec	avec produit	67.00	88.07	121.66	151.64	160.67	168.23	186.84
		sans produit	43.81	48.11	58.81	63.31	68.82	74.20	88.08
Minéralisation nette de l'azote organique en azote minéral (NO ₃ + NH ₄)	mg d'N minéral / kg de sol sec	avec produit	0.00	21.08	54.66	84.65	93.67	101.23	119.84
		sans produit	0.00	4.30	14.99	19.50	25.01	30.38	44.27
N minéralisé (+) ou immobilisé (-)	% d'azote organique du produit		0.00	6.53	15.43	25.34	26.70	27.55	29.39

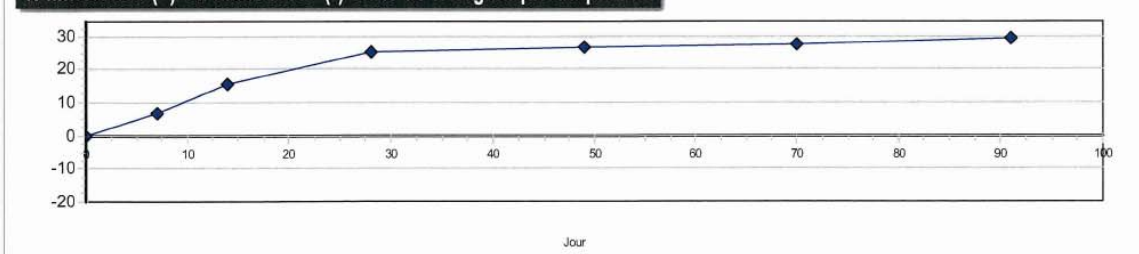
Quantité d'azote minéral présent dans le sol sous forme NH₄ et NO₃



Minéralisation nette de l'azote organique en azote minéral (NO₃ + NH₄)



N minéralisé (+) ou immobilisé (-) en % de N organique du produit



Annexe 2

