

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

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

**Essai Test de l'effet de
l'enfouissement du fertilisant
sur blé tendre biologique
Campagne 2014 – 2015**



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

loiccreab@gmail.com ou

laurentcreab@gmail.com

Le CREAB MP est membre du



:

Janvier 2016

Action réalisée avec le concours financier de :



FranceAgriMer

La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée

Résultats de l'essai :
Test de l'enfouissement du
fertilisant sur blé biologique
Campagne 2014-15



1 Présentation de l'essai

1.1 Objectif de l'essai

Le CREAB MP travaille depuis de nombreuses années sur l'effet des fertilisants organiques du commerce. Les différents essais conduits précédemment ont permis de préciser la dose totale à apporter (comprise entre 80 et 100 unités d'azote/ha selon les reliquats) ; de tester la date d'apport et le fractionnement (meilleur compromis avec un apport unique au stade épi 1 cm) ; et de comparer l'efficacité de différents fertilisants.

Toutefois, malgré une variation interannuelle très importante (de 5% à 45% d'efficacité) l'efficacité des fertilisants restent faible avec une moyenne générale de l'ordre de 26% sur les 5 dernières années (article Alter Agri n°134, nov-déc 2015, pp13-17). Le CREAB a donc décidé de tester des moyens permettant d'augmenter l'efficacité des fertilisants. La 1^{ère} hypothèse testée, est que l'enfouissement du fertilisant permettra d'augmenter son efficacité, c'est l'objet de l'essai mis en place durant cette campagne.

1.2 Situation de l'essai

L'essai fut implanté chez un producteur bio pratiquant le binage des blés à St-Elix-Theu dans le Gers. Les sols sont des terrasses d'alluvions anciennes, constituée d'argile et d'argile à galets recouverts de limons. Les sols sont assez superficiels avec une couche caillouteuse dès 60 cm.

L'antécédent est une culture de soja, le précédent une orge d'hiver non récoltée suivie par un soja en dérobé.

1.3 Modalités étudiées

L'essai est mis en place en blocs de Fischer à 5 répétitions, toutefois très rapidement une répétition a dû être abandonnée car très hétérogène. Les modalités étudiées sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Modalités étudiées

Modalité	Enfouissement	Dose d'N (kg/ha)
N0	Surface	-
N0-ENF	Enfoui	-
N60	Surface	60
N60-ENF	Enfoui	60
N100	Surface	100
N100-ENF	Enfoui	100
N140	Surface	140
N140-ENF	Enfoui	140

1.4 Précisions sur les fertilisants :

Le fertilisant utilisé est du 7-4-2 composé d'un mélange de protéines animales transformées (PAT) et fientes de volailles, fournie par la société Violleau.

Une analyse du fertilisant fut réalisée au laboratoire, les résultats sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : composition du fertilisant

Paramètre	Valeur
Matière organique (% brut)	67,70
Matière sèche (% brut)	90,3
Matière organique (% sec)	75,0
C organique / N total	4,6
Azote total (% brut)	7,39
Dont N nitrique (% brut)	0
Dont N ammoniacal (% brut)	0,2
Dont N organique (% brut)	7,19
Phosphore P2O5 (% brut)	5,61
Potassium K2O (% brut)	1,46
Magnésium MgO (% brut)	0,61
Calcium CaO (% brut)	9,74

Le fertilisant correspond au fertilisant organique habituel : son C/N est bas avec une valeur de 4,6, la teneur en azote totale est conforme voire légèrement supérieure à la mention de l'étiquette avec très peu d'azote minérale (2,7% du total). La teneur en phosphore est également supérieure à la teneur prévue mais celle en potassium un peu inférieure.

Comme le dosage du fertilisant a pu être réalisé avant apport, les doses prévues correspondent aux doses réellement apportées sur l'essai.

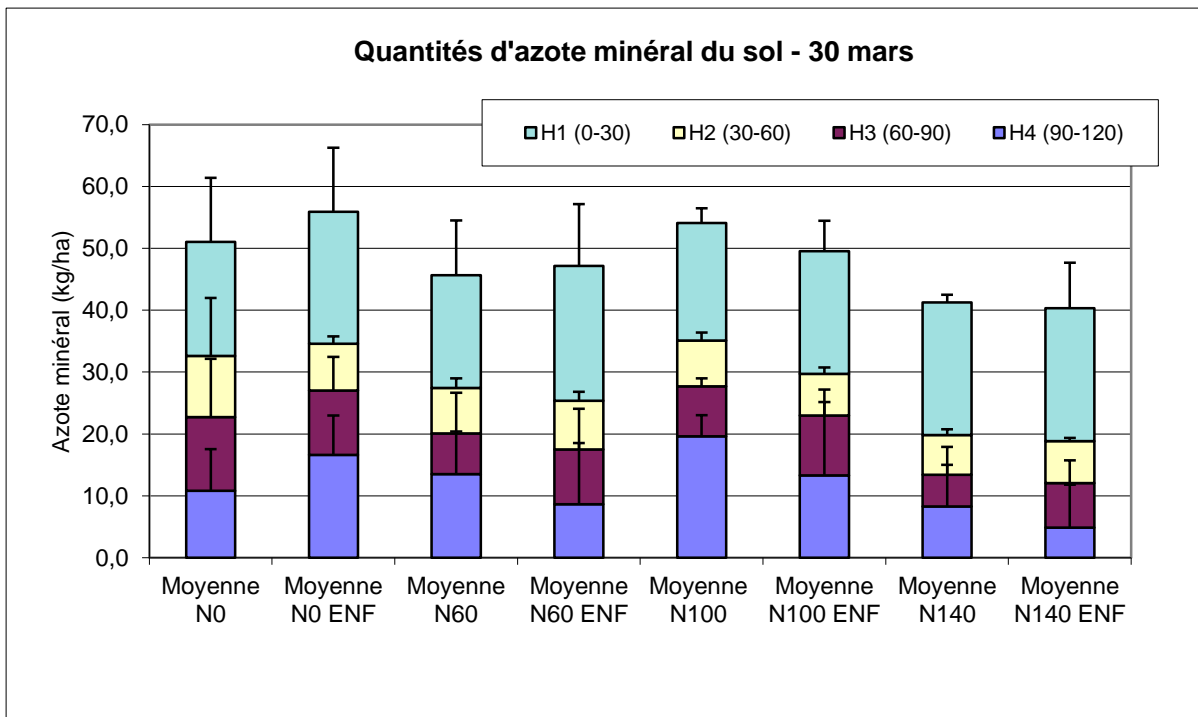
1.5 Conduite de la culture.

L'itinéraire technique réalisé est présenté dans le tableau 3 ci-dessous :

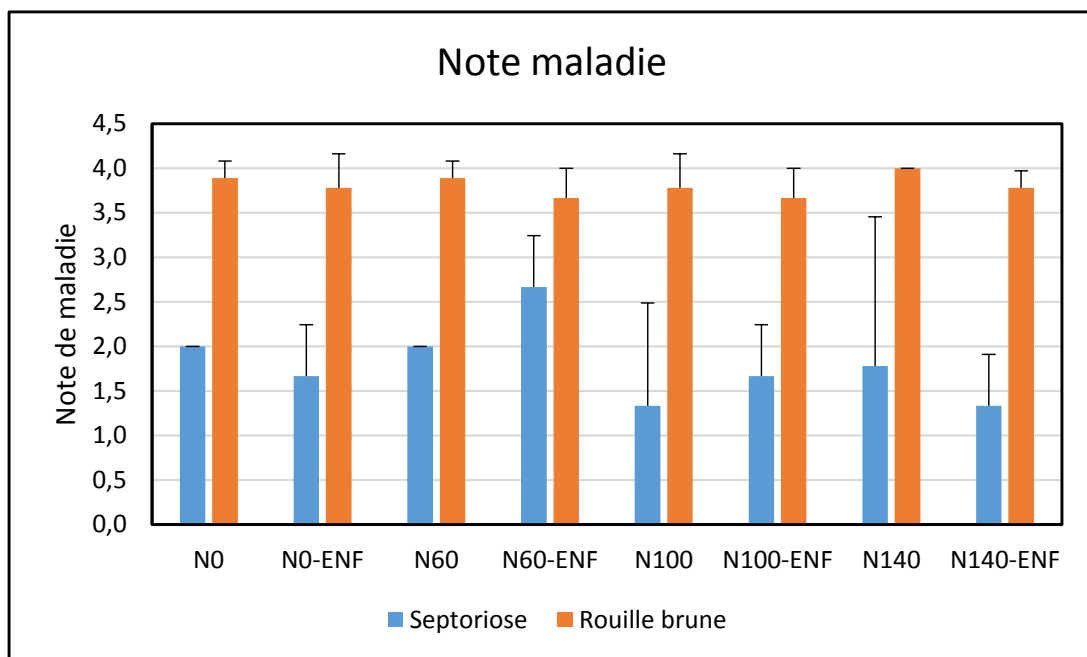
Tableau 3 : itinéraire technique réalisé

Date	Intervention	Outils	Remarques
12 nov-14	Semis	Semoir en ligne	Semis à 35 cm d'écartement, variété Skerzzo, 160 kg/ha
8 janv-15	Désherbage	Houe rotative	Tout l'essai
15 janv-15	Désherbage	Houe rotative	Tout l'essai, sens opposé au 1 ^{er} passage
28 janv-15	Désherbage	Herse étrille	Tout l'essai
2 avril-15	Désherbage	Bineuse	Tout l'essai
10 avril-15	Fertilisation	Manuel	Apport des différentes doses
10 avril-15	Enfouissement	Bineuse	Uniquement modalités enfouies
6 juillet15	Récolte	Moissonneuse pour essai	

Graphe n°1 : Azote sol avant apport de fertilisant



Graphe n°2 : Notations de maladies



2 Résultats en végétation

2.1 Climatologie – Difficultés Rencontrées (cf. année climatique en annexe 1)

Après un début d'hiver (décembre et janvier) où les précipitations furent inférieures à la moyenne, février fut plus arrosé. Le temps humide a perduré en mars. Il est resté proche de la moyenne en avril puis fut chaud et sec pour toute la fin de cycle. Ces conditions ont permis la réalisation d'interventions de désherbage en janvier (houe rotative et bineuse), puis en avril (bineuse). Toutefois, malgré 3 interventions de désherbage mécanique en plein, l'essai a subi une forte concurrence par les ray-grass. Ces derniers, peu sensibles aux moyens mécaniques, se sont fortement développés, et nous ont contraints à réaliser des prélèvements pour mesurer leur biomasse. Le binage a en partie limité ce problème mais de nombreux ray-grass sont restés présents sur le rang (sur tout l'espace non biné). De plus le retour des précipitations peu de temps après le binage a fait que certains ray-grass sont repartis en végétation.

2.2 Développement des cultures

Le stade épi 1 cm est apparu un peu plus tardivement que d'habitude, autour du 1^{er} avril. Les prélèvements ont pu être réalisés au stade, mais l'apport de fertilisant fut décalé de quelques jours car les conditions de sols humides n'étaient pas propices au binage des blés.

La floraison est apparue le 20 mai, à une date habituelle, les températures élevées de début mai ont accéléré l'apparition de ce stade par rapport au décalage du stade épi 1 cm. La moisson fut précoce, le 6 juillet toujours en lien avec les conditions chaudes et sèches.

2.3 Suivi azote du sol avant apport d'engrais

Des prélèvements de sol furent réalisés autour du 20 mars pour connaître les quantités disponibles avant apport de fertilisant. Les résultats sont présentés dans le graphe n°1. Au stade épi 1 cm, les quantités disponibles sont moyennes avec 48,1 kg d'N/ha sur 120 cm, sans grosse différence entre modalités. L'azote reste majoritairement présent dans le 1^{er} horizon, mais les quantités du dernier horizon montre qu'il y eu probablement un peu de lessivage hivernale.

2.4 Bio-agresseurs

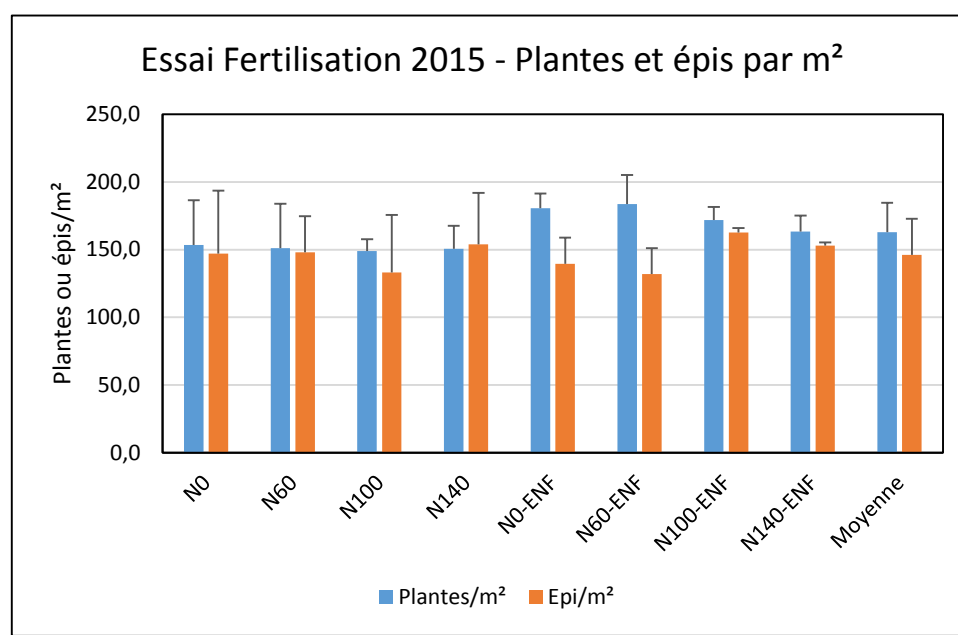
La pression des bio-agresseurs autres que les adventices fut limitée. Les maladies sont restées assez discrète (cf. graphe n°2). La septoriose fut vite stoppée par les conditions sèches, la rouille brune fut présente en fin de cycle mais sans différence entre modalités. Le protocole précisant la méthode de notation des maladies est précisé en annexe. Aucun ravageur n'a été observé sur l'essai.

Le principal problème vient des développements abondants de ray-grass qui cette année ont également présenté des levées étalées. Malgré les interventions de désherbage en plein, et le binage des blés, ces derniers n'ont pu être contenus, notamment sur le rang de blé non biné. Ainsi à la floraison des blés, la biomasse des ray-grass correspond à 42% de la biomasse totale sans différence entre modalités. A la récolte, la biomasse des ray-grass a augmenté pour atteindre en moyenne 52% de la biomasse totale avec des différences entre modalités. En effet le test de comparaison de moyenne distingue deux groupes homogènes distincts, le 1^{er} avec l'ensemble des modalités fertilisées où le ray-grass correspond à 55% de la biomasse totale, et un deuxième groupe avec les témoins non fertilisées où la biomasse du ray-grass représente 42% de la biomasse totale. Cette même différence significative s'observe sur les biomasses de ray-grass à la récolte, les modalités fertilisées sont toutes dans le même groupe homogène avec en moyenne 2 570 kg/ha de ray-grass et les témoins non fertilisés dans un autre groupe avec en moyenne 1 596 kg/ha de ray-grass soit une différence de 975 kg/ha de ray-grass. Ainsi la fertilisation organique a favorisé la biomasse des ray-grass au détriment de la

biomasse des blés. Par contre l'analyse de variance ne distingue pas l'effet de l'enfouissement sur la biomasse des ray-grass ou leur proportion par rapport à la biomasse totale.

Tableau 4 : Composantes du rendement

Modalités	Plantes/m ²	Tallage	Epi/m ²	Grains/épi	Grains/m ²	PMG (g)
N0	153,33	0,96	147,14	32,55	3406,84	39,59
N0-ENF	180,67	0,77	139,52	17,18	2430,55	39,34
N60	151,11	0,98	148,10	21,65	3000,05	37,52
N60-ENF	183,78	0,72	131,90	21,11	2739,81	37,44
N100	148,89	0,89	133,10	18,53	2592,35	35,72
N100-ENF	171,78	0,95	162,62	20,23	2574,58	36,05
N140	150,67	1,02	153,81	23,91	3279,01	34,56
N140-ENF	163,33	0,94	153,10	24,12	3378,62	35,36
Moyenne	162,94	0,90	146,16	22,41	2925,23	36,95

Graphe n°3 : Plantes et épis/m²**Tableau 5 : Biomasse, azote absorbé et indice de nutrition azoté aux stades épi 1 cm et floraison**

Modalités	Epi 1 cm			Floraison		
	Mat. Séche (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN	Mat. Séche (kg/ha)	N abs (kg/ha)	INN
N0	623,62	11,09	0,41	1614,14	15,45	0,22
N0-ENF	697,21	12,71	0,42	1629,14	16,15	0,23
N60	591,71	10,43	0,41	1637,93	19,42	0,28
N60-ENF	655,33	11,69	0,41	1527,83	17,80	0,26
N100	604,07	9,60	0,37	1595,55	18,73	0,27
N100-ENF	714,81	12,01	0,39	1430,57	19,89	0,32
N140	634,43	12,12	0,43	1535,55	19,93	0,30
N140-ENF	674,76	13,42	0,45	1512,10	21,50	0,33
Moyenne	649,49	11,63	0,41	1560,35	18,61	0,28

2.5 Plantes et épi par m² (Cf. tableau 4)

Le nombre de plantes levées est assez faible avec en moyenne 163 plantes/m² (graphe n°3), sans différence entre modalités. On remarque toutefois que les modalités sans enfouissement présentent une moyenne de 151 plantes/m² contre 174 plantes/m² sur les modalités avec enfouissement. Le comptage ayant eu lieu avant les opérations de binage il s'agit donc d'une variation lié au semis.

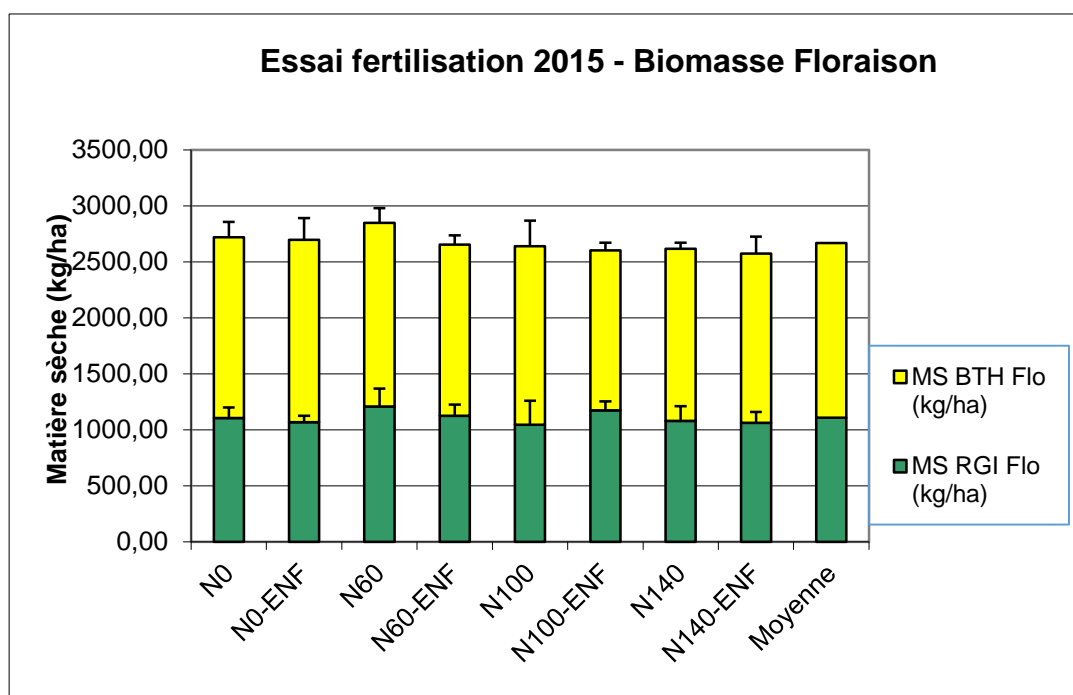
Le nombre d'épis/m² moyen est de 146,2 épis/m² sans différence entre modalités (145,1 en non enfoui et 146,8 avec enfouissement). Ici on peut supposer que le binage a détruit quelques pieds de blés sur la partie avec enfouissement. On n'observe aucune différence entre modalités. Le fertilisant n'as pas permis d'obtenir des densités épis plus importante qu'en absence de fertilisation.

2.6 Biomasse et azote absorbé, stade épi 1 cm et floraison

Le stade épi 1 cm est apparu vers le 30 mars. A cette date, la biomasse produite par les blés est de 649,5 kg/ha valeur assez faible à ce stade, en lien avec le faible nombre de plantes présentes. La teneur en azote dans les parties aériennes est en moyenne de 1,81% avec très peu de différence entre modalités (de 1,61 à 1,90%). Les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes sont plutôt faibles avec en moyenne 11,6 kg d'N/ha. L'indice de nutrition azoté est plutôt faible pour le stade épi 1 cm, montrant que les blés sont déjà carencés en azote à ce stade. Pour ces trois valeurs, l'analyse de variance ne distingue pas de différence significative entre modalités.

A la floraison, les biomasses produites sont particulièrement faibles avec en moyenne 1,56 t_{MS}/ha. A cette date (cf. graphe n°4) la concurrence par le ray-grass était déjà importante, ces derniers représentaient 42% de la biomasse totale.

Graphe n°4 : Biomasses produite à la floraison

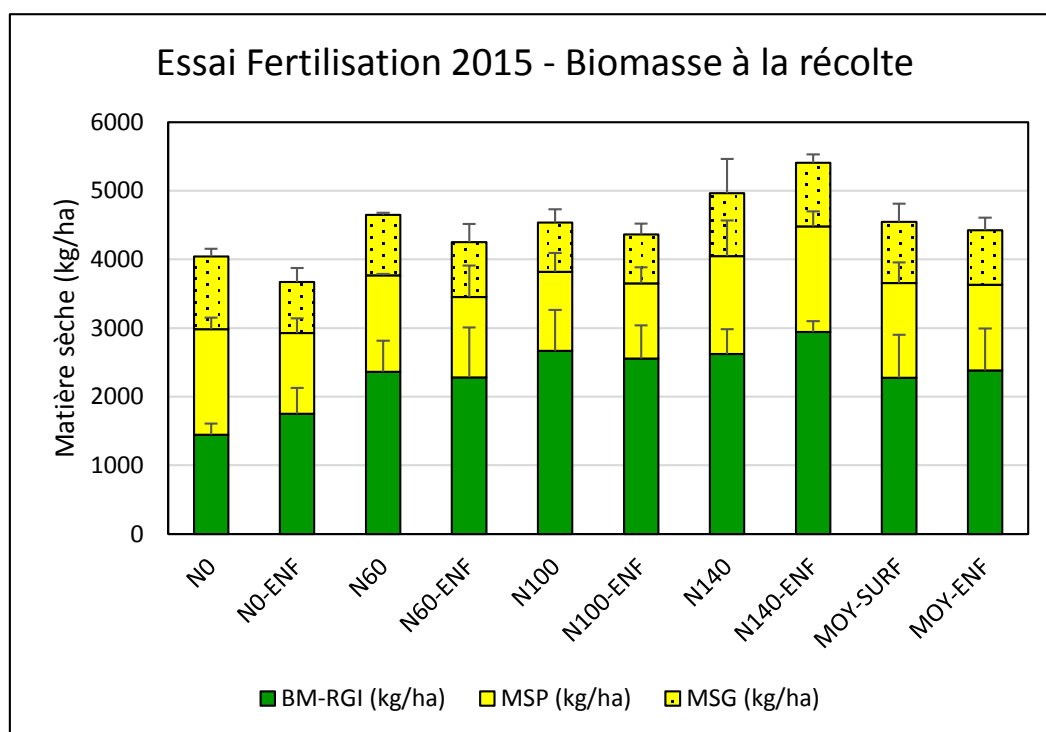


La teneur en azote dans les blés à la floraison est en moyenne de 1,2%. L'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives entre modalités, différences liées à la dose d'azote apportée mais pas à l'enfouissement : la dose 140 seule dans le groupe A présente une teneur de 1,36% ; la dose 100 est située dans les groupes A et B avec une teneur de 1,28%, vient ensuite la dose 60 dans le groupe B avec une teneur de 1,18% et enfin la teneur la plus basse est pour le témoin non fertilisé (groupe C) avec 0,97%.

Tableau 6 : Biomasses et azote absorbé à la récolte

Modalités	BM-RGI (kg/ha)	BM-P (kg/ha)	BM-G (kg/ha)	Nabs RGI (kg/ha)	Nabs P (kg/ha)	Nabs G (kg/ha)
N0	1443,19	1537,23	1060,37	9,57	9,14	17,31
N0-ENF	1748,05	1176,45	744,56	11,44	5,89	12,10
N60	2359,48	1410,10	878,14	16,08	7,70	16,03
N60-ENF	2277,55	1175,67	800,38	15,16	6,09	14,12
N100	2668,40	1151,66	714,29	19,56	6,21	13,89
N100-ENF	2554,33	1094,64	716,33	19,51	6,35	14,20
N140	2622,95	1425,74	916,92	21,09	8,48	18,96
N140-ENF	2939,69	1543,12	925,88	23,58	9,32	20,30
Moyenne	2326,71	1314,33	844,61	17,00	7,40	15,86

Graphes n°5 : Biomasse produite à la récolte



Ainsi l'effet du fertilisant s'observe sur la teneur en azote dans les blés à la floraison. Au niveau des quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes, la moyenne est de 18,6 kg d'N/ha. L'analyse de variance permet de distinguer des différences significatives entre modalités : toutes les modalités fertilisées sortent dans un même groupe homogène (en moyenne 19,8 kg d'N/ha absorbé) et le témoin non fertilisé dans un autre (15,8 kg d'N/ha absorbé). A nouveau on n'observe pas de différences liées à l'enfouissement du fertilisant. Pour l'indice de nutrition azotée, la valeur moyenne est très faible avec 0,28 ce qui montre que les blés sont fortement carencés en azote. L'étude statistique montre que les deux modalités les moins carencées sont celles ayant reçu le plus de fertilisant (140 et 100 unités avec un INN de 0,30 groupe A) ; suivi par la dose de 60 unités (INN de 0,27 groupe B) et enfin le témoin non fertilisé qui est fortement carencé avec un INN de 0,23 (groupe C). Le fertilisant permet donc d'améliorer la teneur en azote des blés, d'augmenter la quantité d'azote absorbé par les blés à la floraison et de limiter la carence par rapport à l'absence de fertilisation. Toutefois les blés restent fortement carencés en azote, la forte concurrence du ray-grass a limité leurs prélèvements azotés.

2.7 Grains par épi et grains par m² (Cf. tableau 4)

Le nombre moyen de 19,52 grains/épi est particulièrement faible. La forte carence en azote observé à la floraison explique cette faible fertilité. L'analyse de variance ne permet pas d'observer de différence significative pour cette composante.

Compte tenu du faible nombre d'épis et d'un faible nombre de grains par épi, le nombre de grains par m² est faible à très faible avec en moyenne 2 799,5 grains/m². A nouveau nous n'observons aucune différence significative entre modalités.

3 Résultats à la récolte

3.1 Biomasse et quantités d'azote absorbée à la récolte (tableau 6 et graphe n°5)

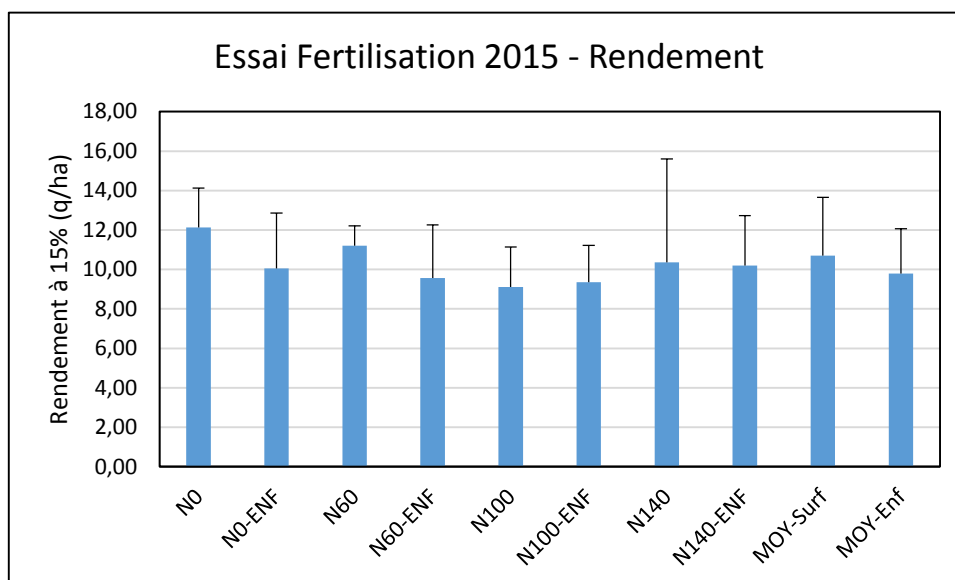
A la récolte, la biomasse moyenne des pailles est de 1,31 t_{MS}/ha et celle des grains de 0,84 t_{MS}/ha soit un indice de récolte moyen de 0,39. La biomasse du ray-grass reste importante à la récolte avec en moyenne 2,3 t_{MS}/ha, ce qui correspond à 52% de la biomasse totale. En ce qui concerne les ray-grass, l'analyse de variance distingue des différences significatives en lien avec le facteur dose, mais pas avec le facteur enfouissement. Les différences concernent les biomasses produites, la proportion de la biomasse de ray-grass par rapport à la biomasse totale et les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes. Pour la biomasse du ray-grass, toutes les modalités fertilisées sortent dans un même groupe avec 2,57 t_{MS}/ha et le témoin non fertilisé dans un autre groupe avec 1,60 t_{MS}/ha, soit une différence de 974 kg/ha de matière sèche de ray-grass. Pour le rapport biomasse ray-grass / biomasse totale (paille + grain + ray-grass), l'analyse statistique sépare dans un 1^{er} groupe toutes les modalités fertilisées, avec en moyenne une biomasse de ray-grass représentant 55% de la biomasse totale, et le témoin dans un autre groupe avec 42% de la biomasse totale constitué de ray-grass. Pour les quantités d'azote absorbées par le ray-grass, les regroupements sont différents, les deux doses les plus élevées (140 et 100 unités) sortent dans un même groupe avec 20,9 kg d'N/ha absorbée, vient ensuite la dose 60 unités avec 15,6 kg/ha absorbés et le témoin vient en dernier avec 10,5 kg d'N/ha absorbé.

Par contre, pour le blé, les fortes variations entre modalités ne permettent pas d'obtenir de différences significatives pour les biomasses de paille, de grain pou totale, tout comme pour les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes. L'indice de récolte (poids des grains/ poids des grains+pailles) ne montre pas non plus de différence significative. Ainsi aucune modalité ne se différencie par la proportion de grains par rapport aux pailles.

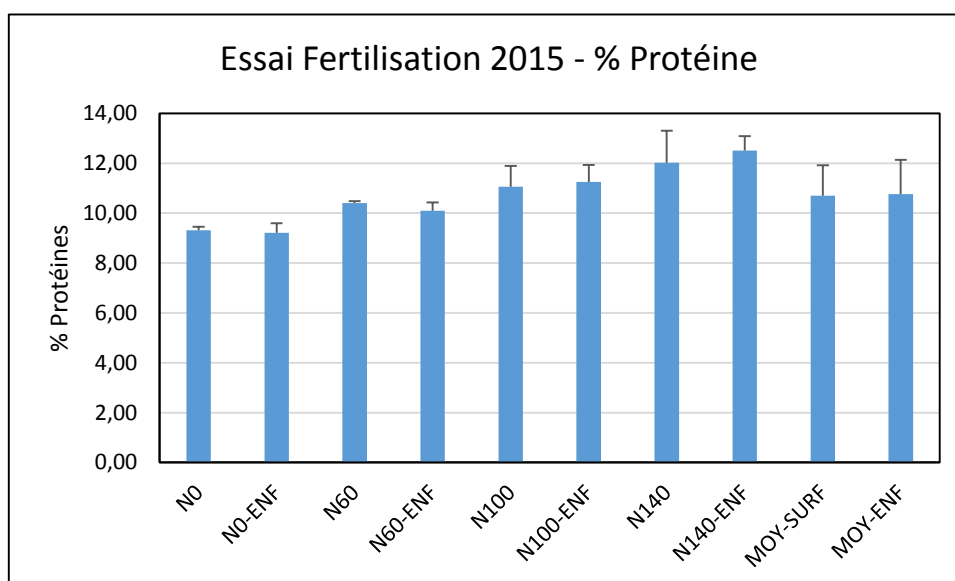
Tableau 7 : Rendement, Poids spécifique et teneur en protéines

Modalités	Rendement à 15% (q/ha)	Poids spécifique (kg/hl)	% Protéines
N0	12,13	80,38	9,45
N0-ENF	10,05	80,65	9,45
N60	11,20	79,38	10,35
N60-ENF	9,57	79,90	10,50
N100	9,11	78,73	11,45
N100-ENF	9,35	78,65	11,43
N140	10,36	77,40	11,95
N140-ENF	10,19	77,90	12,20
MOY-SURF	10,70	78,97	10,80
MOY-ENF	9,79	79,28	10,89
Moyenne	10,25	79,12	10,85

Graphe n° 6 : Rendement et protéines



Graphe n°7 : % de protéines



3.2 Rendement, poids spécifique, teneur en protéine et alvéographe

Le rendement (cf. tableau 7 et graphe n°6) est particulièrement faible en lien avec la concurrence des ray-grass. La moyenne s'élève à seulement 10,25 q/ha. Les faibles valeurs mesurées et la variation entre modalités font qu'on n'observe pas de différence significative pour le rendement en lien avec la dose apportée ou l'enfouissement du fertilisant.

Pour le poids spécifiques, la moyenne est satisfaisante avec 79,1 kg/hl en moyenne. L'analyse de variance regroupe les modalités selon le facteur dose d'azote mais pas selon l'enfouissement. Comme bien souvent la fertilisation a tendance à faire diminuer légèrement le PS, le témoin non fertilisé présente une valeur de 80,5 kg/hl (groupe A), la dose 60 unités une valeur de 79,6 (groupes A et B), la dose 100 unités une valeur de 78,7 (groupes B et C) et la dose 140 unités une valeur de 77,7 (groupe C).

Pour la teneur en protéines (graphe n°7), nous observons des différences significatives en lien avec la dose mais pas avec l'enfouissement du fertilisant. Les quatre doses testées sortent chacune dans un groupe homogène distinct : la dose de 140 unités permet d'obtenir 12,27% de protéines ; 100 unités 11,16% ; 60 unités 10,25% et le témoin non fertilisé 9,26%.

Ainsi nous n'observons pas de différence en lien avec l'enfouissement du fertilisant. Par contre la dose d'azote a un effet sur le développement des ray-grass, sur le poids spécifique et sur la teneur en protéines. La forte concurrence des ray-grass ne nous permet pas d'observer de différence sur le rendement du blé.

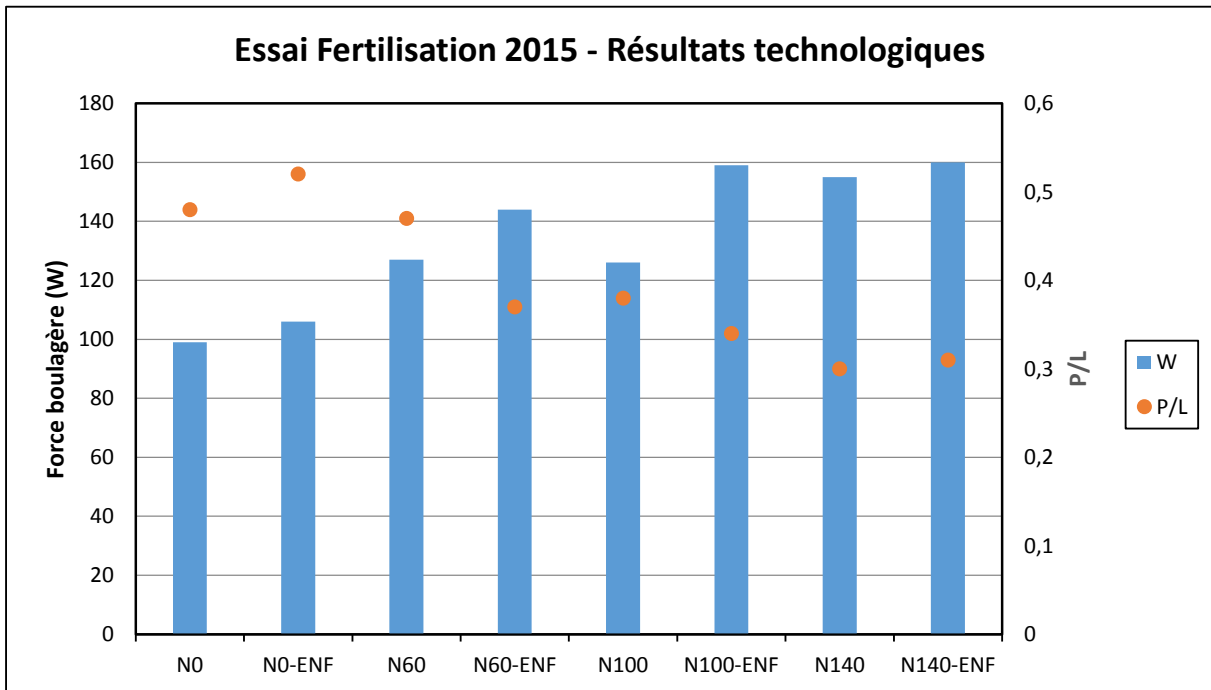
Concernant les résultats technologiques (alvéographe de Chopin, graphe n°8) réalisés sur un échantillon moyen des répétitions, on observe tout d'abord un bon équilibre des pâtes. Le P/L est équilibré avec une valeur moyenne de 0,4. La fertilisation a tendance à faire baisser ce paramètre. Par contre la force boulangère est plutôt moyenne avec une valeur moyenne de 134,5. Pour cette valeur on observe également une augmentation de la force boulangère en lien avec la fertilisation apportée.

Ainsi comme cela arrive assez fréquemment, nous n'observons pas d'effet du fertilisant sur le rendement des cultures mais un effet important sur les teneurs en protéines et l'aptitude à la panification des blés. Dans le cadre de cet essai, l'absence de fertilisation ou l'apport de 60 unités d'N/ha ne permet d'obtenir une teneur en protéine suffisante pour assurer un débouché en panification. Par contre les doses de 100 et 140 unités permettent d'atteindre et de dépasser la valeur de 11% de protéines et d'améliorer la force boulangère du blé.

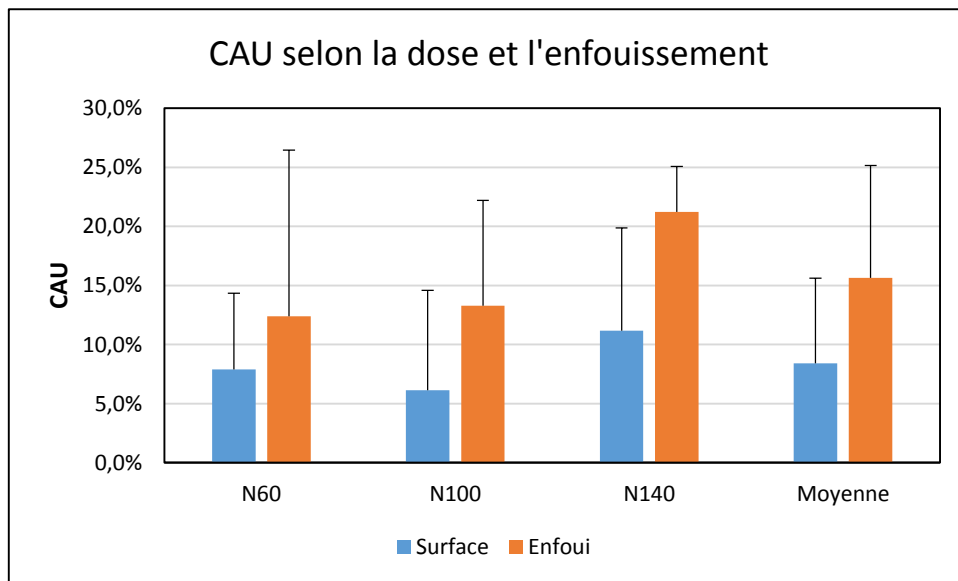
3.3 Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais (CAU) est une mesure qui permet de mesurer la quantité d'azote absorbée par les blés issus du fertilisant. Il mesure le pourcentage d'azote du fertilisant absorbé par rapport à la dose apportée. Dans le cas présent nous avons tenu compte des quantités d'azote absorbées par le ray-grass pour calculer les CAU. Les résultats sont présentés dans le graphe n°9. On constate tout d'abord une très forte variation du CAU selon les répétitions qui ne nous permet pas d'observer de différences significatives entre modalités. La valeur moyenne du CAU reste faible avec 12% d'efficacité. Par contre et malgré l'absence de différences significatives, on observe des valeurs toujours supérieures en lien avec l'enfouissement du fertilisant. Avec un apport en surface, l'efficacité du fertilisant est de seulement 8,4% alors qu'avec enfouissement l'efficacité passe à 15,6% soit un peu moins du double.

Graphe n°8 : Résultats technologiques



Graphe n°8 : CAU selon la dose et l'enfouissement

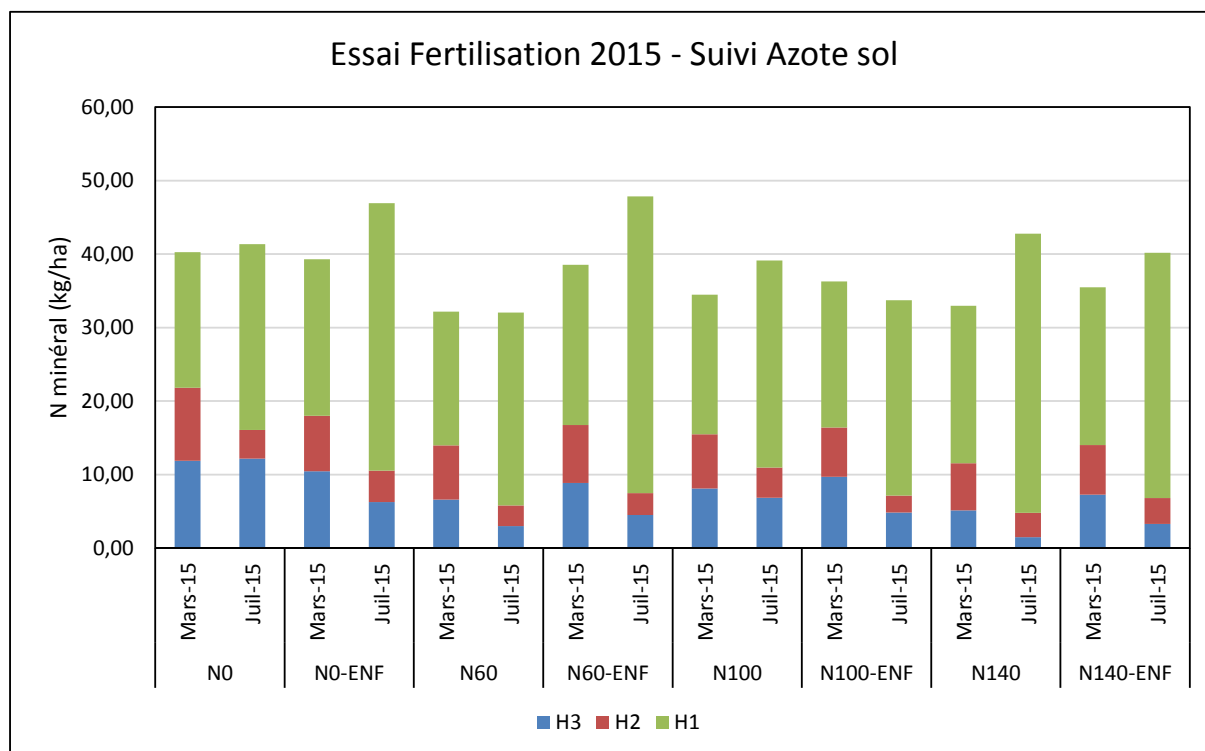


3.5 Approche économique

Compte tenu des faibles rendements obtenus et de l'absence de gain de rendement en présence de fertilisation, l'approche économique n'est pas en faveur de l'usage des fertilisants, malgré une valorisation de la protéine qui permet des gains importants sur le prix du blé (240 €/t pour le témoin non fertilisé et jusqu'à 330 €/t pour la dose de 140 unités enfouie). Toutefois les difficultés rencontrées sur l'essai avec la forte concurrence du ray-grass et les très faibles niveaux de rendement invitent à relativiser ces résultats.

3.6 Azote minéral du sol à la récolte

Des dosages d'azote minérale furent réalisés après la récolte, les résultats sont présentés dans le graphe ci-dessous.



A la récolte il reste de l'ordre de 40 kg d'azote/ha dans le profil de sol, aussi bien sur les modalités fertilisées que non fertilisées. L'azote se situe très majoritaire dans le 1^{er} horizon, les conditions chaudes et sèches du mois de juin on peut être limité l'absorption de l'azote en fin de cycle. Ces conditions climatiques ont fait que la date de récolte en 2015 fut plus précoce que les autres années de l'ordre d'une semaine.

4 Discussion, conclusion

Il convient tout d'abord de préciser le contexte de l'essai avec les difficultés rencontrées. Le principal problème est issu du fort développement des ray-grass sur l'ensemble de la parcelle. Ces derniers sont peu sensibles aux désherbages mécaniques réalisés à la houe rotative ou à la herse étrille, et le binage a permis de limiter leur développement sur l'inter-rang mais pas sur le rang. La largeur du rang non biné était de l'ordre de 20 cm ce qui a laissé suffisamment de place au ray-grass pour se développer. Le binage a probablement lui aussi engendré un biais dans l'essai car le nombre d'épis en comparaison avec le nombre de plantes levées fut nettement plus faible sur les modalités binés. Pour en revenir au ray-grass, ils ont fortement perturbé l'essai car les analyses de variance réalisées sur les données à la récolte ont montré qu'ils avaient réagi à la fertilisation azotée en termes de biomasse produite et de quantités d'azote absorbées, alors que pour les blés nous n'observons pas ces différences. Il semble donc que les ray-grass soit plus compétitif que les blés pour prélever l'azote du sol. Ainsi l'azote libéré par le fertilisant fut plus utilisé par les ray-grass que par le blé. Ceci confirme quelques conseils déjà réalisés, la fertilisation organique ne se justifie pas sur parcelles présentant des adventices fortement concurrentielles notamment les graminées comme les ray-grass ou la folle avoine.

Vis-à-vis de la culture du blé, les résultats montrent que le fertilisant a eu une action sur les blés au moins jusqu'à la floraison car on observe à ce stade des gains sur les quantités d'azote absorbées ainsi qu'une diminution de la carence en azote en lien avec les quantités de fertilisant apportée : plus la quantité de fertilisant augmente et moindre est la carence. A ce stade on n'observait pas de différences significatives au niveau des ray-grass. Il semble que ces derniers sont fortement entrés en concurrence avec les blés principalement sur la fin de cycle. A la récolte les ray-grass étaient beaucoup plus hauts que les blés.

Cet essai confirme tout de même que la fertilisation organique permet d'augmenter de façon significative et régulière la teneur en protéines des blés. Chaque augmentation de la quantité de fertilisant apportée se traduit par une augmentation de la teneur en protéine des grains. Le seuil des 11% de protéines est atteint et dépassé pour les doses de 100 et 140 unités. La dose de 60 unités présente un gain par rapport au témoin mais ne permet pas d'atteindre ce seuil nécessaire à un débouché en panification.

Vis-à-vis de l'enfouissement du fertilisant, l'essai n'as pas permis de montrer un gain au niveau du blé ou du ray-grass de part une forte variation entre les répétitions. Toutefois on constate tout de même que le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais (CAU) est systématiquement augmenté en présence d'enfouissement. Pour les trois doses d'azote testées, le CAU varie quasiment du simple au double (8,4 % en surface contre 15,6% avec enfouissement) en fonction du positionnement du fertilisant.

Compte tenu des problèmes rencontrés cette année, l'essai est reconduit pour l'année prochaine afin de valider ou non l'effet de l'enfouissement sur l'efficacité du fertilisant. L'essai sera conduit sur une parcelle de la ferme expérimentale de La Hourre où il n'y a pas de pression de graminées adventices.

Annexe 1 : Climatologie campagne 2014-2015

Les références à la moyenne concernent la moyenne des 20 dernières années

Automne 2014 (septembre à novembre)

Les mois de septembre et octobre se caractérisent par une climatologie chaude et sèche : +1,85 °C en septembre et +2,5°C en octobre et pour les précipitations seulement 51,6 mm sur ces deux mois soit un déficit de 55,3 mm. En novembre les températures furent chaudes (+3,35°C) notamment lors de la 3^{ème} décennie. Les précipitations furent plus abondantes qu'en moyenne (89,4 mm) mais n'ont pas permis de récupérer le déficit antérieur. On notera un épisode orageux violent le 14 novembre ayant engendré des ravines.

Hiver 2014-2015 (décembre à février)

En décembre et janvier, les températures furent proches de la moyenne (+0,15°C et -0,03°C) par contre février fut plus froid avec un écart de -1,12°C. On notera toutefois les températures minimales les plus fraîches les 31 décembre et 1^{er} janvier avec -6,5°C, en février les gelées n'ont pas excédé -5,5°C. Au niveau des précipitations, décembre et janvier sont déficitaires (-15,7 et -24,1 mm) alors que février est excédentaire avec +29,6 mm. Malgré de faibles précipitations en janvier, les pluies furent fréquentes et les brouillards matinaux n'ont pas permis la réalisation de désherbage mécanique précoce car les sols ne furent jamais complètement ressuyés.

Printemps 2015 (mars à mai)

Le printemps fut plutôt chaud, notamment en avril (+1,44°C avec une température maximale de 28,4°C le 14 avril). Des températures élevées ont été enregistrées autour du 11 mai avec un maximum pour ce jour à 30,6°C. Du point de vue des précipitations, après un mois de mars un peu plus arrosé qu'en moyenne (+16,9 mm) le temps sec a commencé à s'installer en avril (- 11,7 mm) et surtout en mai avec 25,2 mm soit 48 mm de moins que la moyenne.

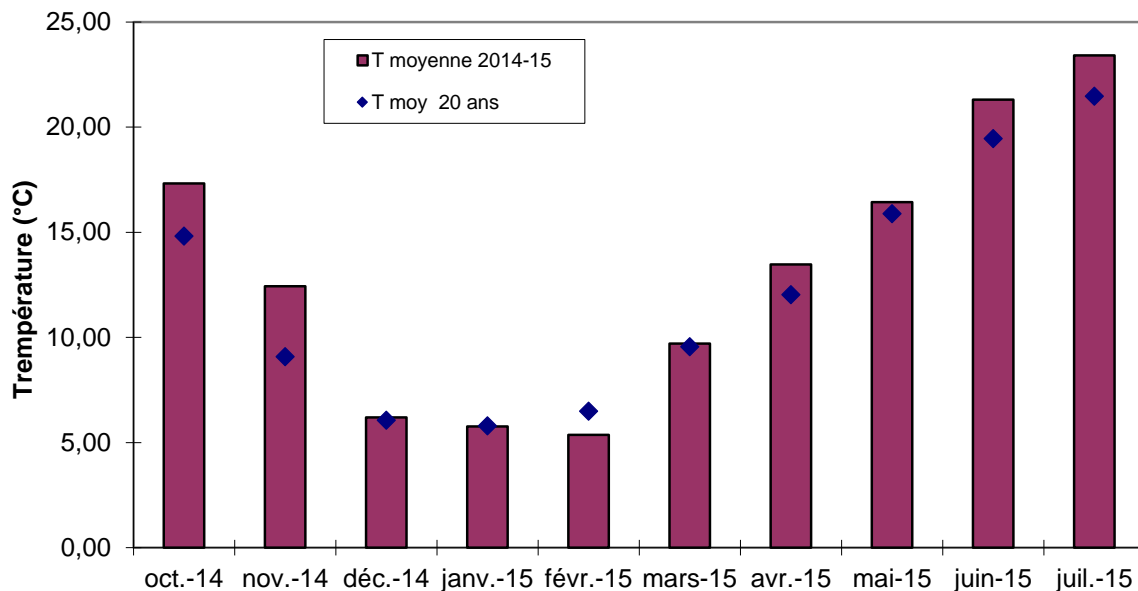
Conséquences pour les cultures

Les conditions sèches du début de l'automne furent peu favorables aux faux semis compte tenu des faibles précipitations. La croissance des couverts, et notamment des repousses de féveroles fut limitée par ce temps sec. Malgré un mois de novembre pluvieux, les semis d'automne ont pu être réalisés en bonnes conditions et aux bonnes dates. Par contre les conditions favorables au développement des cultures (eau et chaleur) l'ont été également pour les adventices. Malgré des précipitations faibles en décembre et janvier, les brouillards et pluies régulières n'ont pas permis au sol de se ressuyer et donc de réaliser les interventions de désherbage mécanique au bon moment vis-à-vis du stade de développement des adventices. Les précipitations de mars furent assez favorables à l'efficacité de la fertilisation organique. Par contre le temps chaud et sec du printemps a pénalisé les cultures d'hiver engendrant des conditions échaudantes sur céréales à pailles et des avortements de fleurs et de jeunes gousses sur féverole.

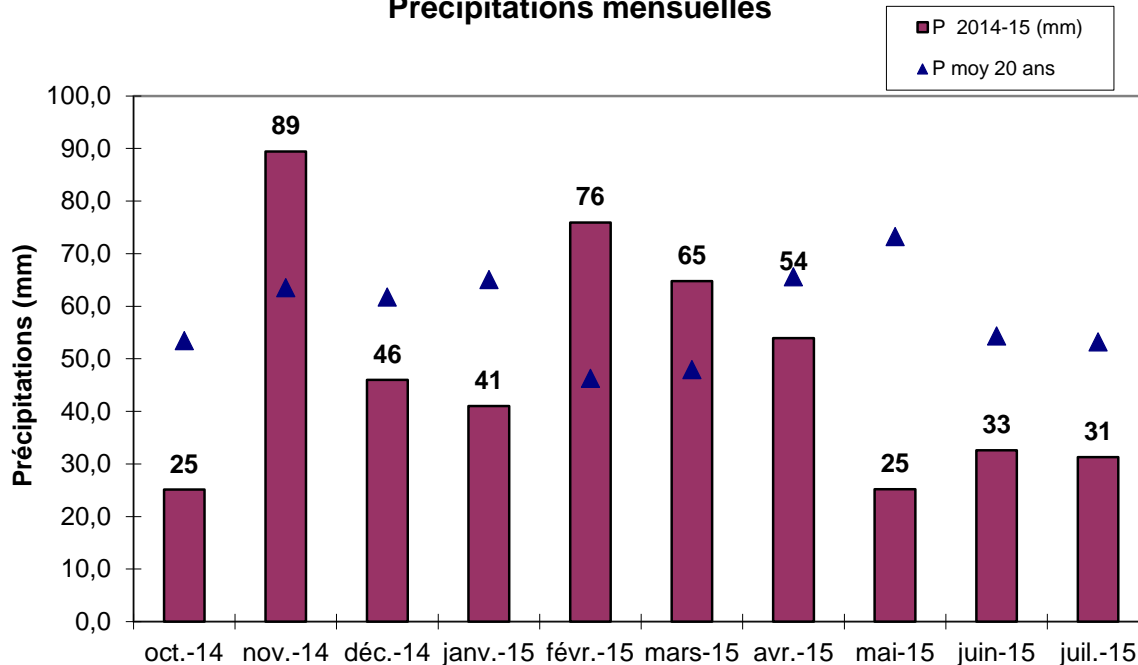
Pour les cultures de printemps (lentille), les précipitations de mars n'ont pas permis de semer les lentilles avant la mi-avril, celles-ci ont ensuite été fortement pénalisées par les conditions chaudes et sèches.

Pour les couverts végétaux, après une levée satisfaisante, ils furent vite pénalisés par un temps chaud et sec.

Températures moyennes mensuelles



Précipitations mensuelles



Annexe 2 : Protocole notation maladie

Réseau criblage variétal – ITAB

Protocole de notation globale des maladies foliaires des céréales

Édition : mai 2015

Rédacteurs : François BOISSINOT (CRAPL), Philippe DU CHEYRON (Arvalis-Institut du végétal), Laurence Fontaine (ITAB)

Domaine d'application

Ce protocole doit être utilisé pour réaliser des notations globales des maladies des feuilles ou des épis des céréales à paille.

Principe

L'objectif est d'estimer visuellement l'intensité d'une maladie foliaire (ou des épis) sur un ensemble de plantes.

- L'INTENSITE d'une maladie (surtout foliaire) est estimée visuellement sur un ensemble de plantes d'une même zone homogène.
- La NOTATION est GLOBALE et intègre le pourcentage de plantes atteintes, le nombre de strates atteintes et le pourcentage de surface foliaire atteinte par la maladie.
- 2 ZONES élémentaires minimum d'une même parcelle expérimentale (environ 15 m²) sont notées par un ou plusieurs notateurs.
- La MOYENNE des notes correspondant au même traitement représente l'INTENSITE de la maladie visible le jour de la notation.

Quoi noter ?

Surtout les maladies foliaires	De manière générale, cette méthode s'adresse aux maladies FOLIAIRES. Elle peut être utilisée pour des maladies des épis. Elle est à EVITER, si la maladie est difficile à visualiser (ex : maladies du pied comme le piétin, la fusariose, le rhizoctone...).
Une seule maladie à chaque fois	L'estimation de l'intensité ne porte que sur UNE SEULE MALADIE notée spécifiquement. Plusieurs maladies présentes au même moment d'une observation sont notées séparément .
Les symptômes visibles	L'estimation visuelle se fait en observant les SYMPTÔMES bien reconnus, sans manipulation excessive (arrachage...) de plantes au moment de la notation.

Où noter ?

Une note pour une zone élémentaire	Une parcelle expérimentale (environ 15 m ²) est notée à partir de plusieurs « petites » zones élémentaires. 2 zones minimum par parcelle expérimentale. Une note est attribuée à chaque zone.
Une zone est une petite surface proche du notateur	La taille de la zone est laissée à l'initiative de chaque notateur. Mais la surface est proche et correspond à un champ de vision limitée après arrêt dans la parcelle. <u>Exemple 1 :</u> Le notateur reste debout et note par vue de dessus la présence globale de la maladie visible sur l'ensemble des dernières feuilles dans un rayon de 50 à 100 cm devant lui... <u>Exemple 2 :</u> Le notateur écarte la végétation avec le bras ou un bâton perpendiculairement aux lignes de semis et note globalement la présence de la maladie. Remarque : il est conseillé au(x) notateur(s) d'observer les symptômes sur une végétation ombragée en conservant une orientation « dos au soleil » en cas de fort ensoleillement par exemple.

Quand noter ?

L'objectif est de suivre l'évolution des maladies. Donc :

- Prévoir 3 passages avec notation (2 a minima)
- À partir du stade montaison, jusqu'au stade remplissage du grain

Comment noter ?

Tableau 1 : échelle de notation pour les maladies foliaires (sauf rouilles)

Note	Etages de feuilles atteints	Plantes affectées	Surfaces foliaires attaquées (moyenne sur F1 et F2)
0		absence de dégâts	
1	F3 uniquement	< 50 %	traces sur F3
2	F3 uniquement	> 50 %	< 50% sur F3
3	F1, F2 et F3	25 %	< 10 %
4	F1, F2 et F3	25 %	10 % < X < 20 %
5	F1, F2 et F3	50 %	20 % < X < 30 %
6	F1, F2 et F3	100 %	30 % < X < 40 %
7	F1, F2 et F3	100 %	40 % < X < 50 %
8	F1, F2 et F3	100 %	50 % < X < 60 %
9	F1, F2 et F3	100 %	60 % < X < 70 %
10	F1, F2 et F3	100 %	> 70 %

Tableau 2 : échelle de notation pour les maladies foliaires (rouille jaune et rouille brune)

Note	Plantes affectées	Surfaces foliaires attaquées (moyenne sur F1 et F2)
0	absence de dégâts	
1	traces	traces
2	< 50 %	10 %
3	> 50 %	10 %
4	100 %	10 %
5	100 %	25 %
6	100 %	50 %
7	100 %	60 %
8	100 %	75 %
9	100 %	90 %
10	100 %	100 %

Tableau 3 : échelle de notation pour les maladies sur épis (rouille jaune)

Note	Plantes affectées	Surface de l'épi attaqué
0	absence de dégâts	
1	traces	traces
2	< 50 %	10 %
3	> 50 %	10 %
4	100 %	10 %
5	100 %	25 %
6	100 %	50 %
7	100 %	60 %
8	100 %	75 %
9	100 %	90 %
10	100 %	100 %

Remarque pour la rouille jaune :

- Être sûr de la présence de rouille jaune, **ne noter que si le diagnostic est confirmé** (par exemple : éviter la confusion avec de la sénescence ou de la septoriose).
- Si note RJ > 7, ne pas noter d'autres maladies (risques de confusion).
- **Épis atteints** : réaliser une note à part (ouvrir quelques glumes, la rouille jaune étant parfois à l'intérieur et non visible à l'extérieur).