

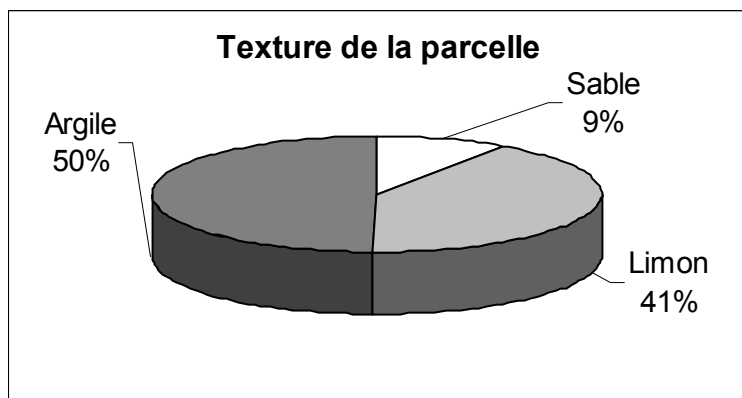
**ESSAI TEST DE FERTILISANTS ORGANIQUES
SUR LA CULTURE DU BLE TENDRE EN AGROBIOLOGIE
CAMPAGNE - 2000-2001 -**

OBJECTIF DE L'ESSAI

Comparer l'effet de différents fertilisants organiques azotés, sur le rendement et la qualité des blés meuniers en agriculture biologique. Seront également étudiés les effets des fertilisants sur les composantes du rendement, sur les attaques de parasites et pathogènes.

SITUATION DE L'ESSAI

Lieu : Saint Puy (32310) chez Monsieur Francis TREMOULET
Sol : Argilo calcaire profond (Cf. graphe ci-dessous)



Analyse chimique :

La parcelle se caractérise par une teneur importante en matière organique de 2,61%.

La parcelle présente une teneur normale en azote et en potasse, mais présente un fort déficit en acide phosphorique. La parcelle est également carencée en oligo-éléments, faiblement pour le soufre et le fer et fortement pour le cuivre, le zinc et le manganèse échangeable.

TYPE D'ESSAI

Essai bloc à quatre répétitions, avec observations et mesures réalisées sur deux placettes (2 rangs contigus sur 1 m) par parcelle élémentaire de 50 m² (5 m x 10 m). Le protocole de suivi est celui mis au point conjointement par l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) et l'Institut Technique des Céréales et Fourrages (ITCF), intitulé : « Fertilisation azotée des céréales d'hiver en agriculture biologique, Evaluation des effets directs d'un apport d'azote au printemps sur un blé tendre d'hiver, Janvier 2001 – Première version ».

FACTEURS ETUDIÉS

Le facteur étudié est le fertilisant, les différentes modalités ainsi que les conditions de réalisation sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Modalités étudiées

Identification	P1	P2	P3	P4	T0
Nom commercial	Germiflor	Biovi	Humobio	Dynater S	Témoin
Société	Ets Marcel LAUTIER & Cie	Phalippou Frayssinet	Duclos International	SARIA Industrie	
Principaux composants	Tourteaux végétaux, fientes de volailles compostées et plume hydrolysée	Guano, plume hydrolysée et tourteaux végétaux	Tourteaux de soja et plume hydrolysée	Plume hydrolysée	
Teneur N-P-K	9-1-0,5	12-3-1	6-0-0	10-0-0	
Dose totale	60 unités d'azote				
Coût total FHT/ha	≈ 1 400 F/ha	≈ 1 450 F/ha	≈ 3 670 F/ha	≈ 1 345 F/ha	
Date d'apport	22 février 01				
Stade	Plein tallage				
Conditionnement	bouchon	bouchon	bouchon	granulé	

Un échantillon de chaque fertilisant a été envoyé pour analyse dans un laboratoire agréé, afin de vérifier les quantités d'azote. Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous, le détail des analyses est disponible en annexe.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse des fertilisants et azote réellement apporté

Identification	P1	P2	P3	P4
N total sans nitrate ¹	7,8	11,4	6,5	10,3
N nitrique ¹	0,010	0,004	0,040	0,010
N ammoniacal ¹	1,2	1,4	0,6	0,2
N total¹ mesurée	9,0	12,8	7,1	10,5
N total étiquette	9	12	6	10
Matière sèche ¹	85,0	87,2	85,3	90,9
Matière organique ¹	58,1	71,3	61,6	79,1
C/N	3,7	3,1	4,7	3,8
Quantité d'N prévue (unités)	60	60	60	60
Quantité apportée (kg/ha)	667	500	1000	600
Quantité d'N réellement apportée (unité /ha)	60,1	64,0	71,4	63,1

¹ Les résultats sont exprimés en % sur le produit brut masse/masse.

Ainsi on constate que l'ensemble des produits testés sont bien des fertilisants organiques, et que la quantité d'azote indiquée sur l'étiquette du produit correspond bien au minimum présent, avec un surplus d'une unité pour le produit 3.

Le reliquat azoté de la parcelle a été mesuré le 7 février 2001, il est de 20,2 unités d'azote (N-NH₄ = 1,0 et N-NO₃ = 19,2).

L'ANNEE CLIMATIQUE (Cf. graphes en annexe II)

La campagne agricole 2000-01 se caractérise par un automne doux et humide qui a entraîné des retards quant aux interventions de pré semis et de semis. La campagne s'est poursuivie par un temps toujours aussi doux accompagné d'abondantes précipitations jusqu'à la fin janvier. Ces précipitations hivernales ont entraîné une hydromorphie passagère des sols, ces derniers n'ayant pu ressuyer la totalité des précipitations précédentes. Cette hydromorphie passagère a entraîné des retards de développement pour les blés, et a très fortement limité leurs tallages. A partir de février le temps s'est maintenu doux, mais les précipitations ont quasiment disparu pendant les deux premières décades de février, laissant les sols se ressuyer. Cette période a permis d'intervenir sur les terres pour réaliser les apports de fertilisants et les passages de herse étrille. Avril et mai ont vu le retour des précipitations, à un niveau légèrement supérieur à la moyenne, mais ces pluies n'ont pas entraîné d'hydromorphie. Par contre, les températures ont connu des maximales importantes dix jours après la floraison des blés, avec une période de 3 jours avec une température moyenne maximale de 32,8°C, ce qui a posé des problèmes d'alimentation du grain. De même le mois de juin a été chaud principalement pendant la dernière décade où la moyenne des températures maximales était de 28,7°C (avec une pointe à 35,5°C le 25 juin). Ces températures élevées ont entraîné un échaudage des grains de blés. Le retour des pluies début juillet n'a pas gêné la récolte.

CONDUITE DE LA CULTURE DE BLE TENDRE

L'exploitation appartient à un système de polyculture élevage, ce qui entraîne une part importante de prairie dans l'assolement. Ces prairies et notamment les prairies temporaires de luzerne permettent d'obtenir des terres propres, riche en azote et d'une structure proche de l'optimal.

Les cultures précédemment implantées sur la parcelle étaient : luzerne x4 – tournesol – blé – tournesol.

La variété utilisée est du *Rapor* non traitée, la densité semée fut de 180 kg/ha. Les différentes interventions culturales pratiquées sur la parcelle sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : interventions culturales

Date	Interventions	Outils	Remarque
20/09/2000	déchaumage	Cover-crop x 2	Sol sec
05/10/2000	reprise	Cultivateur	Sol ressuyé
12/12/2000	semis	Semoir à blé	Sol ressuyé
22/02/2001	Epandage engrais	A la main	Répartition ± homogène
22/02/2001	désherbage	Herse étrille	Passage après l'épandage
12/07/2001	récolte	Moissonneuse	HEGE 160

OBSERVATIONS EN VEGETATION

① Le salissement

Le salissement sur les différentes parcelles a été évalué à partir du protocole mis au point conjointement par l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) et l'Institut Technique des Céréales et Fourrages (ITCF). Ce protocole se résume ainsi :

- Pour chaque adventice une note est donnée en fonction de sa densité :

Densité plantes/m ²	1 à 5	6 à 20	21 à 50	51 à 100	> 100
Note	1	2	3	4	5

- Pour chaque adventice, un seuil de nuisibilité a été déterminé en fonction de la concurrence occasionnée sur les cultures (Cf. tableau 4, ci-contre).

La parcelle d'essai compte une multitude de mauvaises herbes caractéristiques des cultures d'hiver sur sol argilo-calcaire. Ces adventices sont répartis de façon homogène sur la surface de l'essai. Afin de limiter les artefacts liés à la présence d'adventices très concurrentes vis à vis de l'azote, le gaillet grateron ainsi que la folle avoine ont été arrachés manuellement dans le courant du mois de mars.

Les résultats du comptage adventice, réalisé à la montaison, sont présentés dans le tableau 4 ci-contre. Ainsi grâce aux actions de désherbage manuel et au passage de herse étrille, le salissement a pu être maîtrisé de façon satisfaisante sur l'essai. Seul le gaillet grateron atteint son seuil de nuisibilité, mais les plantes rencontrées étaient jeunes. Aucune autre adventice n'a atteint son seuil de nuisibilité.

② Les maladies cryptogamiques

L'intensité des attaques de maladies (Cf. Tableau 5 ci-après) est déterminée par la méthode suivante : pour chaque parcelle élémentaire, 10 maîtres brin sont observés. Sur les deux dernières feuilles (F1 et F2) de chaque maître brin une note est donnée par maladie. La notation des maladies s'effectue suivant une grille de notation qui est différente pour chaque maladie :

- La septoriose

% surface nécrosée	1 à 10	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80
Note	1	2	3	4	5	6	7	8

- La rouille brune

Nb pustule	1 à 5	5 à 10	10 à 30	30 à 70	70 à 130	130 à 270	270 à 530	530 à 670
Note	1	2	3	4	5	6	7	8

- La septoriose et fusariose sur épi

% surface nécrosée	10 %	25 %	50 %
note	2	4	6

Tableau 5 : Résultats des notations maladies et ravageurs, Comptage du 6 juin 2001

Modalités	Sur feuille			Sur épi	
	Rouille Brune	Septoriose	léma	fusariose	Septoriose
Témoin	5,0	1,0	1	1	1
P 1	5,3	1,4	1	1	1
P 2	5,8	1,4	2	1	1
P 3	5,5	1,1	2	1	1
P 4	5,4	1,2	1	1	1
Moyenne	5,4	1,2	1,4	1	1

Cette année a été propice au développement de la rouille brune qui a littéralement explosée à partir de la fin avril. Les développements de septoriose sur feuille et de septoriose et fusariose sur épis sont restés quant à eux assez faibles.

On ne note aucune différence significative d'attaque de rouille brune entre chaque produit testé. Les notes de chaque modalité, y compris le témoin non fertilisé restent groupées autour de 5,4.

La septoriose sur feuille s'est développé tardivement, ainsi l'intensité de l'attaque est restée faible. Pour ce qui concerne les maladies de l'épi, les notations sont données à titre indicatif compte tenu de la superposition, pas toujours différentiable, des deux maladies sur l'épi.

Pour ce qui concerne les ravageurs, seul les léma (Criocères) ont été présent et ont fait quelques dégâts sur feuille sans conséquences sur le développement des blés.

COMPOSANTES DU RENDEMENT (Cf. Tableau 6)

➤ La densité levée (plantes/m²)

La moyenne des plantes levée sur l'essai est de 292 plantes par m². Pour une quantité semée de 383 grain/m², la perte à la levée est estimée à 23,7% ce qui est satisfaisant en agriculture biologique compte tenu de l'utilisation de semence non traité et du fait que le semis n'a pas été « roulé » pour ne pas engendrer de levée d'adventices. Grâce aux bonnes conditions structurales de la parcelle, l'objectif de 300 plantes/m² levée a été atteint.

➤ La densité épi (épi/m²)

La densité épi moyenne de l'essai est de 295,4 épis/m² valeur très proche du nombre de plante levée, indiquant que le tallage a été inexistant ou qu'il y a eu régression de talles. Ceci peut s'expliquer par la climatologie de la campagne, durant la période hivernale les blés ont connu une hydromorphie passagère qui a entraîné une coloration jaunâtre de certaines feuilles, mais qui a également limité leur développement et donc le tallage. Ainsi cette valeur reste assez faible, même pour des blés conduit en agriculture biologique.

Les densités épis restent identiques pour tous les traitements, y compris pour le témoin zéro. Le 1^{er} apport de fertilisant ayant eu lieu pendant le tallage, il est donc normal de ne pas voir d'effet des différents fertilisants sur cette composante.

➤ La fertilité épi (grains/épi et grains/m²)

L'expression de cette composante dont le potentiel maximal est fixé au stade épi 1 cm, dépend principalement des conditions d'alimentation hydrique et minérale au printemps. La valeur moyenne de 13 399,5 grain/m² est cette année particulièrement abondante, proche du double de ce qui est obtenu les autres années. Ce résultat s'explique par les précipitations régulières ayant permis une bonne alimentation des blés et par un faible tallage ayant limité le nombre d'épi. Ainsi, les blés ont compensé leur manque d'épis du à un tallage déficitaire par une fertilité importante.

L'analyse statistique des résultats fait apparaître deux groupes distincts pour le nombre de grain par m², un 1^{er} groupe pour le témoins non traité et un 2^{ème} pour l'ensemble des modalités fertilisées. Ce résultat permet de dire :

1. que tous les fertilisants ont permis d'augmenter la fertilité des épis, par rapport au témoin,
2. qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents produits fertilisants sur cette composante.

Tout comme la densité grain, le nombre de grain par épi est cette année beaucoup plus élevé que les années précédentes. L'étude statistique des résultats confirme l'effet bénéfique du fertilisant sur le nombre de grain par épi avec une augmentation moyenne de 13,5 grain/épi entre les modalités non fertilisées et fertilisées.

➤ Le PMG (Poids de Mille Grains)

Le poids de mille grains est avant tout une composante dépendante du génotype initiale. Cette année le PMG moyen est de 40,8 g ce qui est légèrement inférieur au PMG initial de la semence (47 g) du fait de l'échaudage subi durant la fin juin. Comme on pouvait s'y attendre, l'étude statistique des résultats ne fait apparaître aucune différence de PMG entre les différentes modalités y compris pour le témoin non traité.

➤ Conclusion pour les composantes du rendement

Cette année, le semis a pu avoir lieu dans de bonnes conditions, mais à une date un peu tardive (12 décembre) du fait des importantes précipitations du mois de novembre (119 mm). La levée a été satisfaisante pour du blé biologique avec une perte estimée à 24%. Le retour des pluies fin décembre et en janvier a entraîné une hydromorphie passagère qui a été très défavorable au tallage ou aux talles formées. Ainsi le nombre d'épi est quasiment identique au nombre de pied levé. Par la suite les conditions climatiques sont redevenues favorable au bon développement des cultures et les blés ont pu produire un nombre de grains par épi important, et ont ainsi compensé leur faible densité épi. Cette compensation a permis d'obtenir un densité grain importante, bien supérieure aux valeurs obtenues les années précédentes. C'est principalement sur cette composante que l'effet du fertilisant apporté au tallage a été bénéfique. Enfin en juin, les blés ont connu une petite période d'échaudage qui a limité le poids des grains.

RENDEMENT ET QUALITE (Cf. Tableau 7)

Cette année, et malgré l'intensité de l'attaque de rouille brune, les rendements sont élevés pour l'ensemble des blés biologiques fertilisés, avec une moyenne de 59,6 q/ha. L'étude statistique des résultats permet de conclure :

1. Que l'apport de fertilisant à hauteur de 60 unités apportées au tallage permet un gain moyen de 19 q/ha par rapport au témoin non fertilisé,
2. Qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents fertilisants, chacun à la possibilité d'engendrer le gain de rendement énoncé ci-dessus.

Par contre, l'obtention de rendement élevé a été très défavorable à la qualité des grains. On peut supposer que l'azote apportée par le fertilisant a été consommé par les blés entre la levée et la floraison et qu'ainsi il ne restait plus assez d'azote disponible pour obtenir une teneur en protéine satisfaisante. Cette supposition est confirmée par le fait que les % protéines sont identiques pour l'ensemble des modalités, y compris pour le témoin non fertilisé.

L'obtention de blé de qualité reste une difficulté constante de l'agriculture biologique, en effet le coût des intrants limite la dose à utiliser à un maximum de 60 à 80 unités par hectare pour rester économiquement viable. Avec une telle dose seule deux options sont possibles, soit de miser sur le rendement en apportant le fertilisant un mois avant le stade épi 1cm sachant que la teneur en protéines restera faible, soit on réalise un fractionnement de la dose avec un apport tardif nécessaire à l'obtention d'une teneur en protéine satisfaisante, mais cet apport diminue d'autant la dose à apporter en début de cycle et limite donc fortement le rendement.

Compte tenu des faibles teneurs en protéines, la force boulangère de la farine (W) est faible et confère à la pâte des propriétés très tenaces mais peu extensibles.

CONCLUSION

Au terme de cette étude nous pouvons conclure :

1. Que les différents fertilisants organiques apportés en une fois au stade du tallage et à une dose de 60 unités/ha, ont tous permis un gain significatif de rendement de presque 19 q/ha par rapport au témoin non fertilisé,
2. Que ce gain de rendement c'est fait par l'augmentation de la fertilité des épis,
3. Qu'il n'existe aucune différence significative sur le rendement et la qualité des produits entre les différents fertilisants testés,
4. Que la stratégie de fertilisation prévoyant un apport unique de fertilisant au tallage, permet un gain de rendement conséquent, mais ne permet d'augmenter la teneur en protéines des grains.

SUIVI DE L'ETAT DE NUTRITION AZOTE DES CULTURES

Comme prévu dans le protocole initial, des prélèvements de blé ont été réalisés à différents stades clés de leur développement : épi 1 cm, floraison et récolte.

Ces prélèvements nous ont permis de connaître pour ces différents stades, la production de matière sèche mais aussi de mesurer la teneur en azote des cultures pour connaître la quantité d'azote absorbée par les plantes, et pour comparer cette teneur à une valeur théorique optimum : c'est l'indice de nutrition azoté. Enfin réalisées à la récolte, c'est valeur nous permettent de calculer le coefficient apparent d'utilisation (CAU) des différents fertilisants, c'est à dire le rapport entre la quantité d'azote apporté et la quantité d'azote réellement prélevée par les cultures.

Rappel méthodologique :

La production de matière sèche est obtenue par pesée d'un sous échantillon séché en étuve ventilée à 80°C.

La quantité d'azote absorbée est obtenu grâce à la production de matière sèche et à la mesure en laboratoire de la teneur en azote des plantes par la méthode Dumas.

Le % d'azote optimal dans la plante est obtenue grâce à l'équation de Justes, 1993 :

$$\%N_{opt} = 5,35 \times (MS^{(-0,44)})$$

L'indice de nutrition azotée (INN) est obtenu par le rapport suivant : $INN = \% N \text{ mesuré} / \% N \text{ optimal}$. Si $INN < 0,9$ les blé sont carencés en azote, si $INN > 1$ les blés sont excédentaires en azote et pour $0,9 < INN < 1$ les blés sont proche de l'optimum.

Le CAU s'obtient par l'équation :

$$CAU = [(N \text{ abs Produit} - N \text{ abs témoin})/N \text{ apporté produit}] \times 100.$$

➤ Stade épi 1 cm.

A ce stade, apparu aux alentours du 28 mars 2001, les fertilisants ont été apportés depuis un mois, mais des traces de bouchons non totalement délités sont encore présentes, preuve que la totalité du fertilisant n'est pas encore disponible pour les plantes.

Au stade épi 1 cm, les valeurs de matière sèche sont inférieures à 1,55 t/ha, la valeur du %N optimal est fixe et est égale à 4,4%.

Ainsi au stade épi 1 cm nous pouvons dire (Cf. tableau 8 ci-contre) :

- Qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de la production de matière sèche et de l'azote absorbé entre les différentes modalités, y compris pour le témoin non fertilisé,
- Que l'ensemble des blés est carencé en azote, car l'INN est inférieur à 0,9. Ces carences sont plus marquées pour le témoin non fertilisé que pour les blés fertilisés. Par contre le niveau de carence est identique pour tous les produits testés.

A la floraison

Ce stade est apparu aux alentours du 20 mai sur l'essai. Les résultats du traitement des différents échantillons sont présentés ci-dessous.

Ainsi au stade de la floraison nous pouvons dire (Cf. Tableau 9 ci-contre) :

- Que tous les fertilisants ont eu un effet positif sur la production de matière sèche à la floraison par rapport au témoin,
- Qu'au sein de ces différents fertilisants, le produit 3 a permis une production de matière sèche légèrement supérieure aux autres fertilisants. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les parcelles fertilisées avec le produit 3 ont reçu un peu plus d'azote que les autres, ce produit présentant à l'analyse 7,1 % d'azote pour 6% annoncé.
- Que tous les fertilisants ont permis une absorption d'azote par les plantes supérieure au témoin, et donc qu'ils ont eu un effet positif sur l'alimentation minérale des cultures
- Qu'au sein de ces fertilisants, les produits 3 et 4 ont permis une meilleure absorption de l'azote dans la plante. Cette meilleure absorption pour le produit 3 peut correspondre à une quantité d'azote apportée légèrement supérieure aux autres produits, et pour le produit 4 au type de conditionnement sous forme de bouchon permettant une libération plus rapide de l'azote organique.
- Qu'à nouveau tous les blés sont fortement carencés en azote, de façon moindre pour les parcelles fertilisées avec un léger avantage pour le produit 4.

➤ **A la récolte**

La récolte a eu lieu dans de bonnes conditions le 12 juillet 2001, les prélèvements destinés aux mesures et analyses ont été effectués la veille.

En fin de cycle nous pouvons dire (Cf. tableau 10 ci-contre) :

- Que tous les fertilisants ont eu un effet positif sur la production de matière sèche (environ 3 tonnes de matière sèche supplémentaires entre les modalités fertilisées et non fertilisées), sans qu'il n'y ait de différences significatives entre chaque produit
- Que tous les fertilisants ont eu un effet positif sur la quantité d'azote absorbée par les cultures (environ 23 kilos d'azote supplémentaire entre les modalités fertilisées et non fertilisées), sans qu'il n'y ait de différences significatives entre chaque produit
- Que tous les blés sont carencés en azote, sans que l'étude statistique ne puisse différencier le témoin des modalités fertilisées
- Que le CAU des différents fertilisants est équivalent, proche 36,3%

A la récolte des prélèvements de sol ont été réalisés afin de mesurer à l'aide de bandelette colorimétrique les reliquats azotés post récolte sous forme N-NO₃. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Témoin	P 1	P 2	P 3	P 4
Bloc 1	24,7	23,8	23,8	18,3	20,1
Bloc 2	27,5	14,6	25,6	18,3	22
Bloc 3	28,4	36,6	23,8	23,8	27,5
Bloc 4	22	25,6	25,6	20,0	25,6
Moyenne	26,65	25,15	24,7	20,1	23,8

L'analyse de variance réalisée à partir des reliquats post récolte et non significative, et ne permet pas de distinguer de différence de reliquat entre les modalités fertilisées et non fertilisée, mais également entre les différentes modalités fertilisées.

CONCLUSION

Tous les fertilisants organiques testés ont eu un effet favorable sur le développement (production de matière sèche) et sur l'absorption en azote des blés. Toutefois les cinétiques de libération de l'azote restent différentes entre chaque produit, mais cette différence est imputable à différents facteurs non contrôlés dont le conditionnement initial du produit (granulés ou bouchons). Toutefois à la récolte, aucun produit ne permet une production de matière sèche ou une absorption en azote significativement supérieure à un autre produit.

Quel que soit leur stade de développement, on constate que tout au long de leur cycle les blés biologiques restent carencés en azote par rapport à une valeur optimale calculée.

Le coefficient apparent d'utilisation de l'azote est de l'ordre de 36% quel que soit le fertilisant organique utilisé.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude nous pouvons conclure :

1. Que tous les fertilisants apportés à hauteur de 60 unités d'azote au tallage, permettent un gain de rendement de presque 19 q/ha par rapport au témoin non fertilisé, en augmentant la fertilité des épis.
2. Que tous les fertilisants testés ont permis ce gain de rendement sans qu'il n'y ait de différence entre chaque produit,
3. Que l'apport d'azote réalisé à hauteur de 60 unités au tallage et ce quel que soit le fertilisant utilisé, ne permet pas d'augmenter la teneur en protéines des grains,
4. Que tous les fertilisant ont permis, au stade de la récolte, une augmentation significative de la production de matière sèche, et de la quantité d'azote absorbée par les plantes, sans qu'il n'y ait de différence entre chaque produit,
5. Que malgré un apport de 60 unités d'azote au tallage, les blés biologiques restent carencés en azote tout au long de leur cycle,
6. Que tous les fertilisants ont un CAU équivalent de l'ordre de 33%.

Tableau 4 : Adventices ayant atteint le stade de nuisibilité sur les parcelles
Comptage du 19/04/01 (au stade montaison du blé)

Produits	SN.	T0				P1				P2				P3				P4			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
Adventices	nd																				
Chénopode blanc	nd						1						1						1		
Coquelicot	2	1	1		1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Epiaire annuelle	nd	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2		2	2	1	1	1	1	2	2
Folle Avoine	2		1	1	1	1	1		1		1	1	1		1	1	1				1
Gaillet grateron	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mourons (2 sp)	4	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2
Moutarde	nd	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Myosotis	4		1		1						1	1	1								
Peigne de Vénus	nd	1												1							
Renouée Liseron	5		1	1	1		1		1			1	1		1	1	1		1		1
Renouée des oiseaux	5	1				1				1				1				2			
Tournesol (repousses)	nd		1	1	1		1	1			1		1	1	1		1		1	1	1
Véronique de Perse	4							1	1	1	1	1		1	1	1	1	1			1
Vesce	2		1		1														1		

SN. = Seuil de Nuisibilité ; nd = non déterminé

Tableau 6 : résultats de l'essai test de produits fertilisant 2000-2001

- Composante du rendement -

Produit	Epi/m ²	G.H.	grain/m ²	G.H.	grain/épi	G.H.	PMG N	G.H.
T0	285,7	Pas de différences significatives	9913,4	B	34,8	B	41,0	Pas de différences significatives
P1	297,9		13741,3	A	46,7	A	40,5	
P2	290,4		14434,9	A	50,2	A	40,7	
P3	295,4		14876,2	A	50,5	A	40,9	
P4	307,5		14031,9	A	45,7	A	40,9	
Moy	295,4		13399,5		45,6		40,8	
Paramètre statistique	ETR = 27,0 CV = 9,2%	ETR = 773,8 CV = 5,8%	ETR = 5,4 CV = 11,9%	ETR = 1,3 CV = 3,2%				

Tableau 7 : résultats de l'essai test de produits fertilisant 2000-2001

- Rendement et qualité -

Produit	RDT NOR	GH	PS	GH	%protéine	GH	zélény	W	P/L
T0	40,9	B	74,1	A	8,25	Pas de différences significatives	31	92	3,05
P1	57,7	A	73,4	AB	8,15		31	81	3,57
P2	61,1	A	72,5	B	8,38		31	85	3,55
P3	60,4	A	73,3	AB	8,27		32	99	2,78
P4	59,1	A	72,9	AB	8,27		32	90	3,73
Moy	55,9		73,2		8,27		31,3	88,5	3,4
Paramètre statistique	ETR = 4,0 CV = 7,2%	ETR = 0,6 CV = 0,9%		ETR = 0,2 CV = 2,4%					

GH = Groupe homogène (test de Newman-Keuls au risque $\alpha = 5\%$), PMG N = PMG aux normes (15%) en grammes, RDT NOR = rendement aux normes (15%) en q/ha, ETR = Ecart type des résidus, CV = Coefficient de variation.

Les analyses de variance ont été réalisées au risque $\alpha = 5\%$.

Tableau 8 : matière sèche produite, N absorbé et INN au stade épi 1 cm.

		Témoin	P 1	P 2	P 3	P 4	Paramètre statistique
MS (kg/ha)	Valeur	683,8	764,3	756,1	808,5	888,1	ETR = 107,1
	GH	Pas de différences significatives					CV = 13,7%
N abs (kg/ha)	Valeur	15,9	21,0	21,4	22,9	25,2	ETR = 3,9
	GH	Pas de différences significatives					CV = 18,2%
INN	Valeur	0,53	0,62	0,64	0,64	0,64	ETR = 0,03
	GH	B	A	A	A	A	CV = 5,4%

Tableau 9 : matière sèche produite, N absorbé et INN au stade Floraison.

		Témoin	P 1	P 2	P 3	P 4	Paramètre statistique
MS (kg/ha)	Valeur	3963,8	5124,3	5037,1	6096,8	5502,9	ETR = 758,3
	GH	B	AB	AB	A	AB	CV = 14,7%
N abs (kg/ha)	Valeur	32,2	44,3	46,2	52,2	53,9	ETR = 9,0
	GH	B	AB	AB	A	A	CV = 19,6%
INN	Valeur	0,28	0,33	0,35	0,35	0,39	ETR = 0,04
	GH	B	AB	AB	AB	A	CV = 11,8%

Tableau 10 : matière sèche produite, N absorbé et INN à la récolte.

		Témoin	P 1	P 2	P 3	P 4	Paramètre statistique
MS (kg/ha)	Valeur	7366,3	10171,3	10476,4	10822,1	10014,5	ETR = 781,5
	GH	B	A	A	A	A	CV = 8,0%
N abs (kg/ha)	Valeur	67,3	88,0	92,1	92,3	90,5	ETR = 6,6
	GH	B	A	A	A	A	CV = 7,7%
INN	Valeur	0,41	0,45	0,46	0,46	0,47	ETR = 0,02
	GH	Pas de différence significative					CV = 5,3%
CAU	Valeur		34,5%	38,8%	35,0%	36,8%	ETR = 11,4
	GH		Pas de différence significative				CV = 31,4%

Annexe I

Graphiques climatiques

- **Température mensuelle**
- **Précipitations mensuelles**
- **Précipitations décadaires**
- **Demande climatique décadaire**

Annexe II

Résultat des analyses des fertilisants organiques