

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

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

**Résultats de l'essai :
Disponibilité de l'azote avec ou sans culture intermédiaire
Campagne 2005-06
Partenariat CREAB – INRA UMR ARCHE Toulouse**



Photo CREAB MP : engrais vert de moutarde.

Action réalisée avec le concours financier :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, du compte d'affectation spécial « développement agricole et rural », géré par le Ministère de l'agriculture et de la pêche.

C.R.E.A.B Midi-Pyrénées : LEGTA d'Auch – Beaulieu, 32 020 AUCH Cedex 09
Téléphone : 05 62 61 71 29 – Télécopie : 05 62 61 71 10 – i-mèl : auch.creab@voila.fr

**Résultats de l'essai :
Disponibilité en azote après légumineuses
Etude au champ avec et sans cultures intermédiaires.**

1 Présentation générale de l'essai

1.1 Objectifs de l'essai

L'objectif de cet essai est d'étudier la disponibilité en azote pour un blé panifiable en fonction :

- ↪ De son précédent cultural
- ↪ De l'intégration de culture intermédiaires pièges à nitrates avant semis
- ↪ De l'utilisation de fertilisant organique

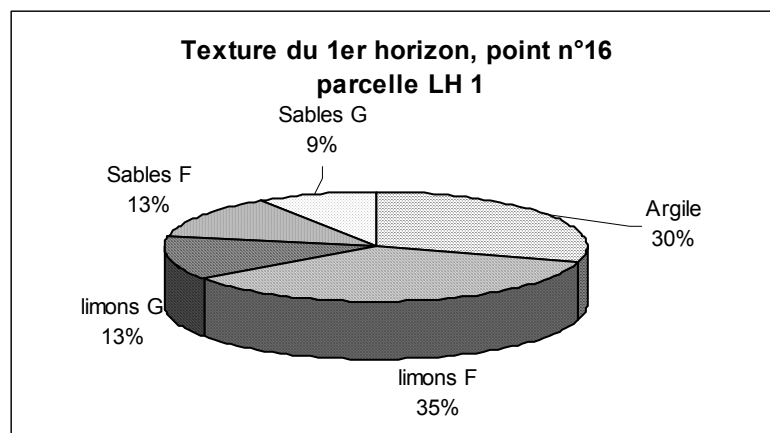
Les résultats permettront de mieux comprendre la dynamique de minéralisation des résidus de culture et des cultures intermédiaires, afin de réaliser des conseils culturaux dans le but de récolter des blés à hautes teneurs en protéines.

1.2 Dispositif expérimental

Le dispositif retenu est celui des blocs de Fischer à trois répétitions. Les modalités étudiées seront :

- ↪ L'effet de la culture intermédiaires : vesce-avoine et moutarde comparée aux repousses de féveroles
- ↪ L'effet du fertilisant organique (farine de plume hydrolysée)

Graphe n°1 : texture de la parcelle LH1



2 Observations en végétation

2.1 Interventions culturales

Les interventions réalisées sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : interventions culturales

Date	Interventions	Outils	Remarques
30 juin 05	Récolte féverole	Moissonneuse	1,9 t _{MS} /ha restitué
25 août 05	Déchaumage	Déchaumeur à ailettes	
25 août 05	Semis CIPAN	Combiné + rouleau	
19 octobre 05	Destruction moutarde	Broyeur	Stade floraison
21 octobre 05	Enfouissement	Cultivateur	Sol humide
3 novembre 05	Destruction vesce-avoine et repousses de féverole	Broyeur + déchaumeur à ailettes	
24 novembre 05	Semis blé	Semoir céréales	Caphorn à 400 grains/m ²
12 avril 06	Fertilisation	DP 12	80 kg d'N/ha de plumes 13-0-0
6 juillet 06	Récolte		

Sur la zone de l'essai, les féveroles en 2005 ont produit 2,5 tonnes de grain sec à 4,5% d'N + 1,9 tonnes de tiges par hectare à 0,83% d'azote soit une restitution de l'ordre de 16 kg d'azote par hectare pour les parties aériennes seules.

Dose de semis des Cipan : vesce-avoine (50-50) 70 kg/ha et moutarde à 16,4 kg/ha.

2.2 Résultats cultures intermédiaires

Cette année, le semis fut immédiatement suivi d'un épisode pluvieux (17,6 mm), puis le mois de septembre fut bien pourvu en précipitations (103 mm), ce qui fait que les cultures intermédiaires se sont rapidement développées.

La moutarde fut détruite plus précocement que les deux autres parcelles pour éviter la chute de graines. Les biomasses produites et quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes sont présentées dans les graphes 2 et 3.

Sur chacune des parcelles, la totalité des plantes a été prélevé : cultures semées, repousses de féverole et adventices.

2.2.1 La vesce avoine

Tout d'abord il convient de dire que se mélange se compose à la récolte majoritairement de repousses de féverole (55%). Pour ce qui est des espèces semées, la vesce produit peu sur une période de culture aussi courte (131 kg_{MS}/ha). Avec cette culture intermédiaire, les adventices se sont modérément développées, elles représentent une production de 280 kg_{MS}/ha soit 9,3% de la biomasse totale.

Du point de vue de la quantité d'azote absorbée, cette culture intermédiaire a absorbé 124,5 kg d'azote. Mais à nouveau la majeure partie de l'azote absorbé provient des repousses de féverole (50% du total).

2.2.2 La moutarde

Cette culture intermédiaire a été semée en mélange avec du trèfle d'Alexandrie. Lors des prélèvements à la destruction, le trèfle avait totalement disparu. Les deux espèces présentes étaient la moutarde et les repousses de féveroles, aucune adventice n'a été prélevé compte tenu de l'épaisseur du couvert (forte concurrence).

La production atteint 3,4 t_{MS}/ha qui se décompose en 77,4% de moutarde et 22,6% de repousse de féverole.

Pour les quantités d'azote absorbées dans les parties aériennes, la moyenne est de 116 kg provenant à 74,5% des moutardes.

2.2.3 L'absence de culture intermédiaire

Sur cette zone aucune culture n'a été semée, mais des repousses de féveroles et des adventices se sont développées. La production totale représente 2,6 t_{MS}/ha dont 87,2% provient des féveroles. Cette production même si elle reste plus faible que sur les deux autres parcelles semées et loin d'être négligeable.

Sans aucun semis de culture intermédiaires, les quantités d'azote absorbées par les levées spontanées sont de l'ordre de 111 kg d'N/ha provenant à 79% des féveroles.

2.2.4 Conclusion sur le développement des cultures intermédiaires

Ainsi nous pouvons dire, que la culture intermédiaire de moutarde croit très vite dès que les précipitations sont au rendez-vous. Cette croissance rapide permet aux moutardes d'étouffer les adventices et de fixer une quantité d'azote importante, de l'ordre de 116 kg/ha cette année pour une biomasse de 3,4 t_{MS}/ha.

La culture intermédiaire de vesce avoine ne permet pas d'étouffer les adventices, et la vesce présente toujours un développement limité de part un trop courte période de développement. Toutefois, grâce à la forte production de l'avoine, cette culture intermédiaire permet les plus fortes absorptions d'azote avec 124,5 kg cette année pour 3,0 t_{MS}/ha de biomasse.

Enfin les repousses de précédent, peuvent lorsque les levées sont importantes comme ce fut le cas à l'automne 2005, produire presque autant qu'un semis d'une culture intermédiaire. Toutefois la levée des graines tombées à la récolte reste aléatoire et ne permet pas de garantir une production de biomasse satisfaisante chaque année.

2.3 Quantité d'azote minéral disponible

2.3.1 Azote disponible de septembre à avril (cf. graphes 4, et 6)

A la mise en place des cultures intermédiaires (prélèvements de sol du 31 août au 2 septembre), la quantité d'azote disponible est sensiblement la même sur l'ensemble de l'essai avec de l'ordre de 70 kg d'azote minéral (N-NO₃ + N-NH₄) par hectares.

Un prélèvement manuel (sur 3 horizons) fut réalisé à la destruction des différents CIPAN (20 octobre pour la moutarde et 8 novembre pour la vesce-avoine).

Au semis du blé, (prélèvement du 21 novembre) les quantités d'azote minérale diffèrent selon les CIPAN.

- ↪ Sans culture intermédiaire, la quantité d'azote minérale disponible est de 55 kg
- ↪ Après moutarde la quantité d'azote minérale disponible est de 40 kg
- ↪ Après vesce-avoine la quantité d'azote minérale disponible est de 46 kg

Ainsi la mise en place des cultures intermédiaires permet de diminuer la quantité d'azote dans le sol en entrée hiver (soit l'azote le plus susceptible d'être lixivié pendant l'hiver). Toutefois cette année nous ne pouvons pas comparer les CIPAN avec un témoin sans culture intermédiaire de part les développements importants des repousses de féverole.

Au stade épi 1 cm (prélèvements d'avril), les quantités d'azote minéral disponible sont :

- ↪ Sans culture intermédiaire 29 kg
- ↪ Après moutarde 23 kg
- ↪ Après vesce-avoine 41 kg

Entre novembre et avril, les différences de quantité d'azote disponibles sont :

- ↪ sur la zone sans culture intermédiaire de 26 kg, correspondant à la fois au prélèvement et à la perte hivernale. Toutefois la perte par lessivage fut probablement faible car nous n'observons pas d'enrichissement des horizons profonds.
- ↪ Après moutarde, la différence est de 17 kg d'azote. Ici aussi cette différence s'explique par les prélèvements des cultures, mais également par du lessivage hivernale, car l'horizon 2 (30-60 cm) et principalement le 3 (60-90 cm) se sont enrichis en azote.
- ↪ Après vesce-avoine les quantités d'azote sont équivalentes entre novembre et avril. Sur cette zone les pertes d'azote (absorption par les cultures + lessivage) ont été compensées par des fournitures issues de la minéralisation de la vesce-avoine. Après vesce-avoine nous observons également des transferts d'azote par lessivage, les horizons 2 et 3 s'étant enrichis par rapport au mois de novembre (la minéralisation source de fourniture en azote n'a lieu que dans la partie superficielle du sol, soit environ 10 cm).

Ainsi pour cette campagne, les CIPAN ont permis de limiter les reliquats d'azote en entrée d'hiver, par contre en sortie d'hiver les reliquats sont maximisés principalement pour la vesce-avoine, la moutarde présente des quantités d'azote disponibles inférieures à la zone sans CIPAN. Toutefois, lorsqu'on observe le développement du blé, on s'aperçoit que grâce à une destruction plus précoce des moutardes, les densités levées sont nettement supérieures sur cette parcelle que sur les autres (297 plantes/m² après moutarde, contre 133 plantes/m² en moyenne sur les deux autres précédents). De même, au stade épi 1 cm les biomasses produites sont significativement supérieures après moutarde (avec 709 kg_{MS}/ha) qu'après les deux autres précédents (en moyenne 480 kg_{MS}/ha). Les quantités d'azote absorbées à ce stade ne présentent pas de différence significative mais reflètent les observations précédentes, après moutarde elles sont en moyenne de 21,3 kg d'N/ha pour 18,4 et 18,1 kg d'N/ha après l'absence de culture intermédiaire et après vesce-avoine.

Ainsi après moutarde les blés ont réalisés des prélèvements azotés supérieures aux autres précédents ce qui explique en partie pourquoi les quantités d'azote minéral du sol sont plus faibles après moutarde au mois d'avril.

2.3.2 Comportement des CIPAN : azote minéral de septembre à novembre (cf. graphe 5)

A la destruction des CIPAN un prélèvement manuel (3 horizons) fut réalisé sur les parcelles. Pour étudier l'évolution des stocks d'azote nous utiliserons donc uniquement les valeurs sur 3 horizons (0 à 90 cm).

- ↳ CIPAN moutarde ; à la destruction (20 octobre) la quantité d'azote disponible est de 48 kg d'N/ha, soit une différence de 12,6 kg d'N/ha par rapport à leur mise en place. Ceci s'explique principalement par l'absorption d'azote des moutardes (en moyenne 116 kg d'N/ha prélevé). Entre octobre et novembre les quantités d'azote disponibles augmentent de 12,3 kg d'N et cette augmentation se situe uniquement dans le 1^{er} horizon ce qui nous permet de dire que les moutardes minéralisent très rapidement (de l'organisation est possible, mais elle est masquée par une plus forte minéralisation).
- ↳ CIPAN vesce-avoine ; détruit plus tardivement (8 novembre) ce précédent présente une différence de 16 kg d'N entre septembre et octobre à nouveau à mettre en relation avec les prélèvements de la culture. Par contre entre le 8 et le 21 novembre on observe une diminution des quantités d'azote (- 10 kg), cette différence représente l'organisation de l'azote suite à l'enfouissement des résidus.

Ainsi les deux CIPAN ont un comportement différent, les moutardes minéralisent très vite, et la minéralisation est nettement plus forte que l'organisation, pour la vesce-avoine l'organisation semble prendre le dessus par rapport à la minéralisation. Cette différence permet également d'expliquer pourquoi les quantités d'azote disponibles sont moindres en avril après moutarde qu'après vesce-avoine, à cette période les moutardes semblent être totalement minéralisées alors que la vesce-avoine continue de fournir de l'azote par minéralisation.

- ↳ Sur la zone sans CIPAN semé, (pas de prélèvement à la destruction) on observe une quantité d'azote moindre en novembre qu'en septembre. Cette différence provient encore du prélèvement par les plantes (ici les repousses de féveroles) les reliquats en novembre restent important peut être parce que les repousses de féveroles se sont aussi alimentés en azote par la voie symbiotique.

3 Résultats de la culture de blé tendre

Le blé tendre fut semé sur les trois couples de précédent x CIPAN. Par la suite chacune des parcelles élémentaires fut subdivisée en deux parties, l'une fertilisée et l'autre non.

La dose de fertilisant prévue était de 80 Kg d'azote par hectare, après analyse (Cf. tableau 2 ci-dessous), la quantité réelle d'azote apportée fut de 89,2 kg/ha.

Tableau 2 : résultats de l'analyse du fertilisant

Analyses	unités	Farine de plumes hydrolysées
Humidité à 105°C	(g/100g)	7,1
Matière sèche à 105°C	(g/100g)	92,9
Matière organique (calcination)	(g/100g)	89,8
Carbone organique (calcul)	(g/100g)	44,9
N total par analyseur élémentaire (Dumas)	(g/100g)	13,3
C/N		3,38
N ammoniacal (Berthelot)	(g/100g)	0,378
N nitrique (Griess)	(g/100g)	< 0,0021
P2O5 total	(g/100g)	0,96
K2O total	(g/100g)	0,22
Soufre total Ext. Eau dosage ICP(SO3)	(g/100g)	5,6

3.1 Composantes du rendement (Cf. Tableau 3)

De part une destruction plus précoce, le sol était nettement plus affiné sur le précédent moutarde que sur les deux autres. Cette différence fut très visible au niveau des densités levées, qui sur cette parcelle furent bien meilleures (plus du double) que sur les deux autres couples de précédent.

Cette différence reste marquée au niveau de la densité épi, mais de façon moindre, car l'étude statistique ne distingue aucun effet précédent. Pour cette composante, les cultures ont tallé sur les précédent vesce-avoine et féverole, par contre des pieds ont disparu sur le précédent moutarde. Malgré ces pertes, ce précédent reste le plus favorable vis-à-vis des densités épis, grâce à ces levées importantes.

En sortie d'hiver, la reprise en végétation fut lente de part la persistance des températures fraîches. Le blé sur le précédent sans CIPAN semé, a compensé ses faibles densités plantes et épis par une fertilité importante, supérieure à celle observée sur les deux autres précédent. Ainsi les densités grains restent très proches sur l'ensemble des modalités.

Les PMG sont équivalent sur l'ensemble des traitements.

3.2 Suivi de l'alimentation azotée

3.2.1 Stade épi 1 cm

Ce stade est apparu sur l'essai aux alentours du 31 mars, soit avec une semaine de décalage par rapport aux autres années pour une date de semis équivalente. Les prélèvements de plantes ont eu lieu le 29 mars.

Tableau 4 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade épi 1 cm.

Modalités	Biomasse (kg/ha)		% N	INN E1	N abs PA (kg/ha)
Vesce-Avoine-N0	495,8		3,49	0,79	17,2
Vesce-Avoine-N80	512,6		3,84	0,87	19,6
Moutarde-N0	724,1		2,89	0,66	20,8
Moutarde-N80	694,7		3,17	0,72	21,9
Rep. Féveroles-N0	396,1		4,06	0,92	16,1
Rep. Féveroles-N80	514,2		3,94	0,89	20,1
Moy. VA	504,2	B	3,67	0,83	18,4
Moy. Moutarde	709,4	A	3,03	0,69	21,3
Moy. Rep. Fév.	455,1	B	4,00	0,91	18,1
Moy N0	538,6	NS	3,48	0,79	18,0
Moy N80	573,8	NS	3,65	0,83	20,5
Moyenne générale	556,2		3,56	0,81	19,3

PA = partie aérienne

Au stade épi 1 cm, les biomasse produites restent faibles, compte tenu des faibles développements hivernaux. L'indice de nutrition azotée à ce stade (avant les apports de fertilisants) est de 0,8 ce qui reste une valeur assez élevée par rapport à celles collectées les autres années à ce stade. Par contre, les quantités d'azote absorbé sont faibles. L'ensemble des données confirme les observations précédentes sur les retards de végétation des cultures. Au stade épi 1 cm, seule la biomasse produite présente des différences significatives entre précédent, la moutarde permet d'obtenir des biomasses supérieures aux deux autres précédents.

3.2.2 Stade fin montaison

Les prélèvements à ce stade ont été réalisés le 2 mai.

Tableau 5 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade fin montaison.

Modalités	Biomasse (kg/ha)	% N	INN 2 mai	N abs PA (kg/ha)
Vesce-Avoine-N0	2978,7	1,40	0,42	41,0
Vesce-Avoine-N80	4003,0	1,60	0,55	64,5
Moutarde-N0	3881,8	1,49	0,51	58,4
Moutarde-N80	3370,2	1,36	0,43	45,9
Rep. Féveroles-N0	2871,2	1,58	0,47	45,2
Rep. Féveroles-N80	3044,6	1,47	0,45	44,3
Moy. VA	3490,9	1,50	0,49	52,7
Moy. Moutarde	3626,0	1,42	0,47	52,2
Moy. Rep. Fév.	2957,9	1,52	0,46	44,7
Moy N0	3243,9	1,49	0,47	48,2
Moy N80	3472,6	1,48	0,48	51,6
Moyenne générale	3358,3	1,48	0,47	49,9

Les différents traitements ne présentent aucune différence significative, que ce soit pour la biomasse ou pour l'indice de nutrition azoté.

3.2.3 Stade Floraison du blé

Ce stade est apparu le 22 mai soit à la période habituelle de la floraison, ainsi les blés ont récupéré de leur retard pendant la période de la montaison.

Tableau 6 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade floraison.

Modalités	Biomasse (kg/ha)	% N	INN Floraison	N abs PA (kg/ha)	
Vesce-Avoine-N0	5482,2	1,05	0,42	57,7	
Vesce-Avoine-N80	5537,8	1,22	0,49	67,7	
Moutarde-N0	6099,1	1,04	0,43	63,6	
Moutarde-N80	6002,9	1,21	0,50	73,0	
Rep. Féveroles-N0	5625,7	1,22	0,49	68,6	
Rep. Féveroles-N80	5851,5	1,20	0,49	69,4	
Moy. VA	5510,0	1,13	0,45	62,7	B
Moy. Moutarde	6051,0	1,13	0,47	68,3	A
Moy. Rep. Fév.	5738,6	1,21	0,49	69,0	A
Moy. N0	5735,6	1,10	0,45	63,3	
Moy. N80	5797,4	1,21	0,49	70,0	
Moyenne générale	5766,5	1,16	0,47	66,7	

A la floraison du blé, la seule différence significative observée entre les traitements est la quantité d'azote absorbée dans les parties aériennes. Cette dernière est supérieure pour les précédents moutarde et repousses de féverole que pour la vesce-avoine.

3.2.4 Stade Récolte

Tableau 7 : Biomasse et azote absorbé par les blés, stade récolte.

Modalités	Biomasse grains (kg/ha)	Biomasse pailles (kg/ha)	N abs grain (kg/ha)		N abs paille (kg/ha)	N abs PA (kg/ha)	
Vesce-Avoine-N0	3371,4	3781,4	48,2		19,4	67,5	
Vesce-Avoine-N80	3392,7	3805,2	62,5		19,8	82,3	
Moutarde-N0	3307,7	3709,9	51,0		19,2	70,2	
Moutarde-N80	3378,4	3789,2	53,5		21,2	74,7	
Rep. Féveroles-N0	3181,8	3568,6	52,4		17,6	70,0	
Rep. Féveroles-N80	3229,2	3621,8	55,3		18,8	74,1	
Moy. VA	3382,1	3793,3	55,3	NS	19,6	74,9	NS
Moy. Moutarde	3343,1	3749,5	52,2	NS	20,2	72,5	NS
Moy. Rep. Fév.	3205,5	3595,2	53,9	NS	18,2	72,0	NS
Moy. N0	3287,0	3686,7	50,5	B	18,7	69,3	B
Moy. N80	3333,4	3738,7	57,1	A	19,9	77,0	A
Moyenne générale	3310,2	3712,7	54,8		19,3	74,1	

A la récolte aucune différence significative n'est présente pour l'ensemble des modalités pour le facteur CIPAN. Par contre le fertilisant permet un gain au niveau des quantités d'azote absorbée par les grains. La répartition globale des prélèvements azotés par les cultures est présentée dans le graphique n°4.

3.3 Rendement et teneur en protéines

Tableau8 : Rendement et teneur en protéines.

Modalités	Rendement Moissonneuse à 15% (q/ha)	Rendement Placette à 15% (q/ha)	% protéines (inframatic)		% protéines via %N dumas	
Vesce-Avoine-N0	39,7	49,1	10,7		8,0	
Vesce-Avoine-N80	39,9	48,7	11,1		10,3	
Moutarde-N0	38,9	37,9	10,3		8,6	
Moutarde-N80	39,7	40,9	10,6		8,9	
Re., Féveroles-N0	37,4	44,0	10,9		6,2	
Rep. Féveroles-N80	38,0	49,4	10,9		9,6	
Moy. VA	39,8	48,9	10,9	A	9,1	NS
Moy. Moutarde	39,3	39,4	10,5	A	8,8	NS
Moy. Rep. Fév.	37,7	46,7	10,9	A	9,4	NS
Moy N0	38,7	43,7	10,6	NS	8,6	B
Moy N80	39,2	46,3	10,9	NS	9,6	A
Moyenne générale	38,9	45,0	10,8		9,1	

L'interprétation des résultats finaux reste difficile de part des différences importantes et non corrélées entre les résultats des prélèvements manuels et la moisson (pour le rendement) et entre les teneurs en protéines mesurées à l'inframatic ou calculées à partir de la teneur en azote des grains (%Protéines = %N grains x 5,7).

En ce qui concerne le rendement, nous utiliserons les valeurs issues de la récolte machine car elles sont plus représentatives que celles issues des placettes. Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de différence de rendement entre les modalités, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence due aux CIPAN, ni à la fertilisation.

L'absence de différence significative entre la présence ou l'absence de CIPAN cette année s'explique avant tout parce que la zone appelée sans CIPAN a vu se développer un nombre très importants de repousses de féveroles qui se sont comportées exactement comme un CIPAN semé (les biomasses produites, tout comme les quantités d'azote absorbée sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble du dispositif [Cf. graphes n°2 et 3]).

En ce qui concerne la fertilisation, les CAU de cette année sont extrêmement faible : 4,5% sur les repousses de féveroles, 5% après moutarde et 16,5% après vesce-avoine. Les faibles précipitations printanières sont en partie responsables de cette faible efficacité.

Pour les teneurs en protéines, nous utiliserons les valeurs issues du calcul après analyse de la teneur en azote dans les grains (méthode officielle). Ces valeurs nous apprennent qu'aucun CIPAN n'est supérieur à un autre pour l'obtention des teneurs en protéine. Par contre le fertilisant qui eu un effet très limité, semble avoir une action sur les teneurs en protéines, permettant un gain moyen de 1%.

4 Conclusion

L'essai mis en place nous permet d'acquérir les informations suivantes :

- ↪ Que les repousses de culture du précédent peuvent quand les levées et les biomasses sont importantes (cas de cette année) se comporter comme un CIPAN semé.
- ↪ Que les fournitures totales d'azotes sont peu différentes selon les CIPAN, mais par contre la mise à disposition est très différente : les moutardes restituent très rapidement l'azote absorbée, alors que la vesce-avoine et les repousses de féverole libèrent leur azote plus lentement et sur une période plus longue.
- ↪ Que le développement des blés correspond à la disponibilité en azote du sol :

- précédent moutarde : grâce à une destruction plus précoce, le sol était mieux affiner sur cette zone est a permis d'obtenir des densités levées deux fois plus importante que sur les autres précédents. Cette biomasse 1,5 fois supérieure à celle présente sur les autres précédents a prélevé des quantités d'azote supérieures. Ceci permet de conserver un nombre d'épis important, supérieur sur cette zone (265 épis/m² contre 202 après les repousses de féverole et 230 après vesce-avoine). Par contre par la suite les quantités d'azote disponibles étant moindre le blé présent sur cette parcelle fut pénalisé du point de vue de sa fertilité épi, et plus tard pour ses teneurs en protéines.

Les moutardes ont réagit comme un apport de fertilisant précoce (début tallage)

- précédent vesce-avoine : la situation est presque l'inverse de celle après moutarde. Les conditions de sol moins favorables sur cette zone ont pénalisé les levées, mais par la suite les blés ont compensé ce manque à la fois par un tallage conséquent mais aussi par une fertilité importante. Ceci est à mettre en relation avec les quantités d'azote disponibles supérieures sur ce précédent au mois d'avril. Ceci permet également au blé de cette zone d'obtenir des teneurs en protéines supérieurs au précédent moutarde.

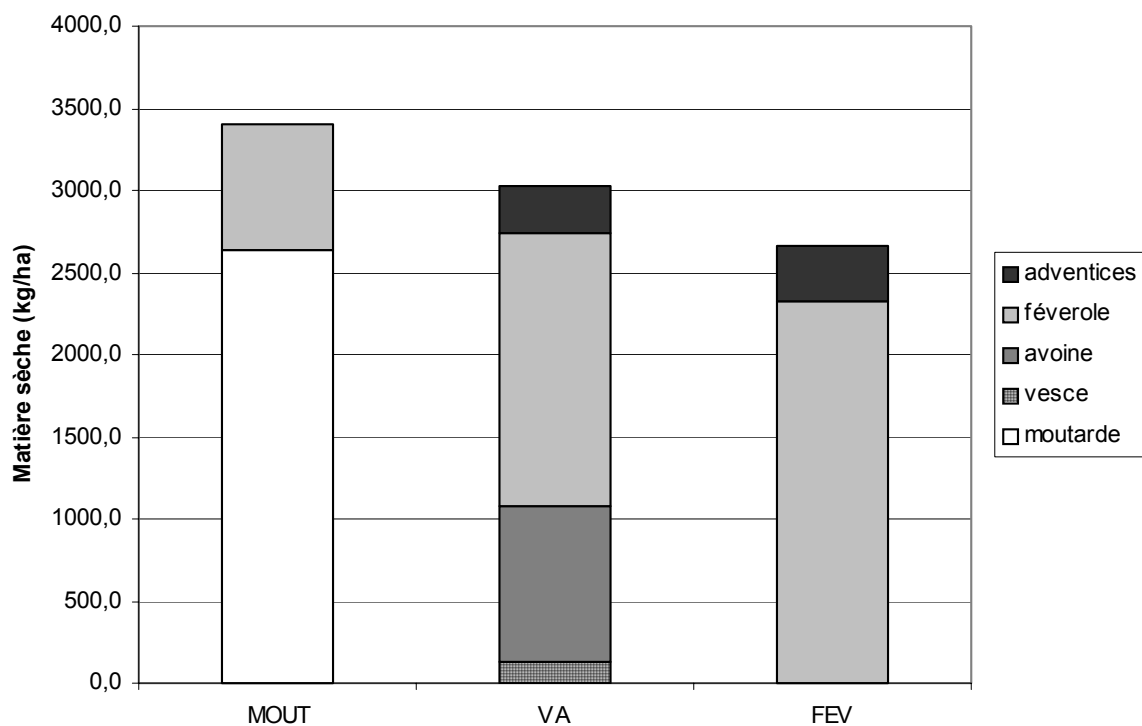
La vesce avoine a réagit comme un apport de fertilisant réalisé plus tardivement (stade épi 1 cm)

- les repousses de féveroles : le blé sur ce précédent s'est comporté de manière assez semblable à celui présent sur la vesce-avoine. Malgré des quantités d'azote disponible supérieures en avril sur le précédent vesce-avoine, les blés après les repousses de féveroles ont compensé leurs faibles levées principalement par une forte augmentation de la fertilité épi (50 grains/épis après les repousses de féverole, 42 après vesce-avoine et 38 après moutarde). Ceci nous amène à penser que la libération d'azote après les repousses de féveroles fut encore plus décalée qu'après vesce-avoine. Ce qui permet à la fois d'expliquer la forte augmentation de la fertilité et les teneurs en protéines qui sont après ce précédent les plus importantes mesurées.

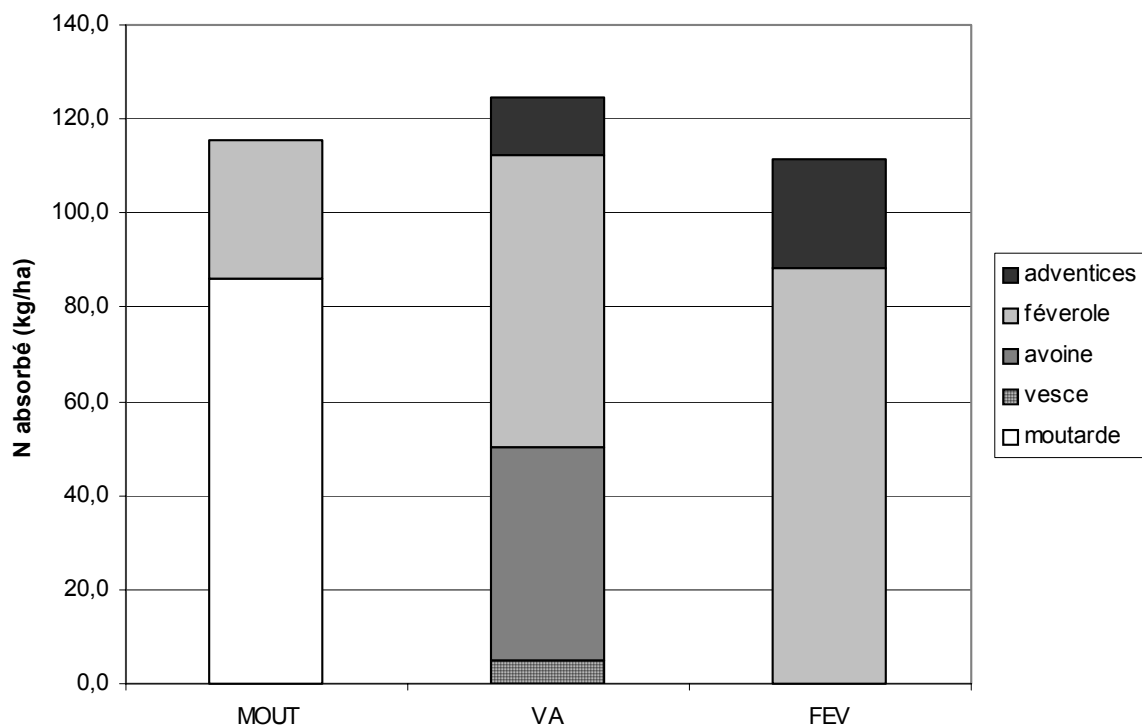
Pour garder la même comparaison, les repousses de féverole correspondent plus à un apport de fertilisant réalisé en cours de montaison.

- ↪ Le fertilisant fut apporté le 12 avril, l'absence de précipitations conséquentes après l'apport est sans doute responsable de la faible efficacité de ce dernier, qui ne permet cette année que d'influencer favorablement les teneurs en protéines, ce qui tend à confirmer que son action fut tardive.

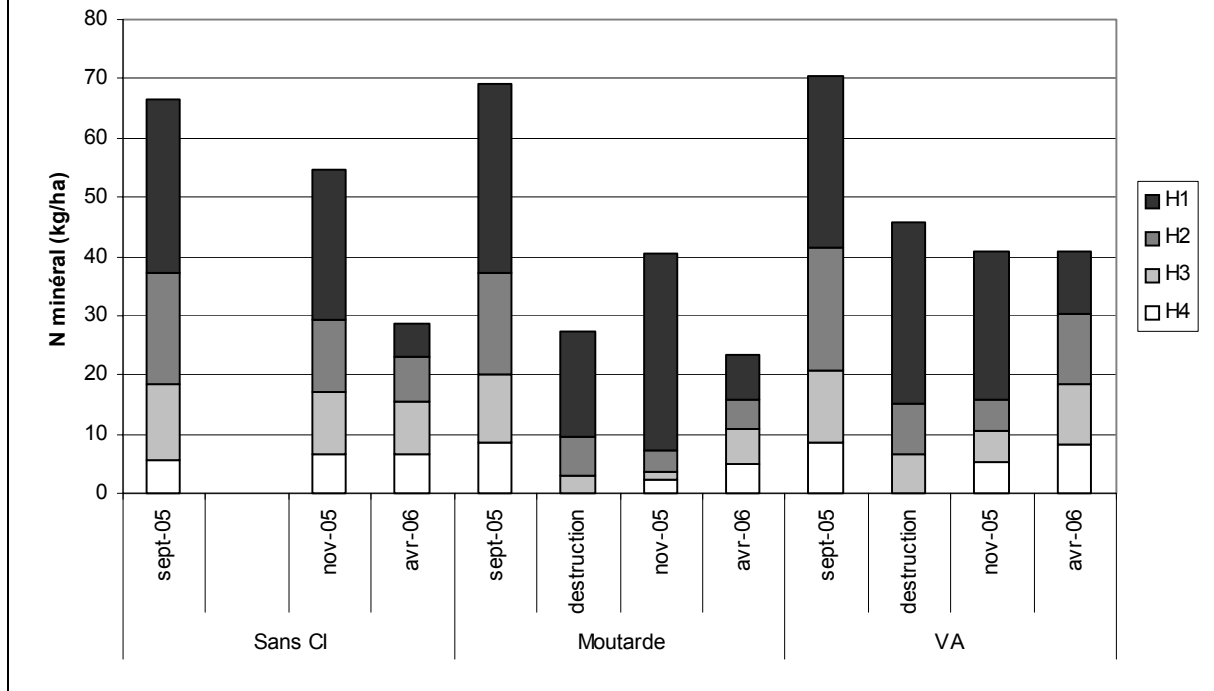
Graphe N°2 : Production des cultures intermédiaires



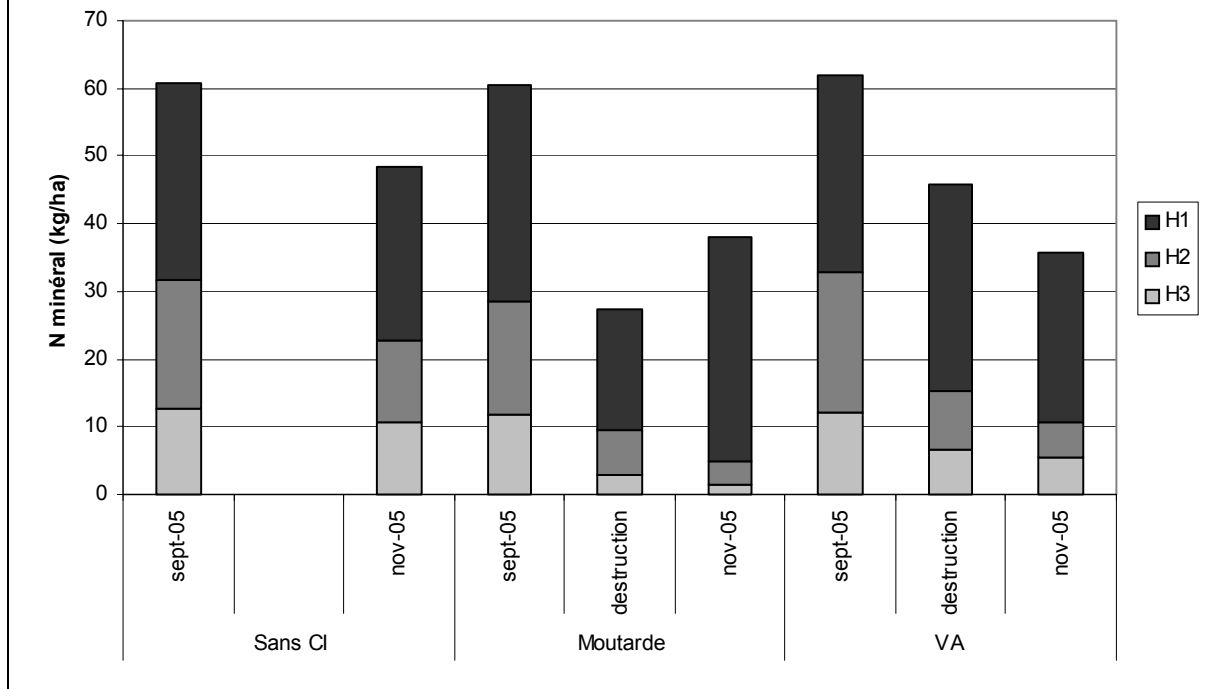
Graphe N° 3 : Azote absorbée dans les parties aériennes



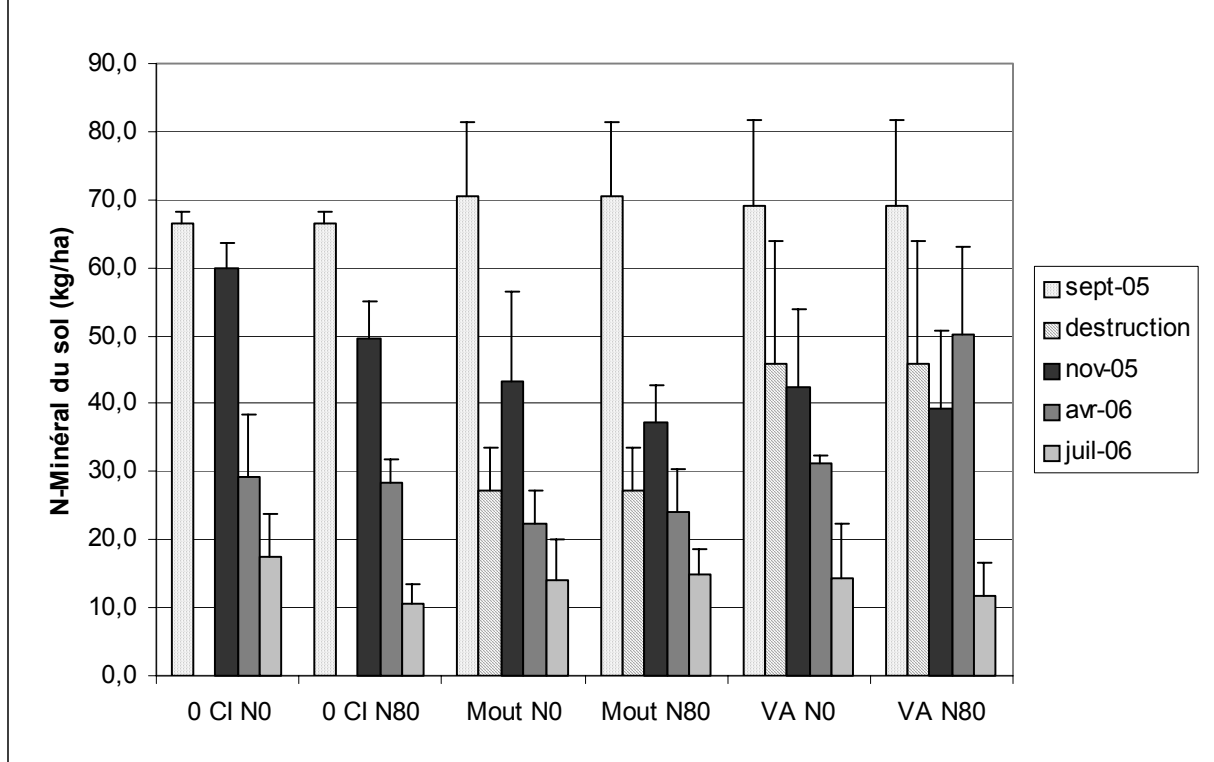
Graphe n°4 : Evolution N-minéral : septembre à avril (4 horizons)



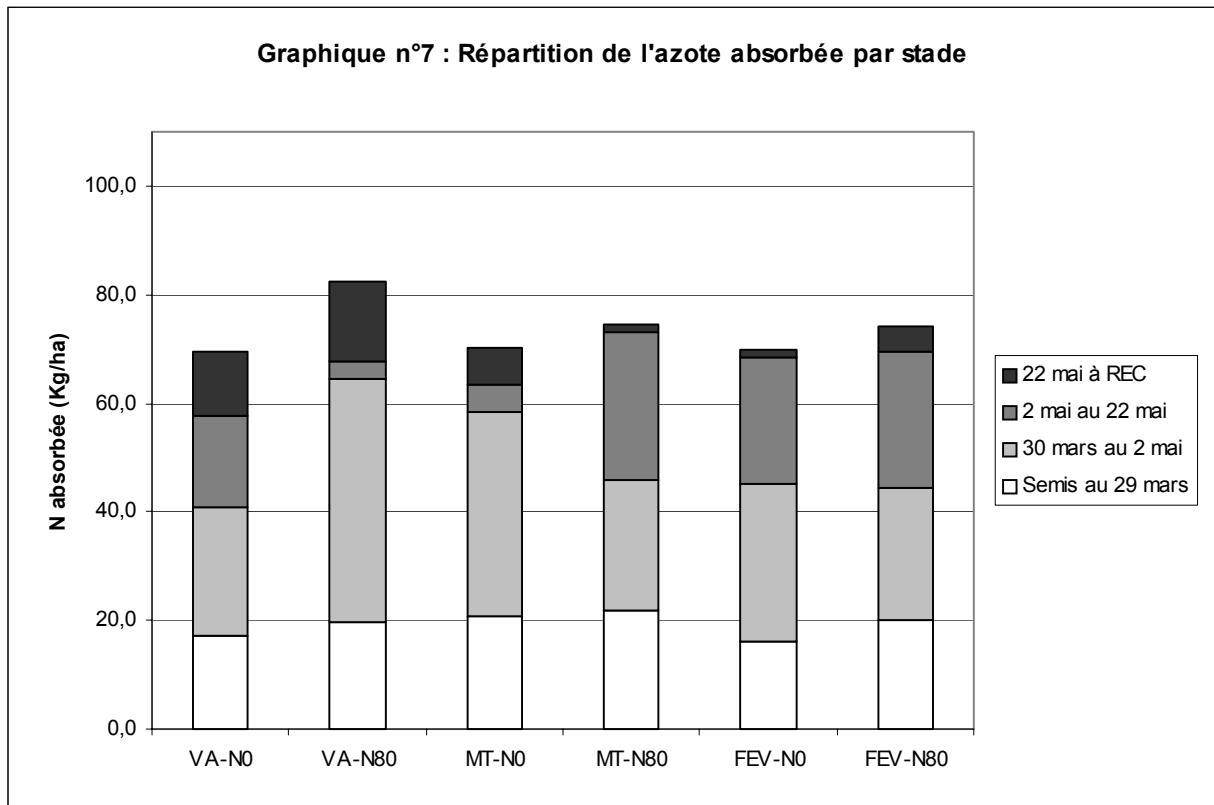
Graphe n°5 : Evolution N-minéral : septembre à novembre (3 horizons)



Graphique n°6 : Evolution N-Minéral du sol de septembre 2005 à juillet 2006



Graphique n°7 : Répartition de l'azote absorbée par stade



Graphique n°8 : Rendement moissonneuse à 15% - essai cultures intermédiaires

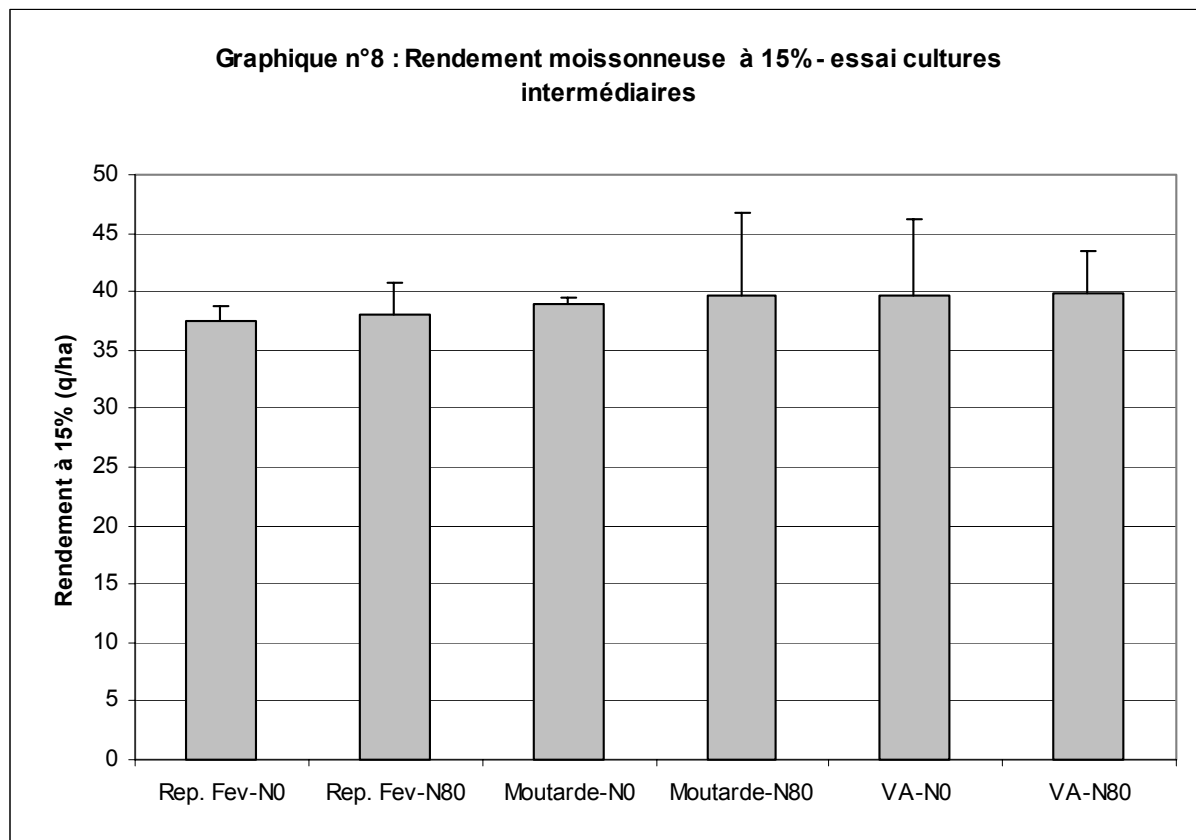


Tableau 3 : composante du rendement et analyses statistique

Modalités	Plantes/m ²		Epi/m ²		Grains/m ²		Grains/épi		PMG (g)		RDT		% Protéine	
VA-N0	111,0		239,5		9485,6		40,0		40,3		39,7		10,7	
VA-N80	148,1		226,7		9814,0		43,6		39,1		39,9		11,1	
MOUT-N0	293,8		252,8		10314,2		41,2		39,3		38,9		10,3	
MOUT-N80	301,0		276,7		9812,9		35,4		38,9		39,7		10,6	
FEV-N0	115,2		195,7		9877,1		53,2		39,1		37,4		10,9	
FEV-N80	157,1		208,1		10241,4		47,2		39,0		38,0		10,9	
Moyenne	187,7		233,2		9924,2		43,4		39,3		38,9		10,8	
<i>Moy-VA</i>	<i>129,5</i>	<i>B</i>	<i>233,1</i>	<i>NS</i>	<i>9649,8</i>	<i>NS</i>	<i>41,8</i>	<i>B</i>	<i>39,7</i>	<i>NS</i>	<i>39,8</i>	<i>NS</i>	<i>10,9</i>	<i>A</i>
<i>Moy-MOUT</i>	<i>297,4</i>	<i>A</i>	<i>264,8</i>	<i>NS</i>	<i>10063,66</i>	<i>NS</i>	<i>38,3</i>	<i>B</i>	<i>39,1</i>	<i>NS</i>	<i>39,3</i>	<i>NS</i>	<i>10,45</i>	<i>A</i>
<i>Moy-FEV</i>	<i>136,2</i>	<i>B</i>	<i>201,9</i>	<i>NS</i>	<i>10059,3</i>	<i>NS</i>	<i>50,2</i>	<i>A</i>	<i>39,1</i>	<i>NS</i>	<i>37,7</i>	<i>NS</i>	<i>10,9</i>	<i>A</i>
<i>Moy-N0</i>	<i>173,3</i>	<i>NS</i>	<i>229,4</i>	<i>NS</i>	<i>9892,3</i>	<i>NS</i>	<i>44,8</i>	<i>NS</i>	<i>39,6</i>	<i>NS</i>	<i>38,7</i>	<i>NS</i>	<i>10,6</i>	<i>NS</i>
<i>Moy-N80</i>	<i>202,1</i>	<i>NS</i>	<i>237,1</i>	<i>NS</i>	<i>9956,1</i>	<i>NS</i>	<i>42,1</i>	<i>NS</i>	<i>39,0</i>	<i>NS</i>	<i>39,2</i>	<i>NS</i>	<i>10,9</i>	<i>NS</i>
ET Cipan	13,2		30,5		880,4		3,6		0,5		5,5		0,2	
CV Cipan	7,1%		13,1%		8,9%		8,3%		1,4%		14,2%		2,2%	
ET Ferti	20,0		11,2		1538,0		8,6		1,4		3,2		0,2	
CV Ferti	10,7%		4,8%		15,5%		19,8%		3,6%		8,2%		2,2%	

La deuxième colonne correspond aux résultats de l'analyse de variance : A ou B = groupe homogène ; NS = non significatif ; moy = moyenne ; ET= écart type des résidus, CV = coefficient de variation.