

Actualité dans le domaine de la fumure azotée

La fumure azotée en deux fractions

Osez essayer !

F. Vancutsem¹, B. Bodson², J-P. Destain³, J-L. Herman³, B. Monfort⁴, L. Couvreur³, M. Frankinet³ et A. Falisse²

1. Adapter les techniques culturales et les coûts de production aux prix des céréales

La dégradation du rapport entre le coût des engrais azoté et le prix des céréales se poursuit malheureusement. Actuellement le coût d'une unité (1 kg) d'azote épandue est estimé à un équivalent de 7 kg de froment. Ce ratio est indicatif, les prix peuvent varier en fonction de très nombreux paramètres (évolution des marchés, type d'engrais, modalités d'achat, ...). Cette dégradation rapide, en 1999 on se situait encore à 1 uN = 4 kg de froment, impose un raisonnement de plus en plus précis de la fumure azotée des cultures.

Bien sûr, on ne produit pas sans azote, le potentiel de rendement du froment continue à progresser et la teneur en protéines du grain doit être suffisante pour que celui-ci trouve preneur sur le marché.

Il ne faut dès lors pas encore systématiquement réduire les doses raisonnées, mais il faut bien prendre en compte que toute sur-fumure d'assurance viendra rogner les maigres revenus laissés par la culture.

Depuis plusieurs années, nous avons proposé un mode de fractionnement alternatif en 2 apports au lieu des 3 fractions habituelles.

Il s'agissait, à dose totale inchangée, de faire l'impasse sur l'apport de tallage et de reporter la dose de cette fraction vers la fraction de dernière feuille. Ce mode de fractionnement de la fumure n'apporte pas de gain de rendement mais augmente la qualité du grain tout en diminuant les risques pour la culture (maladie, verse) et pour l'environnement par une meilleure récupération de l'azote appliqué au stade dernière feuille.

Expérimentée pendant 9 ans, cette modalité d'apport de la fumure azotée a dévoilé, outre les avantages cités ci avant, aussi ses limites et ses contraintes. En 2004, pour la première fois en 8 ans d'essais, des pertes de rendement en grain non négligeables (en moyenne 6 qx/ha) avaient été enregistrées suite à un déficit hydrique conséquent au stade redressement.

¹ F.U.S.A.Gembloux – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGA du Ministère de la Région Wallonne

² F.U.S.A.Gembloux – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

³ CRA-W – Département Production Végétale

⁴ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGA – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

2 Fractionnement de la fumure

Le rendement en paille peut aussi régulièrement être réduit avec ce mode de fractionnement. De même, le fractionnement en deux apports s'avère défaillant dans un certain nombre de situations où au printemps, le système racinaire du froment rencontre des difficultés de développement et donc ne permet pas à la culture de trouver dans le sol les quantités minimales d'azote nécessaire à la montée en épis d'un nombre suffisant de tiges.

La crainte d'un échec, la difficulté de modifier les habitudes a quelque peu freiné le développement de la modalité de fractionnement en deux apports.

Les avantages qu'offre la méthode doivent cependant impérativement être pris en compte. La diminution même légère de pression des maladies et des risques de verse offre des opportunités de réduction d'investissement en protection de la culture. L'amélioration du coefficient réel d'utilisation de l'azote de l'engrais facilite l'obtention des normes de qualité.

Afin de réduire les risques de la méthode, tout en maintenant une bonne partie de ces avantages, un ajustement est proposé : la première des deux fractions sera apportée fin tallage, une à deux semaines avant le stade épi à 1 cm, autour du 1^{er} avril pour les semis précoces et quelques jours plus tard pour les semis plus tardifs.

Volontairement et pour bien marquer son positionnement, nous l'avons baptisé provisoirement « fraction intermédiaire tallage-redressement ». La dose de référence de cette première fraction a aussi été revue à la hausse et est portée de 60 à 80 unités N. Cet ajustement permet d'éviter la majorité des risques de défaillance et offre ainsi plus de sécurité et de sérénité à l'agriculteur.

2. L'expérimentation 2005

L'expérimentation en 2004-2005 a été principalement menée sur le site de Loncée :

- Trois essais spécifiques « réponse de la culture à la fumure (dose et fractionnement) » ;
- Trois essais sur l'ajustement de la première fraction dans le mode d'apport de la fumure en deux fractions.
- D'autres résultats sont tirés d'essais à composantes multiples (fumure azotée et régulateur de croissance, fumure azotée et protection fongicide).

Les résultats de ces essais vont servir tout au long de cet article à mettre en évidence les avantages et les inconvénients de l'apport de l'azote en deux fractions et à en préciser les ajustements. Dans la présentation de résultats, la fumure calculée selon la méthode du Livre blanc et appliquée en trois fractions est appelée « LB » et celle appliquée en deux fractions avec le report de la fraction de tallage est dénommée « LB-T ».

Conditions météorologiques de la saison 2004-2005

Les conditions climatiques de l'automne et de l'hiver 2004-2005 ressemblent fortement à celles de l'année 2003-2004. En effet l'automne plutôt sec et doux a permis de réaliser les semis dans de très bonnes conditions. Aucun dégât d'hiver n'a été constaté. Ces conditions ont été favorables à la minéralisation qui a été active de septembre à mi-décembre. Au printemps, le froment était bien développé et généralement très régulier. Suite à la

minéralisation importante de l'automne et à la faible redistribution de l'azote dans le profil, les froments ne souffraient d'aucune faim d'azote.

Malheureusement, la sécheresse s'est installée rapidement dans certaines régions. A Lonzée, les précipitations ont été particulièrement rares avec 14 mm en mars, 34 en avril, 23 en mai et 35 en juin (27 mm le 29 juin). Entre le 9 mai et le 27 juin, seuls 6 mm sont tombés à Lonzée. Il est clair que le déficit hydrique observé depuis avril s'est alors très fortement marqué.

A partir du 29 juin et jusqu'à la maturité, les pluies ont été régulières permettant aux cultures qui n'avaient pas trop souffert de la sécheresse un bon remplissage des grains. Le retour de la pluie a limité les pertes de rendement sur le site de Lonzée avec des rendements dépassant les 100 qx/ha. Ces résultats ne peuvent pas être généralisés et de nombreuses disparités régionales, voire au sein d'une même exploitation, ont été constatées avec parfois des rendements de 40 à 50 qx sur les terres trop superficielles, schisteuses, sablonneuses ...

2.1. Calcul de l'optimum de fumure

Tableau 1 : Influence sur le rendement en kg/ha de différentes fumures azotées (témoin 0N, fumure de rendement phytotechnique maximum, fumure de l'optimum économique sur base de 1 kg N = 7 kg de froment, fumure Livre blanc en 2(LB-T) ou 3 apports (LB)).- Lonzée 2005

		Fumure azotée				Rendement			
		T	R	DF	Total	kg/ha			
FH05-19	Témoin	0	0	0	0	7960			
	Corvus Max	75	0	125	200	10963			
	Octobre Eco	25	50	50	125	10701			
	Betteraves LB	30	50	110	190	10953			
		0	50	140	190	10853			
				LB	65	252	455	-203	
			LB-T	65	152	455	-303		
				(1)	(2)	(3)	(4)		
FH05-27	Témoin	0	0	0	0	7177			
	Cubus Max	100	25	150	275	11023			
	Novembre Eco	100	0	100	200	10874			
	Chicorée LB	50	70	80	200	10665			
	Betteraves LB-T	0	70	130	200	10562			
				LB	0	-209	0	-209	
			LB-T	0	-312	0	-312		
				(1)	(2)	(3)	(4)		
FH05-08	Témoin	0	0	0	0	7429			
	Deben Max	0	75	150	225	10599			
	Décembre Eco	0	75	50	125	10174			
	Betteraves LB	40	60	90	190	10345			
		0	60	130	190	10481			
				LB	65	171	455	-284	
			LB-T	65	307	455	-148		
				(1)	(2)	(3)	(4)		

(1) Fumure Livre blanc - fumure économique

(2) Rdt Livre blanc - Rdt économique

(3) Différence de fumure (= (1)) exprimée en équivalent kg de froment (1uN = 7 kg de froment)

(4) = (2) - (3)

4 Fractionnement de la fumure

Trois essais implantés sur le site de Lonzée permettaient de calculer par intrapolation des rendements observés la réponse de la culture en terme de rendement aux doses et aux fractionnements de la fumure azotée et de déterminer les fumures optimales.

Pour les semis d'octobre et de décembre, après betteraves, la dose calculée par le Livre Blanc étant largement surestimée (65 uN) mais les pertes économiques sont peu importantes (3 qx/ha au maximum). Pour les semis de novembre, après chicorées, la dose calculée par la méthode Livre blanc est égale à l'optimum, les rendements économiques des fumures Livre blanc sont donc proches de l'optimum.

Les fumures économiquement optimales sont faibles parce que la minéralisation a été importante, notamment après la période de sécheresse (dose optimale de la dernière feuille assez basse). Les rendements des objets sans apport d'azote en témoignent (plus de 7 000 kg). Pour calculer l'optimum économique, le rapport coût de l'unité d'azote épandue et le prix du froment s'est aussi dégradé.

2.2. Impact de l'impasse de la fraction de tallage avec report vers la dernière feuille

Plusieurs situations ont été comparées sur le site de Lonzée, toutes ne présentaient pas les conditions nécessaires requises pour appliquer le fractionnement en deux apports avec l'impasse sur la fraction de tallage. Dans les essais ci-dessous, il s'agit d'un report complet de la fraction de tallage vers la fraction de dernière feuille, il n'y a en aucun cas un avancement ni un renforcement de la première application d'azote.

Tableau 2 : Impact du report de la fraction de tallage vers la fraction de dernière feuille (LB-T) sur le rendement (kg/ha) en situation favorable au fractionnement de la fumure azotée en deux apports – Lonzée 2005.

Essai	Variété	Semis	Précédent	Fractionnement ¹	Rendements (kg/ha)			
					LB (1)	LB-T (2)	(2)-(1)	Moy. ²
FH05-12	Patrel	Oct.	Bett.		11127	10780	-347	
FH05-13	Biscay	Oct.	Bett.		11067	10846	-221	
FH05-14	Biscay	Oct.	Bett.	50-60-75 => 185	10873	10402	-471	-83
FH05-22	Corvus	Oct.	Bett.		10657	10878	221	
FH05-25	Centenaire	Oct.	Bett.		10454	10678	224	
FH05-19	Corvus	Oct.	Bett.	30-50-110 => 190	10911	11008	97	
FH05-28	Tommi	Nov.	Chic.	50-60-75 => 185	10059	9596	-463	
FH05-39	Rosario	Nov.	Chic.		10774	10451	-323	-336
FH05-27	Cubus	Nov.	Chic.	50-70-80 => 200	10664	10443	-221	
<i>Moyenne</i>					10732	10565	-167	

¹ Fumure en 3 apports; pour la fumure en 2 apports, il suffit de reporter la dose de tallage vers celle de dernière feuille

² Moyenne par groupe d'essais (1) semis d'octobre et précédent betterave; 2) semis de novembre, précédent chicorée)

Le Tableau 2 reprend les 9 situations favorables (précédent betterave ou chicorée, semis avant le 20 novembre). En moyenne, la perte de rendement observée était de 167 kg/ha pour l'apport en deux fractions. Pour les semis d'octobre (6 premières lignes du tableau), précédent betterave, les différences de rendement sont favorables tantôt au fractionnement en deux apports tantôt au fractionnement en trois apports et cela sans raison particulière. Pour

les semis de novembre (3 dernières lignes du tableau), précèdent chicorée, la fumure avec impasse au tallage est légèrement pénalisante avec une perte de 3 qx/ha en moyenne.

Seules deux situations où l'impasse de la fraction de tallage (LB-T) ne pouvait être réalisée ont été comparées sur le site de Loncée (Tableau 3). Bien que ces essais aient été semés tardivement, la perte de rendement constatée est faible (2 qx/ha).

Tableau 3 : Impact du report de la fraction de tallage vers la fraction de dernière feuille (LB-T) sur le rendement (kg/ha) en situation défavorable au fractionnement de la fumure azotée en deux apports – Loncée 2005.

Essai	Variété	Semis	Précédent	Fractionnement ¹	Rendements (kg/ha)		
					LB (1)	LB-T (2)	(2)-(1)
FH05-08	Deben	Déc.	Bett.	40-60-90 => 190	10594	10245	-349
FH05-09	Deben	Déc.	Bett.	50-60-75 => 185	9902	9834	-68
<i>Moyenne</i>					10248	10040	-209

¹ Fumure en 3 apports; pour la fumure en 2 apports, il suffit de reporter la dose de tallage vers celle de dernière feuille

En 2005, comme les années précédentes, hormis 2004, les différences de rendement ne sont pas trop importantes et sont généralement compensées par l'épargne du coût d'un passage dans la culture. Globalement, les résultats présentés ci-dessus et le contexte économique doivent encourager les agriculteurs à s'orienter vers un apport de la fumure en deux fractions pour autant que leur parcelle réponde à certaines exigences (région, structure, précédent... Point 2 de l'article « Conseils de fumure azotée »).

2.3. Ajustement de la première fraction

Les résultats obtenus en 2004 avaient montré que, dans le fractionnement en deux apports, l'avancement de quelques jours du premier apport et un léger renforcement de la dose pouvaient s'avérer intéressant dans des conditions défavorables à l'impasse de l'apport de tallage.

Tableau 4 : Impact sur le rendement de l'avancement et du renforcement de la première fraction de la fumure azotée – Loncée 2005.

	Fumure azotée					Rendement (qx/ah)		
						FH05-14 Biscay 19-oct	FH05-28 Tommi 12-nov	FH05-09 Meunier 3-déc
	tal	1-avr	R	DF	tot			
<i>Témoin 3 fractions (1)</i>	50	0	60	75	185	110	99	99
<i>Apport en 2 fractions (2)</i>	0	0	60	125	185	104	99	98
	0	60	0	125	185	107	99	99
	60	0	0	125	185	110	-	100
<i>Apport en 2 fractions avec renforcement de la 1ère application (2)</i>	0	0	90	95	185	110	98	98
	0	90	0	95	185	110	101	100
	90	0	0	95	185	108	-	100

Dans les essais 2005 (Tableau 4), le positionnement du premier apport entre la sortie hiver et le stade redressement (autour du 1^{er} avril) combiné à une dose légèrement supérieure à celle

6 Fractionnement de la fumure

calculée pour le redressement était à nouveau en moyenne plus performante en terme de rendement.

Sur base de ces résultats, les conseils de fumure pour le mode de fractionnement en 2 apports ont donc été ajustés : *La première fraction appelée « fraction intermédiaire tallage-redressement » aura une dose de référence de 80 uN et devra être appliquée au stade fin tallage ce qui correspond environ au 1^{er} avril pour les semis précoces et quelques jours plus tard pour les autres semis.*

La dose du premier apport ne doit cependant pas être exagérée ni apportée trop tôt sous peine de perdre les avantages du fractionnement en deux apports au niveau de la qualité, de la diminution du risque de verse et du développement moindre des maladies (septoriose, oïdium). Ces avantages sont sans aucun doute très importants depuis l'apparition de souches de septoriose résistante aux strobilurines et dans l'optique d'une réduction des coûts de production.

2.4. Augmentations de la qualité grâce au fractionnement en deux apports

Grâce au report d'une partie de l'azote vers la fraction de dernière feuille, le fractionnement de la fumure en deux apports (LB-T) permet un accroissement de la qualité de la récolte. En 2005, l'augmentation du taux de protéines était en moyenne pour les 7 essais de 0,3 %. L'indice de Zélény était quant à lui identique.

En comparaison avec les résultats obtenus les années antérieures, ces augmentations sont faibles. En effet, en 2004, les augmentations du taux de protéines observées dans les essais étaient de 0,9 %. En moyenne, sur les dix dernières années, le report de fumure vers la fraction de dernière feuille a permis une augmentation de 0,5 à 0,7 % du taux de protéines et de 4 à 5 ml de l'indice de Zélény.

Tableau 5 : Impact du fractionnement de la fumure azotée en deux apports (LB-T) sur le taux de protéines (% M.S.) et l'indice de Zélény (ml) – Lonzée 2005.

Essai	Variété	Semis	Précédent	Fractionnement*	Protéines (%M.S.)		Zélény (ml)	
					LB	LB-T	LB	LB-T
FH05-14	Biscay	Oct.	Bett.	50-60-75=>185	11,5	11,8	24	25
FH05-22	Corvus	Oct.	Bett.		12,3	12,1	44	43
FH05-19	Corvus	Oct.	Bett.	30-50-110 => 190	12,1	12,3	43	44
FH05-28	Tommi	Nov.	Chic.	50-60-75 => 185	12,57	13,1	53	55
FH05-27	Cubus	Nov.	Chic.	50-70-80 => 200	12,6	12,8	73	73
FH05-08	Deben	Déc.	Bett.	40-60-90 => 190	11,2	11,5	26	26
FH05-09	Deben	Déc.	Bett.	50-60-75 => 185	12,5	12,9	46	50
Moyenne					12,1	12,4	44	45

¹ Fumure en 3 apports; pour la fumure en 2 apports, il suffit de reporter la dose de tallage vers celle de dernière feuille

2.5. Impact du report de fumure sur le rendement en paille

Une perte non négligeable du rendement en paille est observée avec le report de la fraction de tallage vers la fraction de dernière feuille. En 2005, la perte engendrée par ce report a été mesurée dans deux essais. Pour l'essai sur la variété Centenaire, les chiffres présentés dans le tableau sont la moyenne de 10 modalités de traitement régulateur ; pour la variété Tommi il s'agit de parcelles ayant reçu 11/ha de CCC. Dans les deux cas, les pertes de rendement paille observées sont de l'ordre de 6 à 7 qx/ha. Ces pertes de rendement paille sont dues à un nombre d'épis/m² moindre pour la fumure en deux apports ainsi qu'à une diminution de la taille du froment.

Tableau 6 : Rendements « paille (t M.S./ha) mesurés sur les variétés Centenaire (variété à grande paille) et Tommi pour les modalités d'application de la fumure azotée en deux (LB-T) ou trois fractions (LB) – Lonzée 2005.

Fumure azotée				Rdt paille t M.S./ha	
T	R	DF	Tot	Centenaire	Tommi
50	60	75	185	6785	4605
0	60	125	185	6061	3968
Différence de rdt paille				-724	-637

Des mesures de hauteur de paille avaient été réalisées sur la variété Centenaire, variété à grande paille (Tableau 7). Les mesures effectuées mettaient en évidence une diminution moyenne de 4 cm uniquement à cause du report de fumure. Ceci peut en partie expliquer la perte de rendement en paille.

Tableau 7 : Hauteur de plante (cm) et rendement en paille (t M.S./ha) mesurés pour les 2 modalités de fumures Livre Blanc (3 fractions LB ou 2 fractions LB-T) et 10 modalités de traitements régulateurs sur la variété Centenaire – FH05-25, Lonzée 2005.

Traitement régulateur			Hauteur (cm)		Rdt paille (t M.S./ha)	
Stade 30	Stade 31	Stade 32	LB	LB-T	LB	LB-T
<i>Témoin</i>			109	105	7365	6232
CCC 11	-	-	102	101	7229	6511
-	CCC 11	-	100	97	6654	5933
-	-	CCC 11	99	94	6706	6030
CCC 11+ Moddus 0,25l	-	-	95	93	6291	5902
-	CCC 11+ Moddus 0,25l	-	94	91	6675	5911
-	-	CCC 11+ Moddus 0,25l	92	88	6549	5908
Météor 2l	-	-	99	95	6873	6232
-	Météor 2l	-	97	93	6799	5776
CCC 11	-	CCC 0,5l	98	95	6712	6178
			99	95	6785	6061

Cette diminution de taille était quasi constante quelque soit le traitement régulateur utilisé. Cette réduction peut être intéressante dans la lutte contre la verse sur des variétés à grande paille comme Centenaire. Des observations « verse » effectuées dans cet essai montraient de

8 Fractionnement de la fumure

la verse dans les parcelles « témoin 0 régulateur » mais uniquement dans la modalité d'apport de la fumure azotée en trois fractions.

2.6. Un éventuel apport d'azote à l'épiaison peut-il être utile ?

Au vu des conditions extrêmement sèches connues en mai et en juin, l'apport d'azote à l'épiaison pouvait-il engendrer un gain de rendement ou de qualité ? Des applications tardives ont été réalisées dans deux essais sur la plateforme de Lonzée : un essai sur Corvus semé en octobre après une betterave, un essai sur Tommi semé en novembre après une chicorée.

Tableau 8 : Impact d'une application d'azote à l'épiaison sur le rendement (qx/ha), teneur en protéines (% M.S.) et l'indice de Zélény (ml) sur Centenaire semé en octobre et Tommi semé en novembre – Lonzée 2005.

Fumure						Corvus (semis d'octobre)			Tommi (semis novembre)		
T	1er avril	R	DF	EPI	Tot	Rdt qx/ha	Prot % MS	Zel ml	Rdt kg/ha	Prot %	Zel ml
50	0	60	75	0	185	107	12,3	44	99	12,6	53
0	0	60	125	0	185	109	12,1	43	99	13,1	55
0	60	0	125	0	185	108	12,1	44	99	13,1	53
0	0	90	95	0	185	108	12,2	44	98	13,0	50
0	90	0	95	0	185	107	12,3	44	101	12,6	49
0	0	60	95	30	185	107	12,3	44	98	13,4	55
0	60	0	95	30	185	107	12,2	44	98	13,3	53
0	0	60	125	30	215	108	12,4	45	97	13,7	57
0	60	0	125	30	215	108	12,3	44	98	13,6	58
0	0	90	95	30	215	107	12,5	44	102	13,4	55
0	90	0	95	30	215	108	12,5	45	100	13,6	58
0	0	60	155	0	215	108	12,5	45	100	13,5	56
0	60	0	155	0	215	108	12,3	44	99	13,5	54
0	90	0	125	0	215	107	12,6	45	101	13,3	55
Moyenne						108	12,3	44	99	13,2	54
CV						1,87	1,33	2,04	2,26	1,84	4,93
F						0,4 NS	3,68SS	2,23S	NS	6,79 SS	3,55 SS
ppds05						-	0,2	1	-	0,3	4
ppds01						-	0,3	-	-	0,5	5

Au vu des résultats obtenus dans ces deux essais, il apparaît que :

- la division de la fraction de dernière feuille avec un report de 30uN à l'épiaison n'a pas permis de gain de qualité tant au niveau des teneurs en protéines qu'au niveau du Zélény ;
- le renforcement de la dose totale a permis dans ces essais d'augmenter la qualité et cela même avec un apport en deux fractions (90 uN entre le tallage et le redressement et 125 uN à la dernière feuille).

Ces résultats confirment les constatations des années antérieures à savoir que lorsque la fumure azotée a été correctement calculée, une application d'azote à l'épiaison ne permet que très rarement des gains de rendement ou de qualité. Cette pratique n'est pas recommandée. Elle n'apporte rien d'un point de vue économique et peut, par un risque d'augmentations des reliquats d'azote dans le sol, nuire à l'environnement.

3. Conclusion

Au vu du contexte économique (prix faible des céréales, prix élevé de l'azote et des carburants) et des différents résultats obtenus ces dernières années, il est avantageux dans un certain nombre de situations d'appliquer la fumure azotée en deux apports. Il est évident que ce mode de culture doit être « apprivoisé » ; une culture qui ne reçoit pas d'azote avant le début avril présente une densité de végétation plus faible, une couleur plus claire.

Cependant les avantages en terme de qualité de la récolte, d'utilisation de l'azote et la diminution de certains risques cultureux (maladie et verse) doivent inciter les agriculteurs à essayer sur quelques parcelles le report de la fumure en deux fractions.

Les premiers profils réalisés en ce début de saison montrent une présence d'azote minéral relativement importante dans les premiers 60 cm du sol. Si la reprise de la végétation est bonne, toutes les conditions d'un fractionnement de la fumure en deux apports seront réunies, alors osez essayer.....