

4. La fumure azotée

R. Meza¹, B. Monfort², B. Dumont³, O. Mahieu⁴, C. Roisin⁵, C. Vandenberghe⁶, L. Blondiau⁴, C. Collin⁷,
V. Reuter, J-P. Destain³ et B. Bodson³

1	La fumure en froment	3
1.1	Bilan de la saison 2014-2015	3
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives	4
1.2.1	Résultats obtenus dans l'essai de Loncée.....	4
1.2.2	Influence de la fraction dernière feuille sur le taux de protéines	9
1.2.3	Importance de la fertilisation.....	10
1.2.4	Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath	12
1.2.5	Enseignements.....	13
1.3	Recommandations pratiques.....	14
1.3.1	Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 10 février 2016.....	14
1.3.2	Les objectifs	16
1.3.3	Les principes de base de la fixation de la fumure azotée.....	17
1.3.4	Le rythme d'absorption de l'azote par la culture	18
1.3.5	La détermination pratique de la fumure	19
1.3.6	Les modalités d'application des fumures.....	21
1.3.7	Calcul de la fumure azotée pour 2015.....	23

¹ ULg – Gx-ABT – Unité de Phytotechnie – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du Service Public de Wallonie

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePicOP (DGARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité du Service Public de Wallonie)

³ ULg – Gx-ABT – Unité de Phytotechnie

⁴ C.A.R.A.H. asbl. Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

⁵ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Fertilité des sols et protection des eaux

⁶ ULg – Gx-ABT – Unité de Science du sol – Grenera

⁷ Requasud – Laboratoire de la Province de Liège

2	La fumure en escourgeon.....	39
2.1	Les particularités de l'année culturale 2014-2015	39
2.2	Résultats des expérimentations en 2015	39
2.2.1	L'essai fumure à Ath en 2015.....	39
2.2.2	La fumure azotée à Lonzée en 2015	40
2.2.3	Fumure azotée économiquement optimale à Gembloux depuis 2004 à 2015	40
2.2.4	La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité	43
2.3	Les recommandations pratiques.....	44
2.3.1	Conditions particulières de 2016, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver	44
2.3.2	La détermination pratique de la fumure.....	44
2.3.3	Les modalités d'application de la fumure azotée	45
2.3.4	Calcul de la fumure azotée pour 2016	46

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de la saison 2014-2015

Les semis des froments d'hiver ont été réalisés dans de bonnes conditions durant les mois d'octobre et de novembre. Les pluies ont été éparpillées dans le temps et n'ont donc pas perturbé les emblavements. Seuls les semis les plus tardifs du mois de décembre ont été perturbés par des précipitations et dans certains cas par de la neige. Certains semis tardifs n'ont pu être implantés qu'à partir de la mi-janvier.

L'hiver a été relativement doux mais il y a eu néanmoins quelques jours de gel durant les mois de décembre et janvier. Durant ces journées froides, la température minimale a atteint, selon les régions, -3 à -10°C. La période de gel a été plus importante que lors de l'hiver précédent qui fut particulièrement doux. Aucun dégât dû à ces températures négatives n'a été enregistré en 2015.

Les premières interventions dans la culture, comme l'application d'engrais ou de régulateurs de croissance, ont pu être réalisées facilement car le printemps a été relativement sec.

Les précipitations totales des mois de mars et avril ont été proches de la normale saisonnière mais ces chiffres cachent des périodes de temps sec assez longues entre deux pluies (voir 2^{ème} décennie du mois de mars et avril dans le Tableau 4.1).

Ce manque d'eau a pu jouer un rôle négatif en retardant ou limitant le prélèvement d'azote par les plantes. Dans les terres profondes, le nombre de talles était supérieur à celui présent dans les terres superficielles. Ceci a eu un impact important sur les rendements.

Tableau 4.1 – Conditions climatiques par décennie de mars à août 2015 (station d'Ernage).

Mois	Décades	Températures (°C)	Précipitations (mm)	Jours des pluies	Insolation (heure)	Mois	Décades	Températures (°C)	Précipitations (mm)	Jours des pluies	Insolation (heure)
MARS	1	6,6	11,9	5	+	JUN	1	14,4	7,6 --	3	++
	2	5,8	0,7 --	1	+		2	15,3	11,7	5	
	3	5,8	46,3	9	-		3	16,2	27,9	5	
	Totale	6,1	58,9	15	133		+	Totale	15,3	47,2	13,0
	Normale	6,0	67,4		116		Normale	14,9	76,3		226
AVRIL	1	6,6	13,4	3	+	JUILLET	1	19,7 ++	2,7 -	5	++
	2	10,8 +	1,7 -	2	++		2	19,0	24,5	8	-
	3	9,9	26,2	5			3	16,2 -	20,9	7	-
	Totale	9,1	41,3	10	228		++	Totale	18,2	48,1	20,0
	Normale	8,7	53,1		176		Normale	17,3	71,4		210
MAI	1	12,9	24,0	6		AOÛT	1	19,5 +	4,3 -	3	+
	2	11,9	7,9	6			2	18,5	33,1 +	6	--
	3	12,0	9,9 -	4			3	19,4 ++	38,2	5	+
	Totale	12,3	41,8	16	210		Totale	19,1	75,6	14,0	219
	Normale	12,6	69,7		196		Normale	17,1	82,0		183

Degré de rareté des événements

+++ ou --- (*) Rare (Non observé entre 1988 et 2010)
 ++ ou -- (*) Assez rare (Durée de retour entre 10 et 40 ans)
 + ou - (*) Peu fréquent (Durée de retour entre 4 et 10 ans)

Absence de signe Fréquent (Durée de retour inférieure à 4 ans)
 (*) Signes + ou - selon que les valeurs sont supérieures ou inférieures à la normale

C'est à partir du mois de mai et ce jusqu'au mois de juillet que les précipitations ont été largement inférieures de la normale saisonnière. Pouvant être assimilé à une sécheresse dans

certaines régions, le manque d'eau a influencé négativement la nutrition des plantes, essentiellement dans les terres peu profondes, nécessitant dans certains cas un apport plus important d'azote que la normale.

La pression des maladies étant faible et posant peu de problèmes (voir chapitre 6), des craintes sont apparues lors des fortes températures observées fin juin et début juillet. Ces coups de chaleur auraient pu mettre un terme au remplissage des grains mais fort heureusement cet échaudage ne s'est pas produit car les fortes chaleurs ont été de courte durée. Les poids de mille grains enregistrés dans les essais ont été tout à fait corrects.

Dans l'ensemble, les rendements ont même été très largement supérieurs à ce qui était attendu, spécifiquement dans les terres profondes. Les fortes températures et le manque d'eau ont cependant eu des conséquences négatives sur le rendement dans les terres plus légères. La fertilisation azotée a été le facteur clé en 2015 et surtout celle réalisée au stade redressement. Celle-ci a joué un rôle prépondérant sur le rendement.

Les grains ont été, dans la plupart des situations, de bonne qualité et avec des poids spécifiques élevés. Dans les cas contraires, la présence des petits grains de forme irrégulière est due aux dégâts occasionnés par des cécidomyies oranges.

La moisson a commencé vers la fin du mois de juillet dans les terres moins profondes et s'est terminée vers la mi-août.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

Ci-dessous, les résultats de 3 essais sont présentés. Deux d'entre eux ont été mis en place dans la région de Gembloux (Lonzée) et le dernier a été implanté à Ath.

Pour l'interprétation des résultats, quelques définitions sont importantes :

- Le rendement phytotechnique est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle ;
- Le rendement économique représente la valeur de la production (rendement phytotechnique) de laquelle on déduit l'équivalent en poids (qx/ha) correspondant au coût de l'engrais azoté appliqué.

L'ensemble des rendements économiques repris dans ce point « Expérimentation, résultats, perspectives » est exprimé selon le rapport 8.5 (1 kg N = 8.5 kg de froment). Le prix de vente retenu pour le froment est de 130 €/T et le prix de la tonne d'azote (ammonitrate 27%) est de 300 €.

1.2.1 Résultats obtenus dans l'essai de Lonzée

A Lonzée, l'essai fumure implanté après précédent betterave, a été mis en place par l'Unité de Phytotechnie de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg), en collaboration avec l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W.

Le Tableau 4.2 précise la conduite culturale de l'essai.

Tableau 4.2 – Conduite culturale de l'essai « fumure azotée » 2015 à Lonzée.

Variété	Mentor	Panifiable
Date de semis	19-oct	250 grains/m ²
Précédent	Betterave	
Teneur en N total en sortie hiver sur 90cm (uN)	28,5	
Apport de fumure	16-mars	Tallage (T)
	14-avr	Redressement (Red)
	16-mai	Dernière feuille (DF)
Désherbage	17-mars	Pacifica 300g/ha+Capri Duo 250g/ha+Actirob1L/ha
Régulateur	14-avr	CCC 1 L/ha
Fongicide	4-mai	Opus plus 1,5 L/ha
	9-juin	Adexar 1,5 L/ha
Insecticide	13-nov	Patriot 0,2 L/ha
Récolte	6-août	

Le Tableau 4.3 reprend les rendements obtenus pour l'essai. Il est important de préciser que l'essai était implanté dans une partie du champ où le sol n'était pas très profond.

Le rendement phytotechnique maximal, de 107 qx/ha, a été obtenu avec une fumure totale et maximale de 300 kg N/ha (100-100-100). Aucune autre fumure n'a permis d'atteindre des rendements statistiquement équivalents.

Dans une démarche économique pour l'agriculteur mais également plus respectueuse de l'environnement, ce sont les résultats exprimés en terme de rendement économique qu'il faut retenir. En observant la colonne « Rdt Eco » du Tableau 4.3, le rendement économique optimum est de 86 qx/ha (100 qx/ha Rdt Phytot) et est obtenu avec une fumure de 175 kg N/ha appliquée en 2 fractions (0-100-75).

Les rendements surlignés en gris dans la colonne « Rdt Eco » du Tableau 4.3 correspondent aux fumures ayant un rendement équivalent au plus élevé. La fumure totale optimale se retrouve entre 175 et 300 kg N/ha. Le point en commun de ces fumures est la fraction redressement qui est élevée : 75 kg N/ha, si apport de 50 kg N/ha au tallage, voire 100 kg N/ha si aucun apport au tallage n'a été réalisé.

La fumure « Livre Blanc » en 2 apports a été testée selon les fractionnements suivants ; 80-0-105 et 0-80-105. Ces fractionnements n'ont pas conduit à un rendement statistiquement équivalent au rendement maximal tant au niveau phytotechnique qu'au niveau économique. Le fractionnement dans lequel il n'y a pas d'apport au redressement a été pénalisé de presque 4 qx/ha. Ceci montre en partie l'importance de la fraction au redressement.

4. La fumure azotée

Tableau 4.3 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains PMG (g) et poids à l'hectolitre PHL (kg/hl) observés dans l'essai « fumure azotée » de Loncée 2015 – Variété Mentor, précédent betteraves.

N° Objet	T 16-mars	R 14-avril	DF 16-mai	Total	Rdt phytot (qx/ha)	Rdt Eco (qx/ha)	Nbre épis/m ²	PMG (g)	PHL (kg/hl)	Protéines (%)
1	0	0	0	0	47	47	234	50	80	9,4
2	50	-	-	50	61	56	360	50	80	9,3
3	-	50	-	50	64	60	298	51	79	9,1
4	-	-	50	50	56	51	231	51	81	10,4
5	50	50	-	100	77	68	386	50	80	9,5
6	50	-	50	100	70	61	319	51	81	10,1
7	-	50	50	100	78	69	273	51	81	10,2
8	50	50	50	150	85	72	342	48	82	10,9
9	50	50	75	175	90	75	380	49	82	11,3
10	50	50	100	200	92	76	398	49	82	12,3
11	50	50	125	225	98	79	391	50	83	13,1
12	50	75	50	175	95	80	383	48	81	11,4
13	50	75	75	200	98	81	386	49	82	12,1
14	50	75	100	225	97	78	395	49	83	12,5
15	75	75	-	150	87	74	392	49	81	10,2
16	75	-	75	150	79	66	342	49	82	11,4
17	-	75	75	150	90	77	314	50	82	11,0
18	75	75	75	225	97	78	403	51	82	12,2
19	75	75	50	200	91	74	361	52	82	11,6
20	75	75	100	250	93	72	396	49	82	13,1
21	-	75	50	125	88	77	334	49	81	10,3
22	75	-	50	125	80	69	348	50	82	10,8
23	-	75	100	175	92	77	346	50	82	11,9
24	75	-	100	175	89	74	375	50	83	12,3
25	100	-	-	100	75	67	363	50	81	9,6
26	-	100	-	100	82	74	323	51	80	9,6
27	-	-	100	100	68	59	262	50	82	12,2
28	100	-	50	150	79	66	367	50	81	11,1
29	-	100	50	150	92	79	333	49	81	10,8
30	100	-	75	175	90	76	357	50	82	11,7
31	-	100	75	175	100	86	348	50	82	11,5
32	100	100	-	200	101	84	406	49	82	11,3
33	100	-	100	200	96	79	383	49	82	12,2
34	-	100	100	200	99	83	394	50	82	12,5
35	100	100	100	300	107	82	446	48	82	13,4
36-LB	50	60	75	185	97	81	391	50	82	11,5
37-LB	80	-	105	185	90	74	380	50	83	12,1
38-LB	-	80	105	185	94	79	324	50	82	11,9

Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique et le nombre d'épis/m². Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

La fumure conseillée « Livre Blanc » en trois fractions (50-60-75) n'a pas permis d'obtenir un rendement phytotechnique satisfaisant, contrairement au rendement économique qui a été statistiquement équivalent au rendement optimal avec cette fumure.

Les conditions de l'essai, à savoir climat sec et sol peu profond, ont induit une indisponibilité partielle de l'azote pour les plantes, ce qui explique des apports plus importants mais nécessaires pour combler le manque de disponibilité d'azote pour les plantes et assurer un rendement final satisfaisant.

L'influence du fractionnement en 2015 apparaît clairement sur le Tableau 4.3 en analysant les objets 5, 6 et 7 (avec une fumure totale de 100 kg N/ha) et les objets 15, 16 et 17 (avec une fumure totale de 150 kg N/ha). La fraction redressement a été la charnière dans la construction du rendement ainsi que la fraction dernière feuille. Les objets qui n'ont pas reçu d'apport au redressement (6 et 16) ont atteint un rendement très inférieur aux autres. Grâce aux bonnes conditions du mois de mars, les objets qui ont reçu une fraction tallage ont bien valorisé l'azote, comme le démontre le nombre d'épis un peu plus élevé.

Les objets qui ont reçu la fraction dernière feuille faisant l'impasse sur l'une des autres fractions ont obtenu un taux en protéines plus élevé.

Grâce à cet essai, des courbes ou surfaces de réponses ont pu être calculées (Figure 4.1). Dans un contraste de couleurs de gris ; plus la couleur est foncée et plus le rendement est important.

La Figure 4.1 représente la surface de réponse en trois dimensions de l'essai fumure pour les rendements phytotechniques (gauche) et économiques (droite). Trois axes sont présents : le rendement, le couple tallage-redressement et la fraction dernière feuille. Au niveau de la représentation du rendement économique, les différences deviennent de plus en plus nettes et un effet de vague plus prononcé se marque. Les rendements maximaux de ces vagues correspondent aux fertilisations qui ont reçu une dose d'azote élevée au redressement de la culture. Ces surfaces de réponse permettent d'observer l'évolution du rendement en fonction des doses totales mais également du mode de fractionnement.

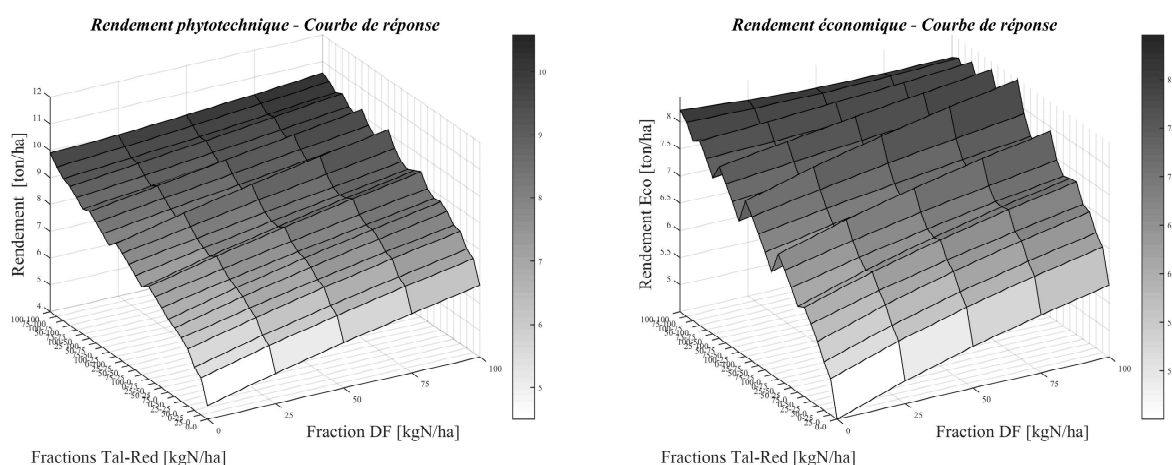


Figure 4.1 – Courbes de réponse de l'essai fumure sur un plan à 3 dimensions pour les rendements phytotechniques (à gauche) et économiques (à droite).

La Figure 4.2, construite sur base des surfaces de réponse, montrent les rendements phytotechnique et économique sur un plan en 2 dimensions. Cette représentation permet de mieux apprécier les niveaux de rendement entre le couple tallage-redressement et la fraction dernière feuille. Au niveau du rendement économique, l'importance de la fraction redressement est observable (couleur plus foncée) lorsqu'on se positionne au niveau des couples 0-75-DF, 0-100-DF et 25-100-DF. Ces fractions représentent les sommets des vagues de la Figure 4.1.

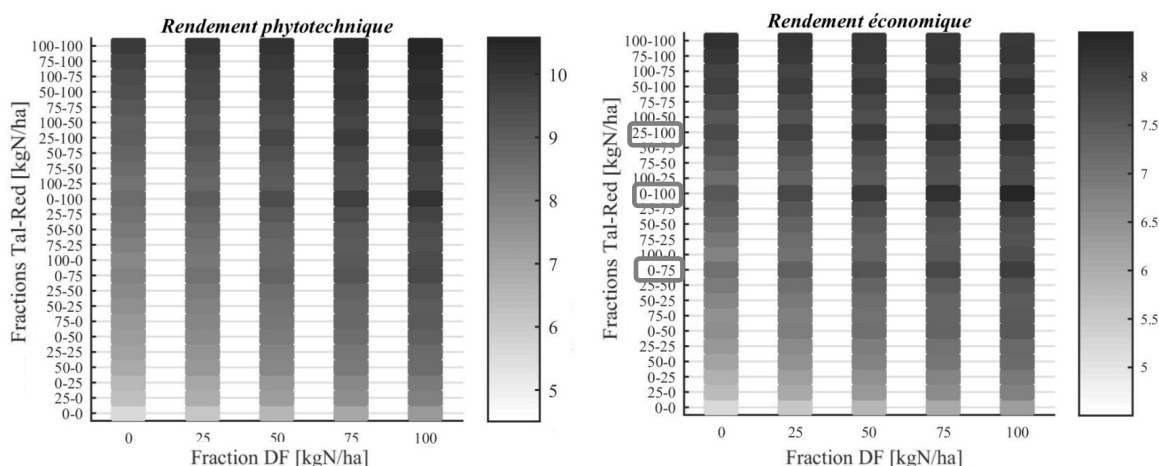


Figure 4.2 – Rendements phytotechniques (gauche) et économiques (droit) représentés en 2 dimensions.

Selon cette méthode, le meilleur rendement économique est obtenu avec la fumure 0-100-100 (fraction tallage-redressement 0-100 et fraction DF 100). La Figure 4.3 fait ressortir, via des rectangles gris, les fractions donnant un rendement économique équivalent au meilleur rendement économique, représenté par le rectangle noir.

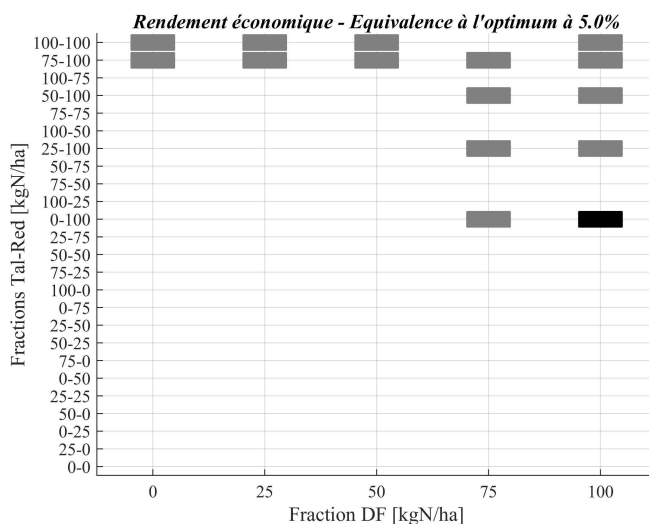


Figure 4.3 – Fractions équivalentes (en gris) au meilleur rendement économique (en noir).

Nombre d'épis/m²

Le nombre d'épis/m² comptabilisé au sein des différentes fumures testées en 2015 est faible. La moyenne en 2015 est de 354 épis/m² (avec un maxima de 446 et un minima de 234). Avec un même protocole expérimental en 2014, la moyenne était de 446 épis/m² (avec un maxima de 519 et un minima de 328).

Ce faible nombre d'épis/m² dans l'essai confirme que la faible profondeur du profil exploitable par les racines a pénalisé le potentiel de rendement. Ceci explique pourquoi, dans certaines terres agricoles, avec des caractéristiques du profil du sol similaires, les rendements n'ont pas été exceptionnels, à contrario de ceux obtenus dans des terres plus profondes. Les conditions de sécheresse du printemps ont eu un impact négatif sur la montaison des talles et par conséquent sur le nombre d'épis/m².

Rappelons qu'afin que le froment exprime pleinement son potentiel de rendement, une densité modérée d'épis au mètre carré, de l'ordre de 400 à 500 épis, est nécessaire.

Poids de mille grains et poids à l'hectolitre

Le remplissage du grain dans l'essai de 2015 a été moyen, se situant aux alentours des 50 g pour 1000 grains (PMG). En 2014, la moyenne du PMG était de 55 g, ce qui peut être considéré comme optimale.

Le poids à l'hectolitre (PHL) pour l'ensemble des modalités d'application de la fumure azotée a atteint un minimum de 79 kg/hl et un maximum de 83 kg/hl.

1.2.2 Influence de la fraction dernière feuille sur le taux de protéines

Dans le même essai, le taux de protéines (%) a été mesuré après la récolte. Pour rappel la variété Mentor est une variété à caractère panifiable. Le taux de protéines le plus élevée dans l'essai a été de 13,4% avec la fumure maximale de 300 kg N/ha. Le témoin sans azote a donné un taux de protéines de seulement 9,4 %.

La Figure 4.4 montre l'influence positive de la fraction dernière feuille sur le taux de protéines dans le froment.

Les parcelles (objets) qui ont reçu une application importante à la dernière feuille, d'au moins 100 kg N/ha, ont des taux en protéines très élevés (> à 13 %).

Si le taux en protéines est fortement influencé par la dernière fraction, son excès n'aura que très peu d'impact sur le rendement. Si la fumure 50-50-75 est comparée avec la fumure 50-50-100, les rendements phytotechniques et économiques sont quasiment identiques.

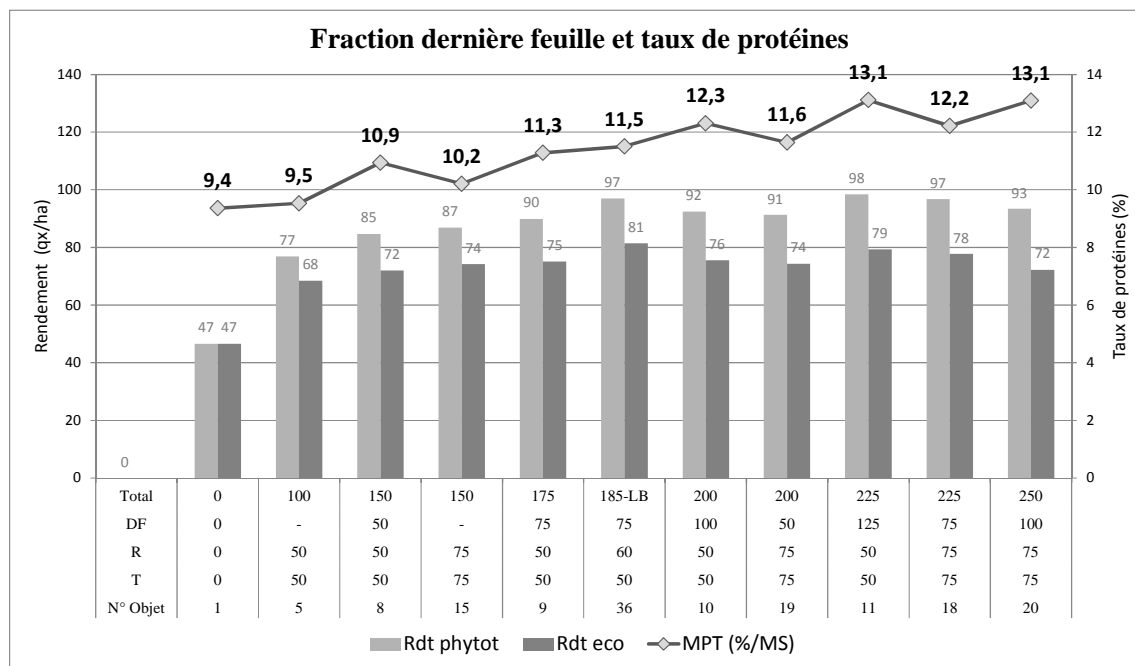


Figure 4.4 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha) et teneur en protéines (%) pour certaines fumures testées.

Une remarque importante doit être faite suite à l’analyse de ces résultats. Depuis la récolte 2015, les taux de protéines n’influencent plus le prix de vente des céréales en Belgique (Synagra 2015). Vouloir atteindre de hautes teneurs en protéines en apportant une fumure supérieure à celle permettant d’atteindre le rendement économique maximum se traduira par une perte économique, mis à part pour des marchés de niche où la protéine pourrait être valorisée,

1.2.3 Importance de la fertilisation

L’essai qui avait comme objectif d’étudier l’interaction éventuelle entre les facteurs « protection des cultures » et « fertilisation azotée » a permis de mieux apprécier l’importance de ce dernier en 2015. Cet essai a été réalisé avec deux variétés ; Limabel et Diderot, qui ont été semées le 6 novembre 2014 à 350 grains/m² sur un précédent betterave.

Ces 2 variétés ont des profils de comportement aux maladies différents (Tableau 4.4). La variété Limabel est considérée comme tolérante et la variété Diderot est considérée comme sensible. Pour rappel, les cotations « maladies » s’échelonnent de 1 à 9 ; les cotes des variétés sensibles sont proches de 1 et celles des variétés résistantes avoisinent 9.

Tableau 4.4 – Comportement des variétés, Limabel et Diderot, face aux maladies du feuillage et de l’épi (Livre Blanc Céréales, Septembre 2015).

	Septoriose	Rouille jaune	Rouille brune	Oïdium	Fusariose
Limabel	6.1	8.6	8.9	8.7	7.5
Diderot	6.3	6.7	6.7	9.0	5.8

La teneur en N total dans le sol en sortie d’hiver était de 24 kg N/ha sur 90 cm.

Trois niveaux de fumures totales (kg N/ha) ont été testés ; 185 (50-60-75), 225 (50-80-95) et 270 (50-100-120). La fumure conseil pour 2015 était de 185 kg N/ha. Trois stratégies de protection des cultures ont également été suivies. Une simple protection avec un seul traitement (1F) appliqué à la dernière feuille, une double protection (2F) appliqué aux stades 2 nœuds et épiaison et un triple traitement (3F) appliqué aux stades 2 nœuds, dernière feuille et épiaison. Bien évidemment, un témoin sans aucun traitement (0F) a été prévu pour chaque variété.

Les résultats obtenus pour ces deux variétés sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 4.5 – Rendements phytotechniques (qx/ha) pour les variétés Limabel et Diderot testés dans l'essai « Protection des cultures x Fertilisation azotée ».

Traitements Fongicides		Limabel						Diderot					
		185 (50-60-75)		225 (50-80-95)		270 (50-100-120)		185 (50-60-75)		225 (50-80-95)		270 (50-100-120)	
Nombre	Stades	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin	Rdt (qx/ha)	Diff. avec le témoin
0F	-	98		107		109		106		112		115	
1F	St39	99	1	106	0	112	3	106	0	116	3	121	6
2F	St32//St55	101	3	108	1	113	4	109	3	118	5	121	6
3F	St32//St39//St55	100	2	105	-2	112	3	107	1	113	1	122	7
Moy.		100		106		112		107		115		120	

L'analyse statistique indique qu'il n'y a pas d'interaction significative entre les deux facteurs (facteur protection et facteur fertilisation) ce qui implique qu'ils peuvent être analysés indépendamment l'un de l'autre.

Pour la variété Limabel et quelle que soit la fumure totale (185, 225 et 270), le gain de rendement n'est pas significatif par rapport au témoin lorsqu'on intensifie la protection fongicide. Par contre, l'augmentation de la fumure totale donne de meilleurs rendements phytotechniques (chiffres en gris en bas du tableau), qui sont statistiquement différents de ceux de la fumure conseil de 185 kg N/ha. Vu la faible pression des maladies de cette année et son comportement tolérant, Limabel a pu valoriser plus d'azote sans pour autant avoir eu besoin d'une protection fongicide supplémentaire.

Pour la variété Diderot recevant une fertilisation de 185 kg N/ha, une augmentation de la protection fongicide n'apporte pas une différence significative du rendement par rapport au témoin. Avec une fertilisation de 225 kg N/ha, Diderot présente un gain de rendement significatif par rapport au témoin lorsque 2 traitements fongicides lui sont appliqués. Cependant, les rendements des différents niveaux de protection (1F, 2F ou 3F) ne sont pas significativement différents entre eux. Avec une fumure totale de 270 kg N/ha, le rendement des trois niveaux de protection (1F, 2F et 3F) sont significativement différents de celui du témoin non traité (0F). Ces rendements ont néanmoins été semblables entre eux, signifiant dans ce cas qu'un seul traitement fongicide suffisait.

En ce qui concerne la fertilisation de la variété Diderot, le constat est identique à celui obtenu pour la variété Limabel, à savoir une augmentation de rendement phytotechnique lorsque la dose totale d'azote apportée augmente.

4. La fumure azotée

Le Tableau 4.6 présente pour chaque variété les rendements économiques (rendements phytotechniques moins coût des traitements fongicides et coût de l'engrais supplémentaire).

Tableau 4.6 – Rendements économiques (qx/ha) des variétés Limabel et Diderot.

Traitements Fongicides		Limabel			Diderot		
		185 (50-60-75)	225 (50-80-95)	270 (50-100-120)	185 (50-60-75)	225 (50-80-95)	270 (50-100-120)
Nombre	Stades	Rdt net (qx/ha)	Rdt net (qx/ha)	Rdt net (qx/ha)	Rdt net (qx/ha)	Rdt net (qx/ha)	Rdt net (qx/ha)
0F	-	98	103	102	106	109	108
1F	St39	91	95	97	98	104	106
2F	St32//St55	88	92	93	96	101	101
3F	St32//St39//St55	85	86	89	91	94	100

Economiquement, pour les deux variétés testées en 2015, il fallait renforcer la fumure conseil de 40 unités d'azote afin d'obtenir un rendement optimal. Au-delà de ce renforcement, les gains de rendements n'étaient plus rentables. Vu la faible pression de maladies en 2015, le renforcement de la protection fongicide ne permettait dans aucun de ces cas, même avec de très fortes fumures, d'augmenter la rentabilité de la culture.

Cet essai illustre que les facteurs de fertilisation et de protection de la culture doivent être adaptés et orientés selon l'année. Une fertilisation non raisonnée et/ou excédentaire peut avoir une influence négative sur l'environnement et sur la rentabilité finale de la culture. Elle pourrait en effet engendrer des coûts supplémentaires en fongicides en créant, certaines années, un milieu favorable au développement des maladies (végétation plus dense et plus humide).

1.2.4 Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath

Le CARAH a mis en place un essai de comparaison entre 10 modalités de fumure azotée sur la variété Terroir après précédent betteraves (Tableau 4.7). Dans cette situation culturale, la teneur en azote dans le sol en sortie d'hiver était de 57 kg N/ha sur 90 cm.

L'analyse statistique montre une différence significative entre le témoin (objet 1) et les fumures azotées (objets de 2 à 10) pour les rendements phytotechniques et économiques.

Le rendement phytotechnique le plus élevé est obtenu avec la fumure de 240 kg N/ha. Les rendements obtenus avec les fumures testées à partir de 145 kg N/ha ne sont pas significativement différents de ceux obtenus avec la fumure la plus élevée (valeurs en gris dans le tableau).

L'objet n°6, contrairement à l'objet n°5, apporte du soufre en première application. L'analyse statistique ne montre pas de différence significative du rendement suite à cet ajout de soufre.

Tableau 4.7 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), indice de Zélény et taux de protéines (%) observés dans l'essai « fumure azotée » à Ath 2015 – Variété Terroir, précédent betteraves.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Terroir				
	T 16-mars	R 15-avril	DF 15-mai	Total	Rdt phytot (qx/ha)	Rdt Eco (qx/ha)	PHL (kg/hl)	Zélény	Protéines (%)
1	0	0	0	0	91	91	77,0	9,2	8,8
2	30	40	45	115	130	120	78,8	21,1	10,2
3	25	45	75	145	137	124	79,5	25,7	10,7
4	50	50	60	160	139	125	79,4	27,2	10,7
5	40	60	75	175	140	125	80,1	28,7	11,0
6	40 ^(*)	60	75	175	139	124	79,6	30,0	11,1
7	80	35	60	175	139	124	79,7	29,1	11,0
8	60	60	70	190	140	124	79,8	32,7	11,4
9	55	75	75	205	143	125	79,8	32,7	11,3
10	70	70	100	240	146	125	80,5	37,0	12,0

* N 24% + S 25%

Les valeurs en gras représentent le rendement phytotechnique maximal observé et le rendement économique maximal. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Le rendement économique optimal est obtenu avec 160 kg N/ha. Les résultats obtenus pour le rendement économique ne sont pas statistiquement différents pour des fumures allant de 115 à 240 kg N/ha.

Le très bon niveau de rendement observé dans l'essai a eu une conséquence directe sur le taux de protéines par une dilution de celles-ci. Le taux le plus élevée, de 12 %, a été obtenu avec la fumure totale de 240 kg N/ha.

1.2.5 Enseignements

Les résultats de ces essais illustrent bien que les préconisations de fumure, selon le calcul proposé par le Livre Blanc, permettent d'atteindre ou de s'approcher de très près de la fumure économiquement optimale.

1.3 Recommandations pratiques

1.3.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 10 février 2016

1.3.1.1 Climat en automne et hiver 2015-2016

Les températures du mois d'août ont été légèrement supérieures à la normale (Tableau 4.8). Les températures des mois de septembre et d'octobre ont été inférieures, alors que les températures de novembre ont été largement au-dessus de la normale saisonnière.

Un constat important à mentionner est la température moyenne de décembre (9,2°C), nettement supérieure à la normale (3,3°C). La température du mois de janvier a également été supérieure à la normale même si nous avons connu une semaine au cours de laquelle la température est descendue en dessous de 0°C.

La pluviosité observée depuis le mois d'août et ce jusqu'au mois de janvier a été très fluctuante, étant d'un mois à l'autre supérieure et ensuite inférieure aux normales saisonnières. Le mois d'octobre a été marqué par une pluviosité très faible au cours de l'année 2015 alors que le mois de janvier 2016 a été anormalement humide, avec des précipitations largement supérieures à la normale.

Les conditions de minéralisation ont été fort importantes jusqu'au mois de décembre.

Tableau 4.8 – Températures et précipitations moyennes enregistrées en 2015-2016 (Ernage - Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyenne (°C)						
Observées	19,1	13,2	9,8	9,4	9,2	4,1
Normales	17,1	14,1	10,6	6,2	3,3	2,5
Précipitations (mm)						
Observées	76	74	35	93	57	101
Normales	82	62	69	68	76	69

1.3.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 10 février 2016

Un échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé sur 90 cm (Tableau 4.9) dans 163 situations culturales. Ces profils ont été réalisés par l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W, par Grenera de Gx-ABT ainsi que par les laboratoires provinciaux de Liège (Tinlot) et du Hainaut (Ath).

Tableau 4.9 – Profil en azote minéral du sol sur 90 cm pour différents précédents (kg N-NO₃/ha).

	Précédents	Betterave	Pomme de terre	Colza	Légumineuses (pois, féveroles,...)	Maïs	Lin	Froment
	Nb de situations	45	36	22	9	31	10	10
Profondeur	0-30 cm	9	10	11	8	10	11	7
	30-60 cm	10	15	11	15	12	11	9
	60-90 cm	11	23	15	32	16	18	20
Total	0 - 90 cm	30	48	36	55	38	39	36
	Min	13	11	23	23	18	20	21
	Max	73	103	57	94	76	62	61

Les résultats des profils obtenus au moment d'écrire cet article sont similaires à ceux observés en février 2015. La minéralisation automnale et hivernale a été plus importante à cause des températures élevées de novembre à janvier. Cependant, la forte pluviométrie de janvier et du début de mois de février a très certainement entraîné une partie de cet azote au-delà des 90 premiers cm ayant fait l'objet des suivis de profil. On peut donc supposer qu'en dessous de 90 cm il reste un stock d'azote qui sera disponible à partir du stade redressement. Ce stock nécessitera peut-être, en fonction de la croissance des cultures et des conditions climatiques, une adaptation de la fraction azotée de référence apportée à ce stade. Cette éventuelle adaptation sera communiquée via les avis CADCO.

En termes de précédents culturaux, 2 différences significatives sont à noter par rapport aux résultats de 2015. Il s'agit des situations où du froment succède à du froment ou à du colza. Les situations suivies pour ces précédents sont un peu plus nombreuses qu'en 2015 et aboutissent à des moyennes plus faibles de respectivement 11 et 8 kg N-NO₃/ha sur 90 cm après froment et colza. Ceci s'explique par un bon développement de ces froments qui furent semés tôt et qui ont donc déjà prélevé une partie de l'azote présent dans le profil.

On n'observe pas cette année de différences régionales au niveau des profils azotés.

Le Tableau 4.10 présente la comparaison des résultats moyens des 11 dernières années de reliquats en azote minéral (kg N-NO₃/ha) présent dans l'horizon 0-90 cm du sol en culture de froment d'hiver. Ce tableau est d'années en années de plus en plus complet en termes de nombre de situations analysées. En 2016, le nombre de situations analysées, plus élevé que jamais, permet d'avoir une image très représentative de la réalité du terrain. Les niveaux de reliquats mesurés cette année confirment la bonne maîtrise de la fertilisation azotée pour l'ensemble des cultures. On observe en effet une évolution favorable des reliquats azotés dans le sol depuis 2013.

Tableau 4.10 – Comparaison pour les 11 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N-NO₃/ha) –CRA-W, Services provinciaux (Ath et Tinlot) et Grenera de Gx-ABT.

Année		2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
	Nombre de situations	163	137	156	118	48	45	30	25	33	11	12
Profondeur (cm)	0-30	9	9	11	10	13	14	12	13	15	15	23
	30-60	12	13	14	13	20	19	17	21	25	26	24
	60-90	17	16	18	17	24	19	25	19	31	21	16
	Total 0-90	39	38	43	40	57	52	54	53	71	62	63
	90-120	*	*	*	*	*	14	12	10	18	12	10
	120-150	*	*	*	*	*	13	12	7	17	11	9
	Total 0-150	*	*	*	*	*	78	78	70	106	85	82

1.3.1.3 Etat des cultures en sortie d’hiver

Dans les semis de la plateforme de Loncée, à la date du 11 février, les stades des froments observés dans les essais « dates de semis » sont :

- Semis de mi-octobre : plein tallage ;
- Semis de mi-novembre : début tallage ;
- Semis de mi-décembre : 3 feuilles.

Dans la majorité des emblavements, quelle que soit la région, les cultures sont en bon état et ont atteints des stades de développement normaux.

1.3.1.4 Conseils en fonction de l’état des cultures

Compte tenu des résultats obtenus dans les essais « fumure » au cours des dernières années dans lesquels les fumures calculées sur base de la méthode du Livre Blanc permettaient d’atteindre l’optimum économique et vu que les conditions climatiques rencontrées depuis les semis, les profils mesurés et l’état des cultures sont proches de la normale, la fumure de référence reste d’application (voir 1.3.5.1).

Le schéma de fumure en 3 fractions sera donc privilégié dans la majorité des situations en raison du niveau faible des disponibilités dans les horizons supérieurs du profil.

Le schéma de fumure en 2 fractions sera pour sa part réservé aux froments semés précocement après des précédents récoltés durant l’été.

1.3.2 Les objectifs

Le raisonnement de la fumure selon la méthode du « Livre blanc » a pour objectif principal de s’approcher le plus près possible de l’**optimum économique** (rendement moins coûts de la fertilisation). Le raisonnement de la fumure est intégré dans un mode de conduite de la culture où la densité de végétation est modérée et où les interventions visant à protéger la culture de la verse et des maladies cryptogamiques sont raisonnées en fonction de leur rentabilité.

Le fractionnement et la répartition des doses entre fractions recommandées permettent :

- de réduire les risques de verse et de développement des maladies ;
- de satisfaire aux normes technologiques.

Les fumures azotées préconisées permettent de limiter au maximum les déperditions d'azote nuisible à l'environnement en :

- réduisant au minimum les reliquats d'azote après culture et en les limitant dans les horizons supérieurs du profil ;
- épuisant les reliquats azotés de la culture précédente ;
- limitant les pertes par voie gazeuse.

1.3.3 Les principes de base de la fixation de la fumure azotée

La fumure minérale azotée du froment d'hiver est calculée en confrontant **les besoins de la culture** (de l'ordre d'un peu plus de 3 kg d'azote par quintal de grains produits) et **les sources naturelles d'azote minéral dans le sol** que sont le reliquat de la culture précédente et la minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte.

Il faut, pour réaliser un ajustement de la fumure, disposer d'une bonne estimation de l'azote fourni par ces sources naturelles qui varie en fonction du type de précédent, de la nature du sol, du climat et de la gestion organique.

Le rythme d'absorption de l'azote par le froment est faible en début de culture et s'intensifie à partir du stade redressement. Il devient très important à l'approche du stade dernière feuille. C'est quasi 50 % du prélèvement total d'azote qui se produira encore à partir de ce stade.

Le rythme de minéralisation est quasi parallèle à celui du prélèvement par la plante, mais il est nettement insuffisant pour couvrir les besoins de la plante, sauf dans le cas d'apports organiques très élevés et pour certains précédents légumineuses. Les quantités fournies par la minéralisation sont généralement inférieures à 100 kg N/ha.

Le fractionnement de la fumure permet une alimentation continue et adaptée de la plante à chaque situation. Il accroît le rendement, garantit la qualité technologique de la récolte et permet d'utiliser avec plus d'efficacité chaque dose apportée.

On observe que l'utilisation réelle (emploi de l'azote lourd ^{15}N) de chaque fraction de la fumure est positivement influencée par le rythme d'absorption de l'azote par la culture. Par conséquent, pour l'apport hâtif de tallage, le coefficient d'utilisation (55 %) est sensiblement inférieur à celui de redressement (70 %) et de dernière feuille (75 % et plus).

1.3.4 Le rythme d'absorption de l'azote par la culture

La culture peut être scindée en trois phases :

1.3.4.1 Du semis à la fin tallage

La culture absorbe de 50 à 65 unités d'azote. Elle trouve principalement cet azote dans les reliquats de la culture précédente présents dans les couches supérieures du sol (0 à 50 - 60 cm) et les fournitures par la minéralisation automnale (surtout) et du début du printemps.

L'importance et les parts respectives de ces sources d'azote peuvent varier en fonction des situations pédoclimatiques et culturales (Figure 4.2).

Le complément qui doit être éventuellement apporté par la fraction de sortie d'hiver de la fumure en dépend largement. Ainsi, une culture semée début octobre dans de bonnes conditions pourra plus facilement mettre à profit les fournitures azotées du sol présentes avant l'hiver et explorer une plus grande partie du profil. En sortie d'hiver, elle aura déjà produit un nombre suffisant de talles et absorbé l'azote nécessaire. Une fumure azotée à cette époque sera donc inutile. A l'inverse, une culture implantée plus tardivement dans un sol dont la structure serait abîmée, présentera des difficultés à se procurer dans le sol les faibles réserves du fait notamment du développement racinaire peu important. Un apport d'engrais azoté en surface permettra à la culture de couvrir ses besoins indispensables pour produire un nombre suffisant de talles.

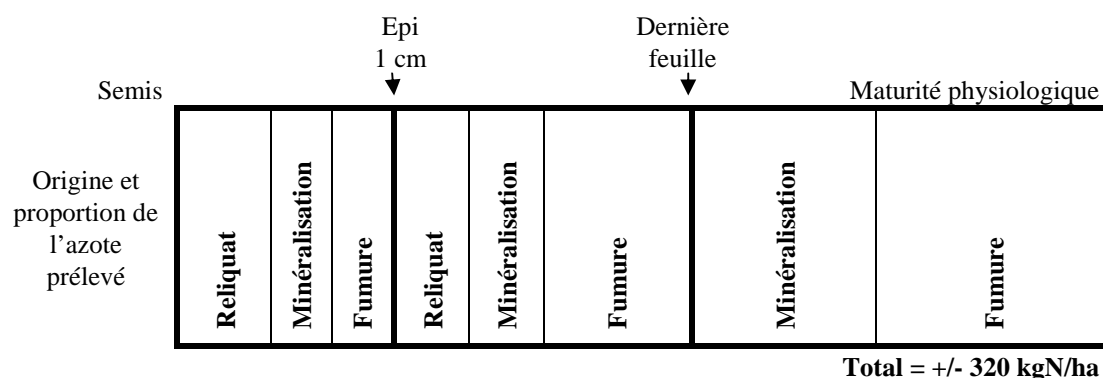


Figure 4.5 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

1.3.4.2 Du stade redressement (épi à 1 cm) au stade dernière feuille

Durant la mise en place de l'appareil photosynthétique (le feuillage) et le développement de l'épi, les besoins deviennent importants. La culture absorbe pendant cette phase une bonne centaine de kg N/ha. Cet azote sera fourni par :

- la minéralisation, qui avec le retour des bonnes températures au niveau du sol (entre la mi-avril et la mi-mai), peut selon les situations déjà fournir de 20 à 60 kg N/ha ;
- la descente du système racinaire dans le profil qui permettra d'exploiter les reliquats plus ou moins importants présents dans les couches profondes ;
- l'apport d'engrais azoté qui devra être bien adapté en tenant compte des fournitures du sol (minéralisation et reliquats) et de l'état de la culture. Cette fraction de la fumure permet en effet de réguler la densité de tiges qui montent en épi de manière à optimiser le

rendement photosynthétique de la culture (400 à 500 épis/m²) et à limiter les risques de verse.

1.3.4.3 Du stade dernière feuille à la maturité

Plus de deux tiers de la matière sèche est produite durant cette période, le rendement en grains sera directement fonction de la qualité et de la durée de l'activité photosynthétique des surfaces vertes de la culture. L'alimentation azotée ne peut pas, pendant cette phase, être limitante sous peine de réduction du potentiel de rendement et de la teneur en protéines du grain.

La minéralisation est, à ce moment, très active. Selon la teneur et surtout la qualité de la matière organique du sol, elle peut fournir de 30 à 80 unités d'azote à la culture.

En général, au stade dernière feuille, le système racinaire a atteint sa profondeur maximale (1,5 mètre dans les bons sols) et a épuisé les réserves du sol. Cependant, dans les situations plus difficiles où la culture a rencontré des difficultés de développement racinaire, le stock encore présent en profondeur peut être exploité tardivement par les racines.

L'apport d'une quantité élevée d'engrais au stade dernière feuille permet d'alimenter en suffisance la culture pour assurer une fertilité maximale des épis, un bon remplissage et une qualité maximale des grains. L'importance de la dose d'azote à fournir dépend du niveau des deux autres sources (stock éventuel encore présent dans le sol et minéralisation) et du potentiel de rendement pouvant raisonnablement être atteint par la culture compte tenu de son état et des conditions culturales.

Lorsque l'ajustement de chaque fraction d'azote a été correctement réalisé, le reliquat en N minéral du sol à la récolte est minime (+/- 20 kg N/ha) et localisé en surface (0-30 cm).

1.3.5 La détermination pratique de la fumure

1.3.5.1 Les principes

Le mode de raisonnement de la fumure est basé sur les principes suivants :

- **chaque parcelle doit être considérée individuellement.** Dans une même exploitation, les conditions culturales varient souvent entre parcelles (passé cultural, évolution de la culture) ;
- **la dose de chacune des fractions est déterminée juste avant l'application.** La fumure totale d'azote n'est pas définie à la sortie de l'hiver mais résulte, au moment du dernier apport, de l'addition des fractions définies les unes après les autres.

Ces deux principes permettent de prendre en compte les variabilités de fourniture d'azote par le sol et l'évolution en cours de saison de la culture (potentiel de rendement, enracinement, maladies, stress ou accident éventuel).

Le calcul de la dose à apporter à chacune des 2 ou 3 fractions est basé sur une dose de référence à laquelle on ajoute ou soustrait des quantités d'azote qui reflètent l'influence des conditions particulières de la parcelle et de la culture qui y pousse.

Deux fumures de référence :

En trois fractions

Fraction du tallage :	50 N
Fraction du redressement :	60 N
Fraction de la dernière feuille :	75 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire (tallage-redressement) :	80 N
Fraction de la dernière feuille :	105 N

Ces conditions particulières ont été regroupées sous 5 termes correctifs :

- le contexte pédoclimatique de la parcelle (N.TER) ;
- le régime d'apport de matières organiques dans la parcelle (N.ORGAN) ;
- les caractéristiques de la culture qui précédait la céréale (N.PREC) ;
- l'état de la culture au moment de l'application (N.ETAT) ;
- des facteurs de correction (N.CORR).

Pour chaque fraction

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + \text{N.TER} + \text{N.ORGAN} + \text{N.PREC} + \text{N.ETAT} + \text{N.CORR}$$

La dose de référence est déterminée chaque année en sortie d'hiver en fonction de l'état de culture, de la richesse moyenne observée dans les profils azotés effectués dans des parcelles bien connues.

Les termes correctifs sont déterminés sur base d'une série de propositions simples qui permettent à l'agriculteur d'identifier la situation propre de chaque culture.

Les termes correctifs ne prennent pas seulement en compte les possibilités d'utilisation d'azote présent dans le sol, mais aussi le potentiel de rendement que les conditions culturales rencontrées permettent.

Il n'y a donc pas nécessité de calculer la fumure sur base d'un objectif de rendement, celui-ci est adapté en fonction des choix de situation réalisés à partir des observations faites en culture.

Les modalités de calcul des doses à apporter à chaque parcelle sont exposées en détail dans le paragraphe 1.3.7 « Calcul de la fumure azotée pour 2016 » (page 23).

1.3.6 Les modalités d'application des fumures

1.3.6.1 Les moments d'application

Deux modalités de fractionnement de la fumure azotée sont envisageables :

- **Apport en 3 fractions :**
 - Tallage
 - Redressement
 - Dernière feuille
- **Apport en 2 fractions :**
 - Intermédiaire tallage-redressement
 - Dernière feuille

1.3.6.1.1 Fumure azotée en trois apports

Fraction tallage

En cas de nécessité d'apporter de l'engrais azoté en sortie d'hiver, la première application ne doit être réalisée que lorsque les conditions climatiques sont redevenues favorables et que la culture a repris vigueur. Selon les années, la date d'application pourra donc se situer entre le début et la fin mars, voire au début avril lorsque l'hiver est particulièrement long.

Contrairement aux apparences et croyances de certains, des applications trop hâtives d'engrais (en février par exemple) n'apportent jamais de supplément de rendement; au contraire, ces applications sont moins profitables à la culture. Elles sont réalisées à un moment où les prélèvements par la culture sont quasi inexistantes et où l'engrais apporté est exposé aux aléas climatiques : lessivage si pluviosité très importante et entraînement par ruissellement en cas d'application sur sol gelé suivi de dégel en surface accompagné de précipitations.

Au début du printemps, les besoins de la culture sont encore peu importants et un retard dans l'application de fumure n'a pas de conséquence néfaste sur le rendement.

Fraction redressement

L'apport de cette fraction doit être fait au stade fin tallage-redressement, soit dans nos régions entre le 15 et le 30 avril, en moyenne autour de 20 - 25 avril, suivant l'état de développement de la culture. Un retard important dans l'application de cette fraction peut être préjudiciable au potentiel de rendement de la culture.

Fraction dernière feuille

Cette fraction doit être idéalement appliquée entre les stades dernière feuille pointante et dernière feuille complètement déployée. A ce moment, elle n'a plus d'influence sur le peuplement en épis mais peut encore augmenter le nombre de grains par épis. Appliquée plus tôt, elle favorisera la montée de tardillons qui nuiront au rendement; postposée, elle risque fort de perdre en efficacité.

1.3.6.1.2 Fumure azotée en deux apports

Fraction intermédiaire

Dans toutes les situations culturales où la culture a accès en suffisance aux réserves présentes dans le sol en sortie d'hiver, la date d'application du premier apport se fera au début avril en fin tallage, 10 à 15 jours avant le redressement. Cette fraction permettra de couvrir les besoins jusqu'au stade dernière feuille. Remplaçant les applications de tallage et de redressement, elle permet de limiter le nombre d'interventions dans la culture.

Fraction dernière feuille

Les modalités d'application sont identiques dans le rythme d'apport de l'azote en deux ou trois fractions (voir ci-dessus).

1.3.6.1.3 Une fraction complémentaire à l'épiaison ?

Lorsque la fumure a été correctement calculée, un apport d'azote supplémentaire à l'épiaison ne se justifie pas : les accroissements de rendement étant quasi nuls; cela aboutit à surfumer la culture et donc à augmenter le reliquat laissé par la culture.

Un autre danger des fumures tardives (après le stade dernière feuille) trop importantes est en effet de retarder la maturation de la culture, ce qui, certaines années, peut s'avérer préjudiciable (difficulté de récolte, perte de qualité, indice de chute de Hagberg insuffisant).

Cependant, dans des circonstances exceptionnelles (faible minéralisation, absence de maladies et de verse, potentiel de rendement très élevé) ou lorsque la culture marque des signes évidents de faim d'azote (fumure mal adaptée), une application modérée (20-30 unités) peut être envisagée au stade épiaison.

Ce complément de fumure permet dans ces cas précis, mais uniquement dans ces cas-là, d'augmenter quelque peu le rendement et d'améliorer la qualité de la récolte (pour les variétés de bonne valeur technologique).

Un apport complémentaire d'azote autour du stade épiaison ne peut donc être appliqué qu'exceptionnellement et doit toujours être de faible importance.

1.3.6.2 Deux ou trois fractions ?

L'analyse des conditions culturales qui prévalaient dans les essais où le fractionnement en deux apports s'avère pénalisant permet déjà d'exclure le recours à cette modalité d'application de la fumure dans un certain nombre de situations culturales.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est indispensable** dans les circonstances suivantes :

- structure de sol abîmée par des récoltes tardives ou en mauvaises conditions ;
- terre à mauvais drainage naturel ;

- sol complètement glacé ou refermé, dégâts d'hiver, de traitements herbicides, de parasites, déchaussements, ... plus généralement dans les situations culturales où on soupçonne que le système racinaire du froment se développera difficilement et ne permettra pas à la culture de trouver dans le sol les quantités minimales d'azote dont elle a besoin pour assurer le développement d'un nombre suffisant de tiges ;
- sol avec de faibles disponibilités en azote en sortie hiver.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est plus prudent** dans les situations culturales suivantes :

- les parcelles où l'indice TER est égal ou inférieur à 3 ;
- les parcelles à très faibles restitutions de matières organiques ;
- les parcelles semées tardivement (à partir de la dernière décade de novembre) ;
- les exploitations où les besoins en pailles sont importants ;
- les exploitations où l'on ne dispose pas de l'équipement pour épandre de manière suffisamment homogène une dernière fraction très importante ;
- les précédents culturaux : froment, autres céréales et maïs grain.

L'impasse sur la fumure de tallage et donc un fractionnement en **deux apports est particulièrement indiqué** dans le cas de :

- semis précoces puisqu'en sortie d'hiver ils ont déjà produit un nombre suffisant de talles ;
- précédents culturaux laissant des reliquats élevés ; légumineuses, pomme de terre, colza, légumes, ... ;
- parcelles où les restitutions de matières organiques sont importantes et/ou fréquentes ;
- parcelles où en sortie d'hiver la densité de plantes est trop élevée ;
- productions de froment destinées à une valorisation en meunerie.

1.3.7 Calcul de la fumure azotée pour 2016

Deux fumures de références :

En trois fractions : fractionnement à privilégier dans la majorité des situations en 2016.

Fraction du tallage (1^{ère} fraction):	50 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction):	60 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction):	75 N

En deux fractions : fractionnement à réserver aux situations où l'azote est directement disponible pour le froment et en quantité suffisante (précédents pomme de terre, colza, légumineuses) et dans les cultures présentant déjà deux talles à la mi-février (semis et régions précoces).

Fraction intermédiaire « T-R »	80 N
Fraction de la dernière feuille	105 N

Cas où l'application de la fumure en deux apports doit être évitée :

- *Problème de structure*
- *Problème de drainage*
- *Sol glacé, dégâts d'hiver ou d'herbicide, déchaussement, ...*
- *Besoin en paille élevé sur l'exploitation*
- *Semis tardif (décembre) et précédent arraché tardivement (épuisement du profil N)*
- *Végétation trop claire en sortie hiver*
- *Classe N ORGA 1 (voir définition de la classe de richesse des matières organiques, page 26 de cet article)*

Quel que soit le système d'apport choisi, chaque fraction devra être raisonnée

Dose à appliquer = Dose de référence + N.TER + N.ORGANIQUE + N.PREC + N.ETAT + éventuellement N.CORR

Les adaptations de chaque fraction se calculent sur base des tableaux présentés ci-après.

1 Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat

Cette détermination se fait en deux étapes : définition de l'indice TER de la parcelle sous l'angle pédo-climatique (1.1.) et valeurs de N.TER correspondantes pour chaque fraction (1.2.).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

TER = la somme des valeurs retenues dans les trois tableaux suivants

RÉGIONS	Nombre de fractions	Valeur
Famenne, Ardennes	3	3
Condroz, Fagne, Thudinie, Polders	2 ou 3	3
Hesbaye sèche, régions de Tournai, de Courtrai, d'Audenarde	2 ou 3	5
Toutes les autres régions	2 ou 3	4
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>		

Remarque:

Le choix d'une région déterminée entraîne déjà la prise en compte des caractéristiques des sols de cette région. Les rubriques « drainage » et « structure » permettent de prendre en compte des variations locales. Ainsi en Condroz, les sols ont par nature un moins bon drainage qu'en pleine Hesbaye, mais il existe des parcelles qui sont semblables à des bonnes terres de la région limoneuse (dont le drainage est donc EXCELLENT par rapport aux sols normaux du

Condroz) et d'autres qui, par contre, restent gorgés d'eau très longtemps (pour qui le drainage doit être considéré comme MAUVAIS).

Au terme « drainage », on peut associer la rapidité de réchauffement des terres. Ainsi, en Basse et Moyenne Belgique mais aussi en Condroz ou en Polders, il existe des terres dites « froides » où le redémarrage de la culture est habituellement nettement plus lent que dans les autres terres de la région. Ces parcelles doivent être assimilées à des parcelles à drainage « MAUVAIS ».

DRAINAGE	Nombre de fractions	Valeur
Pour la région, le drainage de la parcelle est:		
MAUVAIS	3	-1
NORMAL	2 ou 3	0
EXCELLENT (<i>uniquement dans le Condroz, voir remarque ci-dessus</i>)	2 ou 3	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>		

STRUCTURE ET ARGILE	Nombre de fractions	Valeur
Si mauvaise structure ou terre abîmée lors de la récolte précédente	3	-1
Si terre argileuse, très lourde	2 ou 3	-1
Sinon	2 ou 3	0
<i>Inscrire ici la valeur pour votre parcelle</i>		

Total des trois valeurs retenues = indice TER à reporter dans le tableau 1.2.

1.2 Définition des valeurs de N.TER pour chaque fraction

Rechercher les valeurs de N.TER correspondant à l'indice TER calculé.

Indice TER	VALEUR DE N.TER POUR LA				
	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction	Fraction intermédiaire	Fraction DF
TER 0 et 1	+ 25	+ 30	+ 5	Non recommandé	
TER 2	+ 20	+ 25	0	Non recommandé	
TER 3	+ 10	+ 20	0	+ 10	+ 20
TER 4	0	0	0	0	0
TER 5	- 15	- 15	+ 10	- 15	- 5

N. TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

2 Détermination de N. ORGA, fonction de la richesse organique du sol

2.1 Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

Il s'agit ici de se placer dans une des catégories proposées en tenant compte beaucoup plus du régime des restitutions que des teneurs en matières organiques suite à l'analyse de sol. En effet, ces teneurs, même élevées, peuvent traduire une mauvaise dynamique et une lente minéralisation de la matière organique.

RÉGIME D'APPORT DES MATIÈRES ORGANIQUES	CLASSE ORGA
Restitutions organiques très faibles, pas d'apport d'effluent d'élevage, vente occasionnelle de pailles	1
Incorporation des sous-produits ou échange paille – fumier, apport modéré de matière organique tous les 3 à 5 ans	2
Apport important de matières organiques tous les 3 à 5 ans ou fréquence élevée de ces apports	3
Vieille prairie retournée depuis moins de 5 ans (=> <i>fractionnement en deux apports</i>)	4
<i>Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas</i>	

2.2 Détermination des valeurs de N.ORGAN pour chaque fraction

CLASSES	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	3 ^{ème} fraction DF
ORGA 1	+ 10	+ 10	0	Non recommandé	
ORGA 2	0	0	0	0	0
ORGA 3	-20	- 10	0	-30	0
ORGA 4	Apport en deux fractions recommandé			-30	-30

N.ORGAN RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

Dans le tableau ci-dessous, sont repris les précédents les plus habituels. Dans le cas où le précédent serait constitué d'une culture non reprise dans le tableau, on se situera par référence à des plantes connues comme ayant des caractéristiques fortement semblables sur le plan des reliquats de fumure et des résidus laissés par la culture.

PRECEDENT CULTURAL	N.PREC POUR				
	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} T	2 ^{ème} R	3 ^{ème} DF	T-R	3 ^{ème} DF
Betteraves et chicorées arrachées en octobre	0	0	0	0	0
Betteraves et chicorées arrachées en novembre ou décembre	+10	+10	0	Non recommandé	
Pois protéagineux	0	-20	-10	-20	-10
Féveroles, pois de conserverie, haricots	0	-20	-10	-20	-10
Colza	0	-10	0	0	-10
Lin	0	-10	0	0	-10
Pomme de terre	0	-10	-10	-10	-10
Maïs ensilage	+10	+10	0	Non recommandé	
Chaumes	+10	+10	0		
Pailles sans azote et maïs grain	+10	+10	0		
Ray-grass de 2-3 ans ou prairies temporaires	0	0	0	0	0
Légumes (épinard, choux, carottes)	(Analyser et consulter)				

Ces valeurs de N.PREC sont valables dans le cas où le précédent a donné un rendement normal compte tenu des fumures apportées.

Dans le cas où le **rendement de la culture précédente aurait été trop faible** par rapport à la fumure azotée qui lui avait été apportée, il y a lieu de **réduire les valeurs de N.PREC** pour tenir compte du reliquat laissé par la culture précédente.

Après légumes et de manière générale pour les situations non reprises dans le Tableau 4.9 : la très grande variabilité observée dans les disponibilités azotées après ce type de précédent, due aux modalités très variées de culture, fertilisation et récolte, ne permet pas de définir ici des termes correctifs pertinents. **Il est préférable** dans ces situations de réaliser une **analyse** de la teneur en azote du profil et ensuite de **consulter** un service compétent qui, sur base des résultats de l'analyse pourra donner un conseil judicieux.

N. PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} fraction T	2^{ème} fraction R	3^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

4 Détermination de N.ETAT, fonction de l'état de la culture

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 4.1. (tallage) ;
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).

- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).

4.1 Pour la fraction du TALLAGE

4.1.1 Détermination de l'état de la culture

Généralement, les situations où la densité en plante est trop faible sont rares.

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
3 feuilles ou moins	5
Début tallage (1 talle formée)	6
Plein tallage (2 talles au moins)	7
Fin tallage (4 talles au moins)	8
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

DENSITE EN PLANTES PAR m²	Valeur
Densité trop faible (moins de 100 plantes/m ²)	-1
Densité normale ou faible	0
Densité trop élevée (plus de 300 plantes/m ²)	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

4. La fumure azotée

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si sol glacé, très refermé	-1
Si semis trop profond	-1
Si déchaussement	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

**Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT à reporter dans le tableau
4.1.2.**

4.1.2 Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 0, 1,2 ou 3	+ 30
ETAT 4	+ 20
ETAT 5	+ 10
ETAT 6	0
ETAT 7	- 10
ETAT 8	- 20
ETAT 9, 10	- 30

Vos parcelles	N. ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.2 Pour la fraction de REDRESSEMENT (apport en 3 fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en 2 fractions)

Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement (apport en 3 fractions)

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible, couleur claire	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte, couleur vert foncé, bleuté	- 20

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut principalement prendre en compte la densité de talles et la couleur de la culture. Il faut cependant être prudent, la culture du froment ne doit pas ressembler à une prairie, sinon les risques dus à l'excès de densité deviennent trop importants. Tenir compte aussi des différences de coloration de feuillage d'une variété à l'autre.

Détermination de N.ETAT pour la fraction intermédiaire tallage-redressement (2 fractions)

En cas de doute, optez pour « densité normale ». Si vous avez opté pour une fumure en deux fractions, il est normal que la végétation soit de couleur un peu claire et de densité en talle plus faible que lorsqu'il y a eu une application au tallage.

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	+ 10
Densité normale	0
Densité élevée	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Vos parcelles	N. ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.3 Pour la fraction de la DERNIERE FEUILLE

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction de la dernière feuille

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte et/ou présence importante de maladies	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut prendre en compte principalement la vigueur et la couleur de la culture.

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs éventuels permettent d'éviter des surdosages ou sous-dosages de fumure azotée lors de l'une ou l'autre des fractions.

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 5.1 (tallage) ;
 - 5.2.1 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).

- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 5.2.2 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).

5.1 Pour la fraction de TALLAGE

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 100 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

Détermination de la valeur de N.CORR pour la fraction de tallage

	N.CORR
Si $N.TER + N.PREC + N. ETAT$ est égal ou inférieur à 50 unités	0
Si $N.TER + N.PREC + N. ETAT$ est supérieur à 50 unités	$50 - (N.TER + N.PREC + N. ETAT)^*$

* La valeur de N.CORR est dans ce cas toujours négative.

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.2 Pour la fraction de REDRESSEMENT (apport en trois fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en deux fractions)

5.2.1 Fraction de redressement (3 apports)

Pour éviter d'avoir un peuplement en épis trop dense, il faut tenir compte de la quantité d'azote qui a été appliquée lors de l'apport de tallage. En effet, dans certaines conditions pédoclimatiques (TER 4-5), la somme des deux premières fractions ne peut dépasser 120 unités sous peine de nuire au rendement par excès de densité et/ou d'accroître les risques de verse.

Dans le cas particulier de TER 3, si la quantité appliquée en 1^{ère} fraction plus celle prévue en 2^{ème} fraction dépasse 160 unités, on limite le 2^{ème} apport et on reporte la quantité en excès sur la 3^{ème} fraction.

Exemple:

Si 1 ^{ère} fraction appliquée=	80
2 ^{ème} fraction calculée=	90
Total=	170
N.CORR=	160-170= -10

*Il faut apporter à la deuxième fraction:
90-10= 80 unités
et ajouter 10 unités à la 3^{ème} fraction prévue.*

Dans le cas de TER 4 et 5 on ne reporte pas l'excédent de fumure.

Détermination de N.CORR pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des deux premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1 page 24).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Dans tous les cas	0
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée= 160 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 160 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée... N.CORR devra dans ce cas être ajouté à la fraction dernière feuille	...
TER 4 et 5	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée= 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 120 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée	...

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES	REPORT ÉVENTUEL À LA DERNIÈRE FEUILLE (UNIQUEMENT SI TER 3)
Parcelle 1		
Parcelle 2		
Parcelle 3		

4. La fumure azotée

5.2.2 Fraction intermédiaire (2 apports)

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Non recommandé	0
TER 3, 4 et 5	Si fraction calculée= 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 120 N - fraction calculée*	...

* Dans de rares situations comme par exemple TER 3, précédent chaume et végétation insuffisante

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.3 Pour la fraction de dernière feuille

Toujours pour éviter une surfumure ou une sous-fumure de la culture, il faut dans certains cas adapter la dernière fraction en fonction des deux premiers apports : cette adaptation doit à nouveau se faire en fonction des conditions pédoclimatiques (type de TER).

5.3.1 Fumure en trois apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 0, 1 et 2	180 N - 1 ^{ère} fraction - 2 ^{ème} fraction = A	
	Si A = 0 plus Si A = valeur inférieure à 0	0 A
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction + report éventuel de 2 ^{ème} fraction = 160 N ou plus	-20+report éventuel
	= plus de 100 N et moins de 160 N	0
	= 100 N ou moins	+ 10
* En cas de report de 2 ^{ème} fraction sur la 3 ^{ème} (voir 5.2.)		
TER 4	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 150 ou plus	- 20
	= plus de 80 N et moins de 150 N	0
	= 80 N ou moins (*)	+ 10
TER 5	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 120 N ou plus	- 20
	= plus de 60 N et moins de 120 N	0
	= 60 N ou moins (*)	+ 10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.3.2 *Fumure en deux apports*

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 3	Si fraction intermédiaire = 80 N ou moins	+10
TER 4	Si fraction intermédiaire = 60 N ou moins	+10
TER 5	Si fraction intermédiaire = 40 N ou moins	+10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 36)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

6 Calcul de la fumure

La fumure de la parcelle est constituée de deux ou trois fractions dont les différents termes peuvent être rassemblés puis sommés dans le tableau suivant.

Parcelle 1

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redressement	60	-						
Dernière feuille	75	105						

(1) Lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0; lorsque ce total vaut moins de 10 N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

Parcelle 2

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

Parcelle 3

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

7 Exemple de calcul de la fumure pour le froment d'hiver

Ferme de la région d'Eghezée, orientée principalement sur la culture. Parcelle à drainage normal, froment semé à la mi-octobre après betteraves feuilles enfouies récoltées le 10 octobre.

Fractionnement en trois apports

Fumure de tallage

1. Détermination de N.TER	
Région	4
Drainage	0
Structure	0
Total TER	4..... N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION	
ORGANISATION = 2	N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION	
Betteraves enfouies	N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT	
Stade plein tallage	6
Densité normale.....	0
Accidents culturaux.....	0
Sol très bien ressuyé.....	0
Total ETAT	6..... N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRECTION	
N.TER + N.PRECIPITATION + N.ÉTAT = 0.....	N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de tallage} = 50 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 50$$

Fumure de redressement

1. Détermination de N.TER	
TER	4..... N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION	
ORGANISATION	2..... N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION	
Betteraves enfouies	N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT	
Végétation normale	N.ÉTAT = 0
Dose de redressement: $60 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$	
5. Détermination d'un éventuel N.CORRECTION	
..... Fraction de tallage + fraction redressement = $30 + 60 = 90$	
..... On ne dépasse pas le maximum de 150 N d'où	N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de redressement} = 60 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER	
TER	4..... N. TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION	
ORGANISATION.....	2..... N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION	
Betteraves enfouies	N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT	
Végétation normale	ÉTAT 2
N.ÉTAT = 0	
5. Détermination de N.CORRECTION	
La somme des 2 premières fractions = 90 N	
N.CORRECTION = 0	

$$\text{Dose de la dernière feuille} = 75 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 75 \text{ N}$$

La fumure de la parcelle est 50 N + 60 N + 75 N soit 185 N au total.

Fractionnement en deux apports

Fumure de la fraction intermédiaire

1. Détermination de N.TER
TER4 N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION2 N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PREC
Bett. fe. enf.....N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT
Densité normale N.ETAT = 0
Dose de redressement: $80 + 0 + 0 + 0 - 20 = 60$
5. Détermination d'un éventuel N.CORR
..... On ne dépasse pas le maximum de 120 N d'où N.CORR = 0

Dose de redressement = $80 + 0 + 0 + 0 + 0 = 80$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER
TER4 N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION2 N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PREC
Bett. fe. enf.....N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT
Végétation normale ETAT 2 N.ETAT = 0
5. Détermination de N.CORR
Première fraction = 80 N.CORR = 0

Dose de la dernière feuille calculée = $105 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 105$ N

La fumure de la parcelle est 80 N + 105 N soit 185 N au total.

2 La fumure en escourgeon

2.1 Les particularités de l'année culturale 2014-2015

Les semis ont été réalisés en bonnes conditions à l'automne et la levée a été parfaite. Les conditions hivernales ont été aussi douces qu'en 2014 et en sortie d'hiver les escourgeons étaient aussi avancés et bien développés qu'en 2014. Aucun accident cultural n'a été constaté dans les essais pour la récolte 2015 réalisée précocement en début juillet avec des rendements fabuleux que l'on espère pas exceptionnels. Toutes les grandes régions productrices de la planète ayant enregistré d'excellentes récoltes, le marché est saturé et malheureusement les prix à l'agriculteur se sont très méchamment dégradés sur le marché mondial et donc aussi chez nous.

2.2 Résultats des expérimentations en 2015

En 2015 les résultats d'essais sur la fumure azotée proviennent des plateformes de Loncée (Gx-ABT) et de Ath (CARAH).

2.2.1 L'essai fumure à Ath en 2015

Le tableau suivant donne les résultats de l'essai « fumures » mené dans le Hainaut par le CARAH sur la variété Pélican.

Tableau 4.11 – Essai « fumures » à Ath (CARAH) en 2015.

N°	Fumures (KgN/ha)				RDT Kg/ha	Protéines %	P/hl Kg	P1000g gr
	tall	red	DF	TOT				
1	0	0	0	0	8022	7,4	66,0	48,5
2	30	30	30	90	12054	9,1	67,1	47,4
3	25	35	60	120	12432	10,3	65,8	48,5
4	40	40	55	135	13087	10,5	66,4	46,8
5	40	50	60	150	12622	10,8	65,4	47,4
7	0	90	60	150	12575	11,1	65,0	49,4
8	50	50	65	165	12697	10,4	65,9	47,8
9	55	65	60	180	13517	11,5	65,8	47,2
10	70	70	70	210	13342	12,0	65,8	47,0
6	40 (*)	50	60	150	12515	10,7	64,8	46,9

(*) : N 24% + S 25%

Le témoin 0 uN se situait à 80 qx et le rendement maximal (135 qx) a été obtenu avec une fumure de 180 uN. A 150 uN les rendements sont équivalents avec ou sans apport de tallage (objets 5 et 7) et l'engrais azoté enrichi en soufre n'a pas amélioré les rendements ni les critères de qualité (objet 6).

2.2.2 La fumure azotée à Lonzée en 2015

Deux essais jointifs mis en place à Lonzée (Gx-ABT) ont étudié le fractionnement de la fumure azotée en 2015 ; le premier a été réalisé sur Etincel (brassicole et variété lignée), le second sur Volume (variété hybride).

Tableau 4.12 – Essais « fumures » à Lonzée (Gx-ABT) sur Volume et Etincel en 2015.

	tal 26/2	red 11/3	df 21/4	tot	Etincel		Volume	
					rdt	prot	rdt	prot
1	0	0	0	0	7490	5,8	8122	6,9
2	35	0	0	35	9373	6,3	9289	7,1
3	70	0	0	70	10835	6,8	10724	7,8
4	140	0	0	140	12355	8,4	12649	9,1
5	0	70	0	70	10682	7,1	10791	7,8
6	0	105	0	105	11578	7,5	12035	8,4
7	0	140	0	140	12122	8,2	12561	9,3
8	0	70	70	140	12055	8,9	12645	9,4
9	0	70	105	175	12455	9,6	13313	10,1
10	0	70	140	210	12850	10,4	13573	10,9
11	0	105	35	140	12276	8,7	12783	9,2
12	0	105	70	175	12730	9,4	13344	10,2
13	0	105	105	210	13196	10,0	13627	10,6
14	35	35	0	70	10496	6,9	11134	8,0
15	35	70	0	105	11902	7,9	11540	8,2
16	35	105	0	140	12403	8,3	12485	8,9
17	35	70	35	140	12369	8,5	12714	9,2
18	35	70	70	175	12673	9,5	13020	9,6
19	35	70	105	210	13275	10,1	13651	10,3
20	70	35	0	105	11623	7,8	11796	8,0
21	70	70	0	140	12579	8,4	12446	9,4
22	70	105	0	175	12765	8,5	13283	9,5
23	70	35	35	140	12736	8,1	12563	9,3
24	70	35	70	175	13050	9,2	13338	9,9
25	70	35	105	210	13318	10,2	13407	10,6
					11967	8,4	12273	9,1

Dans les 2 essais, les rendements observés les plus élevés sont comme en 2014 obtenus avec une fumure totale de 210 uN, ce rendement étant 3 qx plus élevé pour Volume. Les courbes de réponse, quand le prix de vente de la récolte est à 160 €/t et le prix d'achat de l'engrais à 300 €/t donnent un optimum économique de 203 uN pour 136 qx avec Volume et 179 uN pour 132 qx avec Etincel. La fumure LB de 170 uN (0-100-70) appliquée au champ expérimental était légèrement sous-estimée quant à la fraction de dernière feuille.

Comme les années précédentes, l'hybride Volume obtient les meilleurs rendements sans apport de fumure au tallage, alors que Etincel a demandé un apport de 35 à 70 uN à ce stade. Dans les deux essais, comme en 2014, les meilleurs rendements sont obtenus avec une fumure de dernière feuille de 105 uN, alors qu'en 2012 et en 2013 les meilleurs rendements étaient obtenus avec une fraction de dernière feuille ne dépassant pas 35 uN.

2.2.3 Fumure azotée économiquement optimale à Gembloux depuis 2004 à 2015

Le Tableau 4.13 fournit, pour tous les essais sur la fumure azotée réalisés sur le site expérimental de Lonzée (Gx-ABT) entre 2004 et 2015, les fumures maximales et économiquement optimales et leurs rendements correspondants. Tenant compte d'un prix de

vente de la récolte à 160 €/t (prix d'objectif espéré) et d'un prix de l'engrais de 300 €/t, la **fumure économique optimale** moyenne se situe à 162 uN/ha et a conduit à un rendement moyen de 109 qx/ha. Cette fumure optimale de 25 uN/ha inférieure à la fumure donnant le rendement maximal n'a diminué en moyenne le rendement de l'escourgeon que de moins d'un quintal à l'hectare !

Tableau 4.13 – Fumures maximales et optimales (et rendements correspondants) et leurs moyennes dans les essais « fumures » de 2004 à 2015 à Gembloux (Gx-ABT).

Année-essai	Rdt 0 N	Rdt max	N max	Rdt opt	N opt
ES04-03	6397	10362	142	10301	124
EES05-11	6261	11481	187	11400	161
ES06-12	5455	8161	170	8032	133
ES06-10	5386	9019	189	8901	155
ES07-04	7763	11147	145	11072	124
ES08-04	5510	9348	201	9221	164
ES08-06	6651	9461	133	9385	111
ES09-07	5033	11694	189	11629	170
ES10-05	7046	11719	208	11607	176
ES10-04	5648	10625	211	10517	180
ES11-04	4179	10829	172	10776	157
ES11-03	4474	10611	220	10516	193
ES12-05	3804	9774	179	9709	160
ES12-03	3564	9488	190	9415	169
ES13-06	5904	10565	142	10513	127
ES13-06	7209	12319	193	12231	168
ES14-05	5902	12868	212	12791	189
ES14-09	6546	12751	214	12661	188
ES15-03	8122	13743	241	13619	205
ES15-08	7490	13319	206	13232	181
Moyenne 04-15	5917	10964	187	10876	162

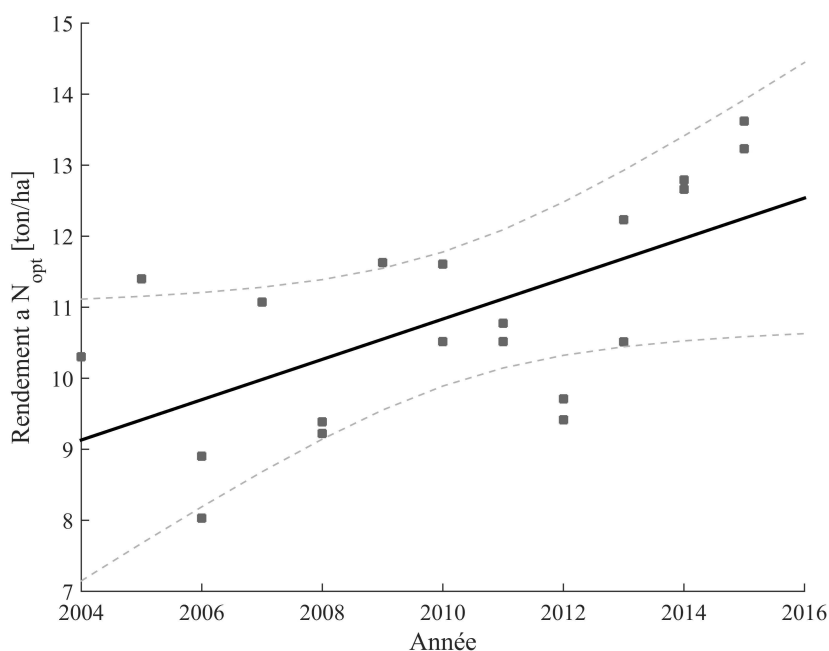


Figure 4.6 – Evolution des rendements observés à la fumure azotée économiquement optimal entre les années 2004 et 2015 à Gembloux (Gx-ABT).

Lorsqu'on observe sur la Figure 4.6 la tendance (matérialisée par la droite de régression et en pointillé son intervalle de confiance) au cours des 12 années d'essais de réponse à la fumure azotée, on observe nettement l'évolution positive des rendements économiquement optimaux. Nous sommes manifestement dans une période climatique favorable pour les rendements en céréales (printemps plus secs avec peu de maladies en montaison, ensoleillement favorable et bonnes réserves en eau des parcelles pendant le remplissage des grains ...), particulièrement depuis 2013 où le cap des 120 qx/ha a été dépassé et où les records de rendements s'enchaînent.

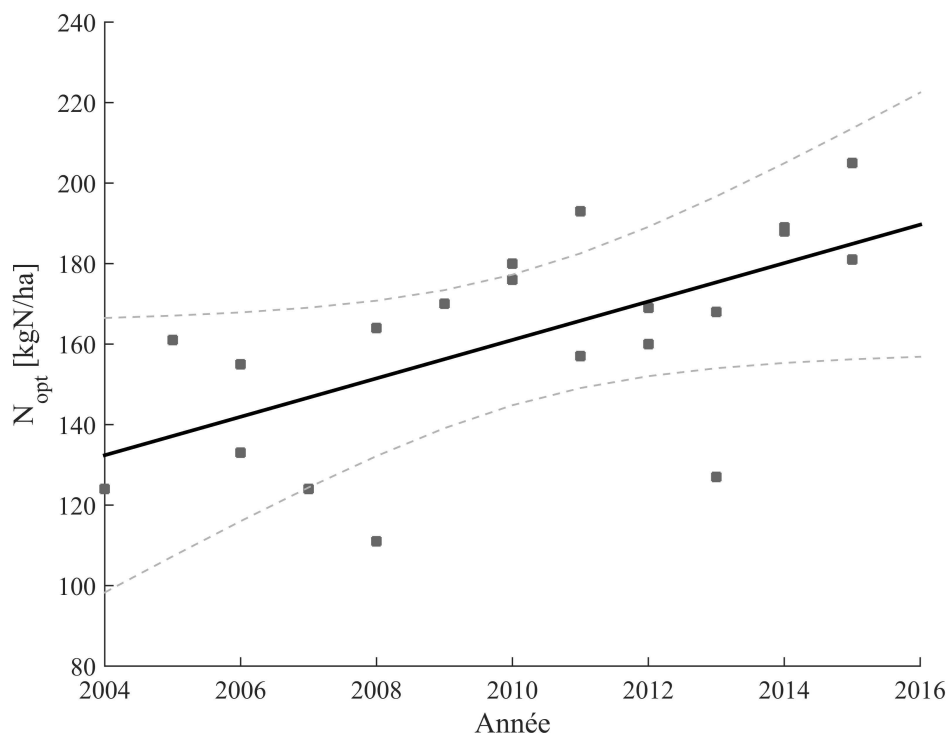


Figure 4.7 – Evolution de la dose totale de fumure économiquement optimale calculée sur base des résultats obtenus dans les essais de réponse à la fumure azotée réalisés à Gembloux entre les années 2004 et 2015.

La Figure 4.7 illustre l'évolution au cours des années des fumures azotées totales optimales pour atteindre le rendement le plus économique dans les essais de réponse à la fumure azotée réalisé à Gembloux entre 2004 et 2015. Comme dans la Figure 4.6, la tendance observée entre les doses optimales variables d'une situation à l'autre est mise en évidence par la droite de régression linéaire, dont l'intervalle de confiance se situe entre les pointillés. Il apparaît clairement qu'au vu de la progression des rendements, la dose totale de fumure optimale doit elle aussi évoluer : elle se situe maintenant aux alentours de 180 uN/ha pour des situations comparables à celles des sites d'essais de Gembloux.

Cette évolution dans les résultats observés dans les expérimentations explique pourquoi un ajustement de la fumure de référence de 150 à 175 uN/ha est proposé cette année pour le calcul de la fumure optimale à la parcelle.

La capacité des sols à plus ou moins minéraliser de l'azote influence de manière importante le niveau des besoins de l'apport azoté sous forme d'engrais et peuvent varier fortement non seulement en fonction des conditions propres à chaque parcelle mais aussi d'une année à l'autre avec le climat, ce qui explique que certaines années on peut obtenir de très bons rendements avec des apports d'engrais modérés et que, d'autres années on a parfois obtenu de rendements moindres malgré des apports importants, d'autres facteurs limitants entrant en ligne de compte. Ces dernières années, les périodes répétées de relative sécheresse au printemps, défavorables aux minéralisations des sols, expliquent aussi en partie les besoins élevés en engrais azotés.

Toutes ces considérations justifient la nécessité pour chaque agriculteur de suivre les adaptations à la parcelle proposées fraction par fraction dans le calcul de fumure ainsi que celles éventuellement émises via les avertissements CADCO en cours de saison.

2.2.4 La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité

Plusieurs types d'engrais azotés ont de nouveau été testés en 2015 à Lonzée, et plus spécifiquement l'engrais appliqué en solution (N39 %) ou en solide (N27 %). En 2013 on avait observé une moindre efficacité de l'engrais apporté sous forme de solution azotée (N39 %). En 2014 il en était de même excepté aux plus hautes doses quand l'azote liquide était remplacé par l'azote solide sur la dernière feuille.

En 2015 comme en 2014 vu la précocité du stade redressement, aucune fumure azotée n'a été apportée pendant le tallage. Statistiquement les différences observées en 2015 entre les types d'engrais et les programmes, favorables à l'ammonitrate (N27 %) ne sont pas suffisantes que pour être significatives.

Tableau 4.14 – Comparaisons des formes d'engrais azotés à Gembloux (Gx-ABT) en 2015.

rdt kg/ha à 15%		0-40-30	0-78-62	0-105-105	
engrais	0N	70 N	140N	210N	
N27 %	8362	11102	12918	13516	11474
N39 % (T-R-DF)	8990	11230	12230	12761	11303
N39% (T-R-2N)	8702	10994	12525	13172	11348
N39% (T-R) N27% (DF)	8246	10755	12183	13058	11061
	8575	11020	12464	13127	

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2016, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver

Tableau 4.15– Profils moyens en azote minéral du sol observés sous culture d'escourgeon en sortie d'hiver.

	2016 (34)	2015 (21)	2014 (29)	2013 (22)	2012 (10)	2011 (6)	2010 (5)	2009 (4)
Profondeur (cm)	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha
0-30	7	6	5	8	9	10	9	9
30-60	5	5	5	8	9	12	7	7
60-90	7	5	8	10	12	10	9	10
Total	19	16	18	26	30	32	25	26

Trente-quatre parcelles d'escourgeon ont été échantillonnées en ce début d'année 2016. Les quantités d'azote disponibles dans les 90 premiers cm du profil sont basses comme les 2 dernières années. Elles s'élèvent à 19 kg N/ha en moyenne, avec des extrêmes se situant à 3 et 37 kg N/ha.

Le profil sous sol nu à Lonzée est de 41 kg N-NO₃ sur 90 cm et montre que l'escourgeon y a déjà prélevé au moins 20 N provenant de la minéralisation du sol.

En ce début février, suite au climat particulièrement doux depuis le mois de novembre jusqu'à maintenant, les escourgeons sont bien développés. Concernant les stades, le temps plus froid début janvier et les sols gorgés en eau ralentissent un peu le développement, mais l'avance des stades est toujours bien réelle.

D'une manière générale, le conseil est de ne pas renforcer la 1^{ère} fraction de la fumure azotée qui reste de 25 N dans la fumure de référence.

Dans les parcelles les plus précoces proches du redressement, il est conseillé d'appliquer, dès la sortie de l'hiver et la reprise de la végétation, les ensembles des fumures de tallage et de redressement sans toutefois dépasser un total de 120 N.

2.3.2 La détermination pratique de la fumure

La fumure azotée doit être raisonnée pour chaque parcelle individuellement.

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1 ^{ère} fraction) :	25 N
Fraction du redressement (2 ^{ème} fraction) :	75 N
Fraction de la dernière feuille (3 ^{ème} fraction) :	75 N

2.3.3 Les modalités d'application de la fumure azotée

2.3.3.1 La fraction au tallage

En région limoneuse et sablo-limoneuse, dans les parcelles à bonne minéralisation ou dans des cultures très denses en sortie d'hiver, des conditions climatiques favorables devraient conduire à faire l'impasse de la fumure de tallage en cumulant la dose prévue à ce stade avec la fumure de redressement. **La fumure de référence devient alors : 0 N – 100 N – 75 N.**

Lorsqu'on fait l'impasse de la fumure du tallage, il est important de respecter le stade d'application de la fumure du redressement. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. Il est préférable d'anticiper et d'appliquer la fumure tallage + redressement quelques jours avant le stade « épis à 1 cm ».

Il ne convient pas de faire l'impasse sur la fumure de tallage dans les parcelles peu fertiles ou trop froides, même en Hesbaye ou encore lorsque comme en 2012 les sols restent gorgés en eau au mois de mars. Mais une dose d'azote trop importante (au delà de 50 unités) aurait comme effet de provoquer un développement de talles surnuméraires, non productives et génératrices de difficultés de conduite de la culture (densité de végétation trop forte, verse, maladies, ...).

Une majoration des doses préconisées ne peut se concevoir que dans les situations particulières : dans le cas d'une emblavure claire ou peu développée à la sortie de l'hiver (cas de semis tardifs ou suite à l'arrêt précoce de la végétation à l'arrière-saison, déchaussement, ...).

Le meilleur moment pour effectuer l'apport post-hivernal de tallage doit coïncider avec la reprise de la végétation. Intervenir plus tôt ne s'est jamais concrétisé par un bénéfice à la culture, au contraire une telle pratique présente des risques pour l'environnement et pour la culture.

2.3.3.2 La fraction au redressement

A partir du redressement, les besoins de l'escourgeon deviennent importants. Les disponibilités à ce stade doivent être suffisantes pour couvrir les besoins afin d'éviter toute faim azotée mais, comme pour le tallage, il est inutile, quelles que soient les situations, d'appliquer des fumures excessives au risque d'entraîner ultérieurement des problèmes de verse, maladies, ... Pour ces raisons, **la somme des fractions tallage et redressement devrait être limitée à 120 N.**

2.3.3.3 La fraction à la dernière feuille

Cette dernière fraction est destinée à assurer le remplissage maximum des grains en maintenant une activité photosynthétique la plus longue possible et un transfert parfait des matières de réserve vers le grain.

Pour autant que la fumure appliquée précédemment ait été correctement ajustée, la dose de référence à épandre à cette période est fixée à 75 kg N/ha.

2.3.4 Calcul de la fumure azotée pour 2016

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 25 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 75 N

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : 75 N

Lorsqu'on fait l'impasse de la fumure du tallage, il est important de respecter le stade d'application de la fumure du redressement. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. Il est préférable d'anticiper et d'appliquer la fumure tallage + redressement quelques jours avant le stade « épis à 1 cm ».

Les adaptations de chaque fraction se calculent comme ci-dessous.

8 Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat

Cette détermination se fait en deux étapes : définition de l'indice TER de la parcelle sous l'angle pédo-climatique (1.1) et valeurs de N.TER correspondantes pour chaque fraction (1.2).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

TER = la somme des valeurs retenues dans les trois tableaux suivants

REGIONS	Valeur
Condroz, Famenne, Fagne, Thudinie, Polders, Ardennes	3
Hesbaye sèche, régions de Tournai, de Courtrai, d'Audenarde	5
Toutes les autres régions	4
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

DRAINAGE	Valeur
Pour la région, le drainage de la parcelle est:	
MAUVAIS	-1
NORMAL	0
EXCELLENT (uniquement dans le Condroz)	1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

STRUCTURE ET ARGILE	Valeur
Si mauvaise structure	-1
Si terre argileuse, très lourde	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur pour votre parcelle</i>	

Total des trois valeurs retenues = indice TER à reporter dans le tableau 1.2.

1.2 Définition des valeurs de N.TER pour chaque fraction

Rechercher les valeurs de N.TER correspondant à l'indice TER calculé.

Indice TER (Type de terre)	VALEUR DE N.TER POUR LA		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
TER 0 et 1	+ 15	+ 20	+ 5
TER 2	+ 15	+ 15	0
TER 3	0	+ 20	0
TER 4	0	0	0
TER 5	- 10	- 20	+ 10

Vos parcelles	N.TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 51)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

9 Détermination de N.ORG, fonction de la richesse organique du sol

1.3 Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

RÉGIME D'APPORT DES MATIÈRES ORGANIQUES	CLASSE ORGA
Restitutions organiques très faibles, pas d'apport d'effluent d'élevage, vente occasionnelle de pailles	1
Incorporation des sous-produits ou échange paille – fumier, apport modéré de matière organique tous les 3 à 5 ans	2
Apport important de matières organiques tous les 3 à 5 ans ou fréquence élevée de ces apports	3
Vieille prairie retournée depuis moins de 5 ans (=> fractionnement en deux apports)	4
<i>Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas</i>	

1.4 Détermination des valeurs de N.ORG pour chaque fraction

CLASSES	1 ^{ère} FRACTION	2 ^{ème} FRACTION	3 ^{ème} FRACTION
ORGA 1	+10	+10	0
ORGA 2	0	0	0
ORGA 3	-20	-10	0
ORGA 4	-30	-20	-10

4. La fumure azotée

Vos parcelles	N.ORGANES RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 51)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

10 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

PRECEDENT CULTURAL	N.PREC. POUR		
	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
	FRACTION		
Chaumes	0	0	0
Pailles avec azote	0	0	0
Pailles sans azote	+ 25	+ 15	0

Vos parcelles	N.PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 51)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

11 Détermination de N.ETAT, fonction de l'état de la culture

1.5 Pour la fraction du TALLAGE

1.5.1 Détermination de l'état de la culture

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
Fin tallage	5
Plein tallage	4
Début tallage	3
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	-1
Densité normale	0
Densité trop élevée	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si déchaussement, phytotoxicité d'herbicides	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT à reporter dans le tableau 4.1.2.

1.5.2 Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 1	+ 30
ETAT 2	+ 20
ETAT 3	+ 10
ETAT 4	0
ETAT 5	- 10
ETAT 6	- 20
ETAT 7	- 30

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

1.6 Pour la fraction de REDRESSEMENT

Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible ou irrégulière	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte	- 20

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

1.7 Pour la fraction de la DERNIERE FEUILLE

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction de dernière feuille

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte et ou présence importante de maladies	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

VOS PARCELLES	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

12 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs permettent de corriger d'éventuels surdosages ou sous-dosages compte tenu des apports antérieurs.

1.8 Pour la fraction de tallage

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 50 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille sans azote, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

Détermination de la valeur de N.CORR pour la fraction de tallage

	N.CORR
Si N.TER + N.PREC + N.ETAT est égal ou inférieur à 50 unités	0
Si N.TER + N.PREC + N.ETAT est supérieur à 50 unités	$50 - (N.TER + N.PREC + N.ETAT)^*$

* La valeur de N.CORR est dans ce cas toujours négative.

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

1.9 Pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, TER 1,	Si fractions tallage + redressement = 160 ou moins	0
TER 2	Sinon N.CORR= 160 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 3, TER 4	Si tallage + redressement = 140 ou moins	0
	Sinon N.CORR = 140 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 5	Si fractions tallage + redressement = 120 ou moins	0
	Sinon N.CORR= 120 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...

Si PREC paille enfouie sans azote remplacer les valeurs 160, 140 et 120 par respectivement 175, 155 et 135.

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

1.10 Pour la fraction de dernière feuille

N.CORR dépend de la somme des premières fractions réellement appliquées.

Si fraction tallage + fraction redressement	N.CORR.
= 80 N ou moins	+ 20
= + de 80 N	0

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

13 Calcul de la fumure

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Au tallage</i>	25						
<i>Au redress.</i>	75						
<i>A la dern. fe.</i>	75						

(1) Lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0 ; lorsque ce total vaut moins de 10 N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

LES CONSEILS DE FUMURE AZOTEE DE
L'ORGE D'HIVER À DESTINATION
BRASSICOLE SONT REPRIS DANS LE
CHAPITRE « ORGE BRASSICOLE ».

