

4. La fumure azotée

R. Meza¹, B. Monfort², B. Dumont³, O. Mahieu⁴, B. Seutin¹, F. Vancutsem⁵, C. Roisin⁶, C. Vandenberghe⁷,
L. Blondiau⁴, C. Colin⁸, J-P. Destain⁹, et B. Bodson⁵

1	La fumure en froment.....	3
1.1	Bilan de l'année écoulée	3
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives.....	3
1.2.1	Résultats de l'essai microcapteurs.....	4
1.2.2	Résultats obtenus dans les essais froment d'hiver après betteraves à Lonzée et après froment à Les Isnes.....	6
1.2.3	Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath	10
1.3	Technique d'application de la solution azotée à la dernière feuille.....	11
1.4	Recommandations pratiques	15
1.4.1	Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 11 février 2013	15
1.4.2	Les objectifs.....	16
1.4.3	Les principes de base de la fixation de la fumure azotée	17
1.4.4	Le rythme d'absorption de l'azote par la culture.....	18
1.4.5	La détermination pratique de la fumure	19
1.4.6	Les modalités d'application des fumures.....	21
1.4.7	Calcul de la fumure azotée pour 2013	24

¹ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du Ministère de la Région Wallonne

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

³ Gx-ABT – Unité de Mécanique et Construction

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

⁵ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

⁶ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Fertilité des sols et protection des eaux

⁷ Gx-ABT – Unité de Science du sol – Grenera

⁸ Requasud – Laboratoire de la Province de Liège

⁹ Directeur Général ff du CRA-W

2	La fumure en escourgeon.....	39
2.1	Bilan de l'année écoulée.....	39
2.2	Résultats des expérimentations en 2012.....	39
2.2.1	La fumure optimale dans l'essai ES12-05 à Lonzée en 2012.....	39
2.2.2	Fumure azotée économiquement optimale à Lonzée en moyenne depuis 2004 à 2012.....	40
2.2.3	La fumure optimale dans deux essais à Dorinne en Condroz namurois	41
2.2.4	La fumure optimale dans un essai réalisé à Ath par le Carah.....	44
2.2.5	Conclusions des différentes expérimentations 2012.....	45
2.3	Les recommandations pratiques	45
2.3.1	Conditions particulières de 2013, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver	45
2.3.2	La détermination pratique de la fumure.....	46
2.3.3	Les modalités d'application de la fumure azotée	46
2.3.4	Calcul de la fumure azotée pour 2013	47

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de l'année écoulée

En automne 2011, le froment a été semé tôt par de nombreux agriculteurs. Certains ont même implanté leur froment fin septembre puisque les conditions d'implantation étaient souvent très bonnes, ce qui a favorisé des levées rapides et homogènes. De plus, les températures très clémentes au cours de l'automne et au début de l'hiver ont favorisé un bon développement de la culture.

Une crainte importante a surgi à la fin du mois de janvier lors de l'arrivée brusque du gel sur les plantes, peu endurcies face au froid. Mais finalement, seuls quelques semis trop précoces ont subi des pertes de plantes. De façon général, les plantes ont présenté des jaunissements, parfois sévères, mais sans conséquences pour le peuplement et le rendement.

En sortie d'hiver, pour la majorité des situations, un schéma de fumure en 3 fractions a été préconisé par l'équipe du Livre Blanc. L'azote disponible pour la culture se trouvait en grande partie en profondeur, les besoins en azote nécessaires pour atteindre le stade redressement risquaient d'être insuffisants. En conséquence, un premier apport d'azote était nécessaire au début du printemps.

Le redémarrage des cultures a été assez rapide grâce aux bonnes conditions climatiques du mois de mars, à savoir des températures et un ensoleillement supérieurs à la moyenne. Le mois d'avril très pluvieux et frais, a favorisé l'apparition de maladies, comme la rouille jaune et la septoriose.

Les conditions climatiques pluvieuses ont souvent perturbé la réalisation des traitements fongicides de dernière feuille et d'épiaison à un moment où la pression des maladies était importante. En effet, tant sur l'épi, le feuillage et le col de l'épi, toutes les maladies étaient présentes avec une pression importante de rouille jaune, de septoriose et de fusariose.

Dès le début du remplissage des grains, nous avons pu constater une fertilité moyenne des épis due probablement aux conditions froides et au manque d'ensoleillement.

A la récolte, les agriculteurs ont constaté des écarts importants entre parcelles, avec d'heureuses surprises pour des parcelles habituellement moins productives, et à l'inverse des rendements tout à fait acceptables mais moins bons qu'espérés dans les meilleures parcelles de l'exploitation. Les poids à l'hectolitre étaient très médiocres à cause principalement des fortes pressions des maladies, même lorsqu'une bonne protection avait été appliquée.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

Au cours de la saison dernière, l'Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées de Gembloux Agro-Bio Tech en collaboration avec l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W a mis en place plusieurs essais « fumure azotée » en froment. Ces essais ont été implantés à :

4. La fumure azotée

- Lonzée : froment d’hiver sur précédent betterave ;
- Gembloux et Les Isnes : froment d’hiver sur précédent froment.

Le Centre pour l’agronomie et l’agro-industrie de la province de Hainaut (Carah) a réalisé un essai fumure à Ath sur précédent maïs.

1.2.1 Résultats de l’essai microcapteurs

Depuis quatre ans, afin d’étudier les possibilités de prise en compte des effets locaux pour adapter la fertilisation, des microcapteurs de données climatiques ont été installés dans plusieurs zones d’un champ de la Ferme expérimentale de Gx-ABT. Cette expérimentation conduite en collaboration avec le CRA-W comporte 6 modalités de fumure comparées avec un témoin 0N (Tableau 4.1). Des suivis réguliers de la production de biomasse ainsi que des profils de sol en N minéral y sont effectués et bien entendu, les rendements et les paramètres qualitatifs y sont mesurés à la récolte.

Pour la première fois depuis que l’expérimentation a été mise en place, les rendements observés dans la zone sablo-limoneuse, nettement plus drainante, sont supérieurs à ceux obtenus dans la zone limoneuse

Tableau 4.1 – Rendement en grains (en qx/ha), poids de mille grains (en g), teneurs en protéines du grain (en %) en fonction de différentes modalités de fumure azotée - Essai microcapteurs 2012 Gembloux.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)					Barok					
						Rdt (qx/ha)		PMG (g)		Protéines (% M.S.)	
	T	T-R	R	DF	Tot	Zone 2	Zone 3	Zone 2	Zone 3	Zone 2	Zone 3
1	-	-	-	-	-	51	65	44	45	9,8	13,0
2	30	-	30	60	120	87	92	42	44	10,9	13,0
3	-	60	-	60	120	86	89	42	45	10,9	13,6
4	60	-	60	60	180	92	98	40	41	11,6	12,8
5	-	90	-	90	180	96	96	41	43	11,8	13,1
6	60	-	60	120	240	94	97	41	42	12,3	13,3
7	-	120	-	120	240	96	100	40	41	12,6	13,2

20-mars 4-avr 6-avr 15-mai *Zone 2: Limoneuse ; Zone 3: Sablo-limoneuse

Les suivis très réguliers effectués aux niveaux des teneurs en azote dans le profil tant en sol nu (sans fumure) qu’en sol cultivé (avec une fumure de 180 N/ ha) et de l’accumulation de la matière sèche ont permis de mettre en évidence une des raisons des différences de rendement observées entre parcelles.

La figure 4.1 illustre les différences de teneurs en azote du sol observées entre les parcelles nues de la zone 2 (limoneuse) et la zone 3 (sablo-limoneuse) durant les mois de juin et juillet. Dans la zone la mieux drainée, la minéralisation de l’azote du sol et donc son accumulation dans les couches supérieures du profil se poursuit, alors que dans la zone 2, la minéralisation est limitée par l’excès d’eau dans ces mêmes couches.

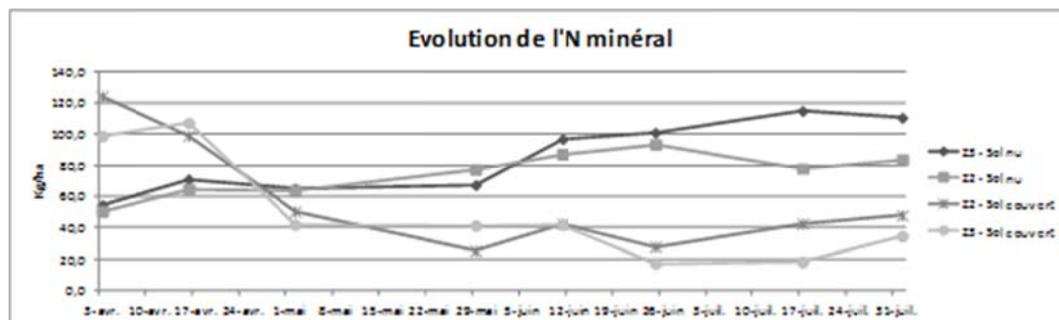


Figure 4.1 – Evolution de l'azote minéral (en kg/ha) présent dans le profil (0-150cm) de parcelles cultivées ou nues dans deux zones différentes – Essai microcapteurs 2012 Gembloux.

A l'inverse, dans les parcelles cultivées (avec engrais), le prélèvement d'azote du sol par la culture (appauvrissement du profil) est plus important dans les parcelles sablo-limoneuses bien drainées (zone 3) que dans les parcelles limoneuses (zone 2) où le fonctionnement racinaire est limité à cause de l'engorgement en eau.

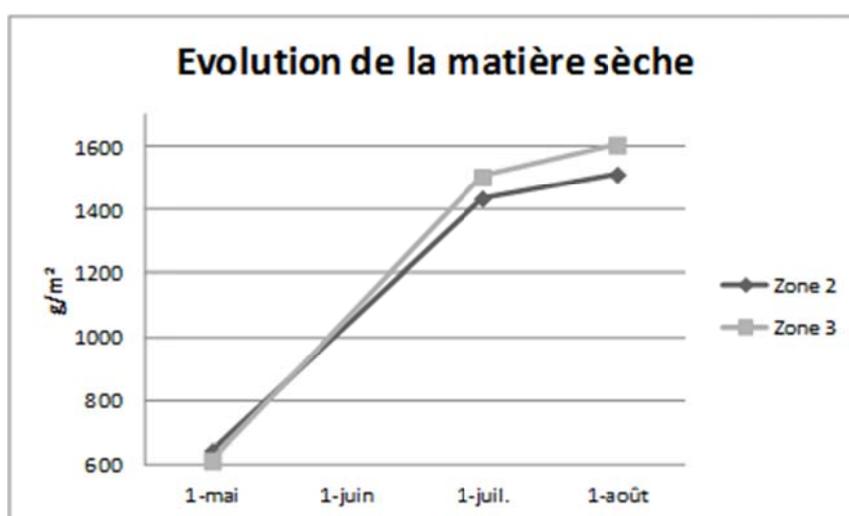


Figure 4.2 – Evolution de l'accumulation de matière sèche (en g/m²) en fin de végétation du froment dans les parcelles en sol limoneux (zone 2) et dans les parcelles en sol sablo-limoneux (zone 3) - Essai microcapteurs 2012 Gembloux.

L'accumulation de matière sèche dans les plantes en fin de végétation est moindre dans les parcelles de la zone limoneuse (zone 2) que dans les parcelles bien drainées (zone 3) (Figure 4.2). Le remplissage des grains, illustré par les poids de 1 000 grains, et la teneur en protéines des grains repris dans le tableau 4.1 montrent clairement que la fin de végétation dans la zone 2 a été nettement moins favorable que dans la zone 3 mieux drainée.

Les excès de pluviosité (153 mm à Ernage) durant les deux dernières décades de juin et les deux premières de juillet ont donc influencé clairement la disponibilité en azote de certaines parcelles et ont donc été une source de plafonnement des rendements dans certaines parcelles.

Des observations similaires ont été réalisées dans le Nord de la France par Arvalis et en Angleterre par le NIAB-TAG, avec comme explication complémentaire une durée d'ensoleillement insuffisante.

1.2.2 Résultats obtenus dans les essais froment d'hiver après betteraves à Lonzée et après froment à Les Isnes

Deux essais de réponse à la fumure azotée ont été mis en place en 2012 à Gembloux. La conduite culturale de chacun des deux essais est reprise dans le tableau 4.2.

Il est à remarquer que les deux essais n'ont pas été conduits selon le même protocole expérimental, à savoir qu'après betteraves la variété "KWS Ozon" a reçu principalement une modalité de fumure à deux fractions (T-R et DF) alors qu'après froment la variété "Istabraq" a reçu des modalités classiques en 3 fractions.

Tableau 4.2 – Conditions culturales dans les essais « fumure azotée » de Lonzée et de Les Isnes 2012.

Variété		KWS Ozon	Istabraq
Caractéristique variété		Panifiable	Fourrager
N° de l'essai		FH12-07	FH12-51
Localité		Lonzée	Les Isnes
Date de semis		20-oct.	14-oct
Densité de semis		250 gr/m ²	225 gr/m ²
Précédent		Betterave	Froment
Teneurs en N total en sortie hiver sur 90cm		61 uN	42 uN
Apport de fumure	Tallage	19-mars	16-mars
	Tallage-redressement	4-avr	-
	Redressement	5-avr	5-avr
	Dernière Feuille	16-mai	16-mai
Désherbage		23-mars	22-mars
Raccourcisseur (CCC 1L)		7-mai	4-mai
Fongicide		22-mars	22-mars
		5-juin	5-juin

1.2.2.1 Les rendements phytotechnique et économique

Le rendement phytotechnique est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle.

Le rendement économique représente la valeur de la production de laquelle on déduit l'équivalent correspondant à l'engrais azoté mis en œuvre).

L'ensemble des rendements économiques repris dans ce chapitre sont exprimés selon le rapport 5 (1 uN = 5 kg de froment). Le prix de vente retenu pour le froment est 220 €/t et le prix de l'azote à la tonne (ammonitrate 27%) est 300 €

Les tableaux 4.3 et 4.4 reprennent respectivement les rendements obtenus pour les essais de Lonzée et de Les Isnes.

Tableau 4.3 – Rendements phytotechniques (qx/ha) et rendements économiques (qx/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains (en g) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Lonzée 2012 – Variété KWS Ozon, précédent betteraves.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)					KWS Ozon				
	T	T-R	R	DF	tot	Rdt (qx/ha)	Rdt éco (qx/ha)	Nombre épi/m ²	PMG	PHL (kg/hl)
1	-	-	-	-	0	70	70	333	49	77
2	-	50	-	-	50	81	79	394	47	77
3	-	50	-	50	100	88	83***	467	45	76
4	-	50	-	75	125	87	81	453	44	76
5	-	50	-	100	150	91**	83***	497	43	76
6	-	50	-	125	175	87	79	479	43	75
7	-	50	-	150	200	87	77	491	42	75
8	-	75	-	-	75	83	79	430	44	76
9	-	75	-	50	125	89	83***	465	45	76
10	-	75	-	75	150	89	81	447	44	76
11	-	75	-	100	175	89	80	485	42	75
12	-	75	-	125	200	91**	81	450	44	76
13	-	75	-	150	225	88	76	466	41	74
14	-	100	-	-	100	87	82	497	44	76
15	-	100	-	50	150	89	81	527	44	76
16	-	100	-	75	175	90	82	503	43	75
17	-	100	-	100	200	86	76	520	41	74
18	-	100	-	125	225	85	74	516	40	74
19	-	100	-	150	250	86	73	492	41	74
20	-	125	-	-	125	86	80	461	43	76
21	-	125	-	50	175	87	78	514	42	74
22	-	125	-	75	200	86	76	481	41	75
23	-	125	-	100	225	83	72	497	40	73
24	-	125	-	125	250	85	72	529	40	73
25	-	125	-	150	275	85	71	521	40	74
26	50	-	50	50	150	85	78	504	41	75
27	75	-	75	75	225	83	72	505	40	73
28	100	-	100	100	300	79	64	541	38	72
29	50	-	60	75	185	86	77	519	41	74
30	-	80	-	105	185	88	79	486	43	75

* Les deux dernières fumures (29 et 30) sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du «Livre blanc».

** La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observé et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

*** La valeur en gras représente, le rendement économique maximal et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

4. La fumure azotée

Tableau 4.4 – Rendements phytotechniques (qx/ha) et rendements économiques (qx/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains (en g) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Les Isnes 2012 – Variété Istabraq, précédent froment.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Istabraq				
	T	R	DF	tot	Rdt (qx/ha)	Rdt éco (qx/ha)	Nombre épi/m ²	PMG	PHL (kg/hl)
1	-	-	-	0	43	43	248	38	69
2	50	-	-	50	62	59	311	40	69
3	-	50	-	50	59	56	281	37	68
4	-	-	50	50	51	48	249	35	68
5	50	50	-	100	71	66***	361	38	69
6	50	-	50	100	66	61	323	37	68
7	-	50	50	100	64	59	353	36	68
8	50	50	50	150	69	61	375	35	68
9	100	-	-	100	69	64	348	37	68
10	-	100	-	100	68	63	363	38	69
11	-	-	100	100	53	48	270	34	67
12	100	100	-	200	69	59	421	34	67
13	100	-	100	200	67	57	360	34	67
14	-	100	100	200	68	58	350	34	66
15	100	100	100	300	72**	57	459	32	66
16	75	75	-	150	70	63	375	34	68
17	75	-	75	150	66	59	325	35	68
18	-	75	75	150	64	56	358	35	67
19	75	75	75	225	66	54	365	32	65
20	50	-	100	150	67	59	345	35	67
21	-	50	100	150	64	56	329	35	67
22	50	50	100	200	69	59	375	34	67
23	-	-	150	150	49	42	287	33	64
24	50	-	150	200	63	53	328	34	67
25	-	50	150	200	64	54	327	34	66
26	50	50	150	250	66	53	357	34	67
27	100	-	150	250	65	52	392	33	66
28	-	100	150	250	64	52	375	33	65
29	60	70	75	205	68	58	351	34	67
30	-	100	105	205	67	56	373	35	67

* Les deux dernières fumures (29 et 30) sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du « Livre blanc ».

** La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observés et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

*** La valeur en gras représente, le rendement économique maximal et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Le rendement phytotechnique maximal observé est de 91 qx/ha. Ce rendement est obtenu avec des fumures de 150 et 200 uN/ha. Une série d'autres fumures comprises entre 100 et 185 uN/ha ont permis d'atteindre des rendements statistiquement équivalents (valeurs grisées). La fumure « Livre blanc » en 2 apports (80 – 105 uN/ha) permet d'atteindre un rendement statistiquement équivalent au rendement maximal. Il est à noter que la fumure maximale (300 uN/ha) procure le rendement le plus faible, à savoir 79 qx/ha.

Le rendement économique optimal a été obtenu avec des fumures totales relativement faibles de 100 ou 125 uN/ha. Ce rendement économique est de 83 qx/ha. La fumure « Livre blanc » en 2 apports (80 – 105 uN/ha) était excessive pour le potentiel de rendement final de la culture.

Dans cette parcelle, caractérisée par un sol limoneux profond, les sols ont été aussi gorgés en eau pendant une bonne partie de la phase de remplissage des grains. La structure de la végétation était proche de l'optimal puisque les nombres d'épis observés se situaient dès une fumure de 100 N/ha dans une fourchette de 450 à 520 épis /m². Par contre les poids de 1 000 grains, bien que corrects, sont un peu faibles.

Le second essai établi à Les Isnes sur un précédent froment présente des niveaux de rendements nettement plus faibles de l'ordre de seulement 70 qx/ha. Le niveau très décevant atteint dans cette parcelle est caractéristique de situations signalées par de nombreux agriculteurs l'an dernier.

L'analyse des composantes du rendement dans cet essai révèle tout d'abord que le nombre d'épis par m² est anormalement faible, il faut monter à des fumures de 200 unités d'azote par hectare pour la somme des fractions de tallage et redressement pour obtenir 400 épis/m². A la sortie de l'hiver, la culture présentait un tallage normal et ne semblait nullement avoir souffert de l'hiver. Une des explications au faible taux de montaison des tiges en épis trouve son origine dans l'incidence forte des maladies du pied (notamment de piétin verse) observable sur les talles, sans doute favorisées par une fin d'automne et un début d'hiver très doux et très humide. Non seulement, cette forte infestation du pied des plantes a limité le nombre d'épis mais elle est aussi en grande partie à l'origine de l'échaudage des grains, illustré par les poids de 1000 grains extrêmement faibles (autour de 35 grammes). Comme explications, il faut aussi souligner le développement de la septoriose et de *Microdochium nivale* en fin de végétation sur les feuilles et épis de la variété Istabracq, particulièrement sensible à ces maladies fongiques l'an dernier.

La fumure maximale (300 uN/ha) procure le **rendement phytotechnique le plus élevé**, qui est de 72 qx/ha. Le **rendement économique optimal**, 66 qx/ha, a été obtenu avec une fumure totale de 100 uN/ha, appliqué en 50-50-0 uN/ha.

Les fumures « Livre blanc » en 2 ou 3 apports étaient, au vu des circonstances, beaucoup trop élevées ; dans ce cas, la 3^{ème} fraction n'a probablement pas été valorisée.

1.2.2.2 Impact de la fumure sur le taux de protéines

La variété KWS Ozon est une variété à caractère panifiable. Des teneurs en protéines de 10 % (pour le témoin) et de 12,7 % (pour la fumure à dose totale maximale) ont été observées

4. La fumure azotée

pour cette variété (Figure 4.3). En général, l'augmentation de la fumure, principalement lors de la dernière fraction, permet d'accroître la teneur de protéines. Mais dans les circonstances de l'essai, la fumure économiquement optimale (50-50) ne permet pas d'atteindre les critères de panification.

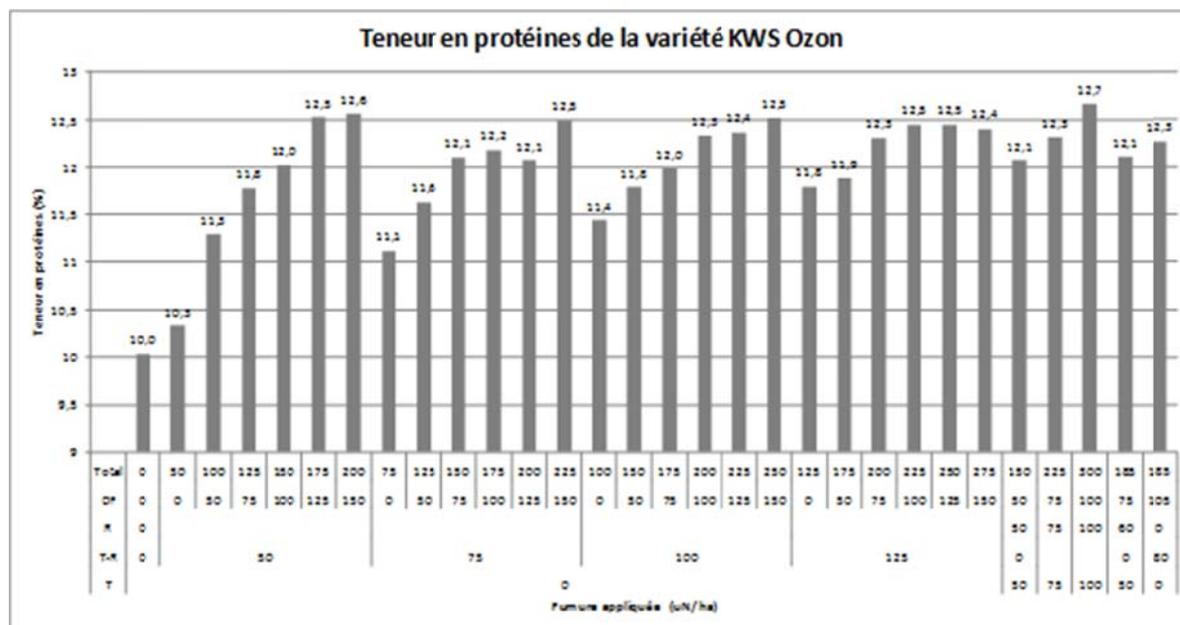


Figure 4.3 – Taux de protéines (%) mesurés dans l'essai fumure variété KWS Ozon.

1.2.3 Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath

Le Carah a mis en place en 2012 un essai de comparaison de 10 modalités de fumure azotée sur la variété Julius après un précédent maïs (Tableau 4.5).

Tableau 4.5 – Rendements phytotechniques (qx/ha), rendements économiques (qx/ha) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Ath 2012 – Variété Julius, précédent maïs.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Julius		
	T	R	DF	tot	Rdt (qx/ha)	Rdt éco (qx/ha)	PHL (kg/hl)
1	-	-	-	0	104	104	79
2	45	25	30	100	112	107	78
3	50	50	50	150	105	97	77
4	55	40	30	125	107	100	77
5	50	40	60	150	108	101	77
6	60	-	90	150	113	106	78
7	60	50	65	175	105	97	77
8	70	65	65	200	101	91	75
9	75	75	75	225	98	87	75
10	85	65	-	150	101	93	75

20-mars 3-avr 25-mai

* La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observé et le rendement économique maximal.

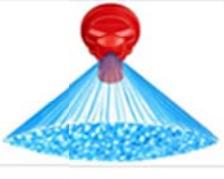
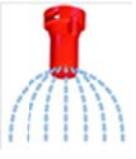
Le **rendement phytotechnique le plus élevé** est obtenu avec la fumure de 150 uN/ha (60-0-90). Le **rendement économique optimal** est obtenu avec la fumure de 100 uN/ha.

Dans cette situation culturale, les quantités d'azote présentes dans le sol en sortie d'hiver étaient très élevées (100 kg N/ha sur 90 cm). Il est dès lors normal qu'une fumure réduite permette d'atteindre dans ces conditions l'optimum économique.

1.3 Technique d'application de la solution azotée à la dernière feuille

Les avantages de la **solution azotée** (coût, homogénéité, utilisation du pulvérisateur uniquement) plaident en faveur de son utilisation au stade dernière feuille lors du fractionnement de la fumure azotée. Cependant, l'application d'engrais liquide peut occasionner des brûlures et entraîner des nécroses plus ou moins importantes au feuillage particulièrement préjudiciable au stade « dernière feuille ». Dans ce but, des essais sont menés depuis 5 ans afin de comparer l'impact des engrais liquides et des engrais solides sur une végétation sèche (plein soleil) et sur une végétation humide (rosée du matin). L'engrais liquide a été appliqué à l'aide de différentes buses ; le tableau 4.6 reprend les caractéristiques des buses retenues pour l'application de cet engrais liquide.

Tableau 4.6 – Caractéristiques des buses utilisées.

<p>Buses jets plats XR9004</p> 	e
<p>Buses jets plat grand angle TT11003</p> 	e
<p>Buses jets plats à induction d'air AIC110025</p> 	e r s
<p>Buses 7 filets- SJ7</p> 	t

L'expérimentation, a été menée en collaboration avec le Département Génie rural du CRA-W et l'Unité de Mécanique et Construction de Gx-ABT.

Le tableau 4.7 reprend les informations des essais mis en place de 2007 à 2011.

Tableau 4.7 – Informations des essais mis en place, Lonzée 2007-2011.

Année	Variété	Dose (uN/ha)	Date d'application au stade dernière feuille	
			Vég. humide	Vég. sèche
2011	KWS Ozon	75uN	23-mai	23-mai
2010	Julius	105uN	9-juin	2-juin
2009	Mulan	75uN	14-mai	14-mai
2008	Centenaire	90uN	27-mai	27-mai
2007	Rosario	110uN	18-mai	18-mai

Influence du mode d'application sur le niveau de brûlure

Un programme d'analyse d'image a permis de mesurer précisément le pourcentage de brûlure des feuilles. La surface totale des feuilles est décomposée en surface verte et en surface brune comme l'illustre la figure 4.4.

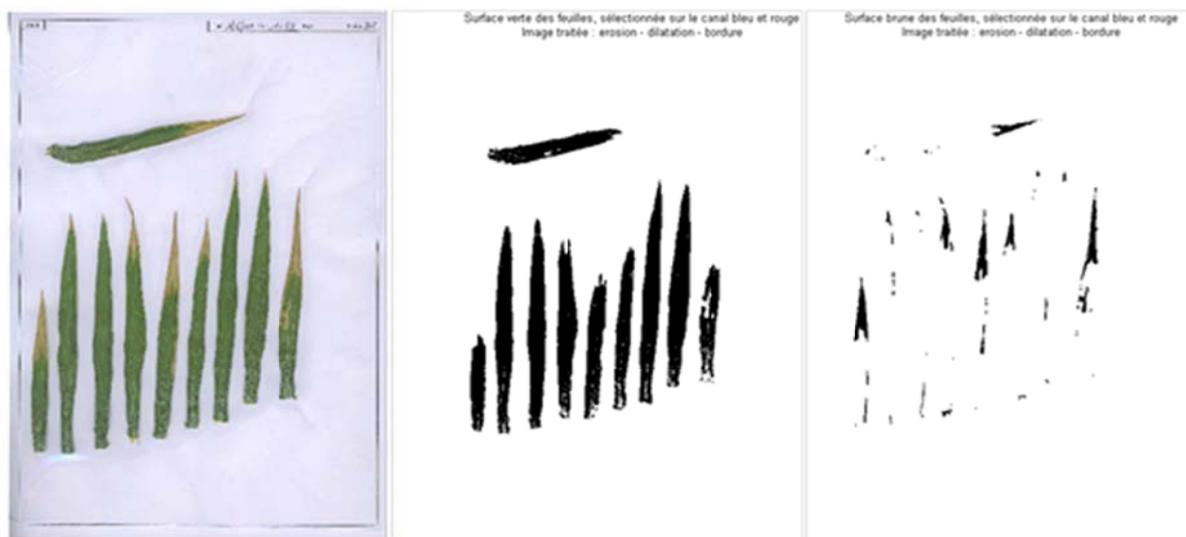


Figure 4.4 – Analyse d'image des dix dernières feuilles d'une parcelle. À gauche : feuilles entières, au centre : surface verte et à droite : surface brune des feuilles.

Les parcelles ont reçu une protection phytosanitaire appropriée afin de minimiser au maximum les interférences (symptômes de maladies, dégâts de léma, ...).

La figure 4.5 met en évidence que l'azote liquide induit des pourcentages de brûlure plus importants que l'azote solide (ammonitrate solide). Le pourcentage de nécrose observé avec une application d'azote solide n'est pas toujours égal à 0 : cela est dû au fait que la méthode utilisée ne différencie pas les brûlures du traitement azoté des lésions résultants des maladies ou d'autres facteurs.

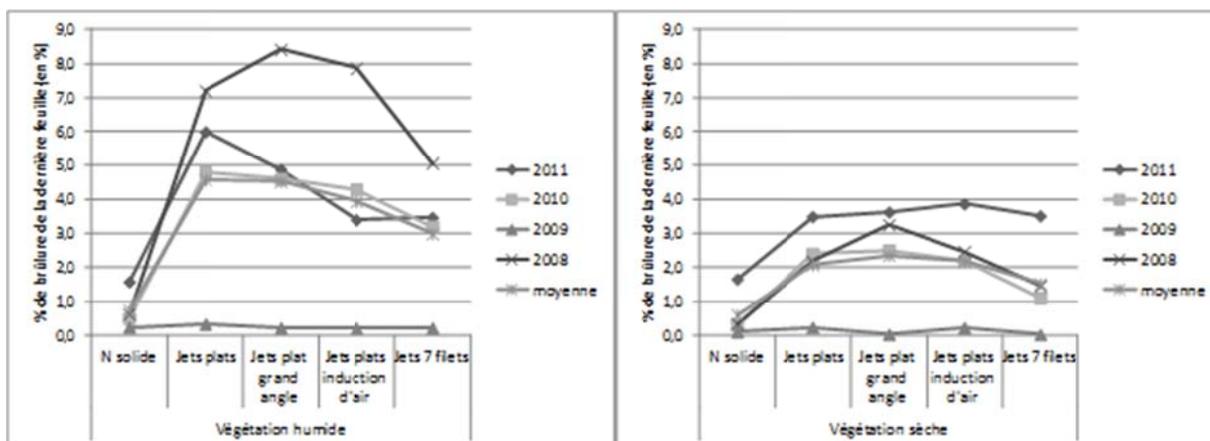


Figure 4.5 – Niveaux de brûlures observés en % de la surface foliaire totale, Lonzée 2008-2011. Gauche : végétation humide, droite : végétation sèche.

L'observation des différents niveaux de brûlures montre que :

- l'application sur végétation humide présente généralement des niveaux de brûlure supérieurs par rapport à une application sur végétation sèche. Effectivement une gouttelette d'azote entrant en contact avec une goutte d'eau sur la feuille engendre une plus grande surface de contact de l'azote liquide sur la feuille ;
- les niveaux de brûlure sont variables d'une année à l'autre, en effet beaucoup d'autres facteurs influencent l'apparition ou non de brûlures (température, direction du vent, hygrométrie,...). En 2009, une pluie de 23 mm est survenue le soir de l'application et semble avoir limité les brûlures ;
- les jets 7 filets présentent les valeurs de brûlures les plus faibles par rapport aux trois autres types de jets.

Influence du mode d'application sur le rendement

Les rendements observés exprimés en kg/ha sont repris au niveau de la figure 4.6.

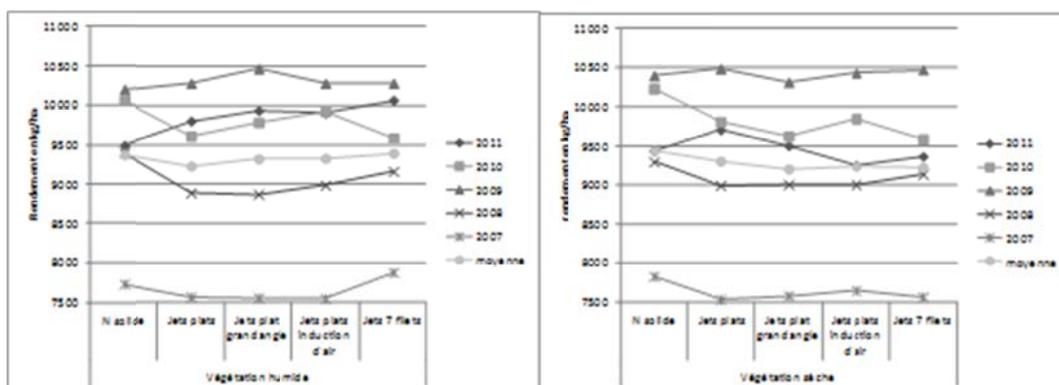


Figure 4.6 – Rendements mesurés (kg/ha), Lonzée 2007-2011. Gauche : végétation humide, droite : végétation sèche.

Les résultats révèlent que :

- les niveaux de rendements ne sont pas significativement différents entre les applications sur végétation humide et sur végétation sèche ;
- quel que soit le traitement, les meilleurs rendements ont été obtenus en 2009 et les plus mauvais en 2007 ;
- les niveaux de rendement les plus élevés ont été observés en 2009, alors que les niveaux les plus faibles ont été recensés en 2007 ;
- l'application sous forme solide assure le plus souvent le meilleur niveau de rendements.

Influence du mode d'application sur la teneur en protéines

La teneur en protéines a également été mesurée, les résultats sont illustrés au niveau de la figure 4.7.

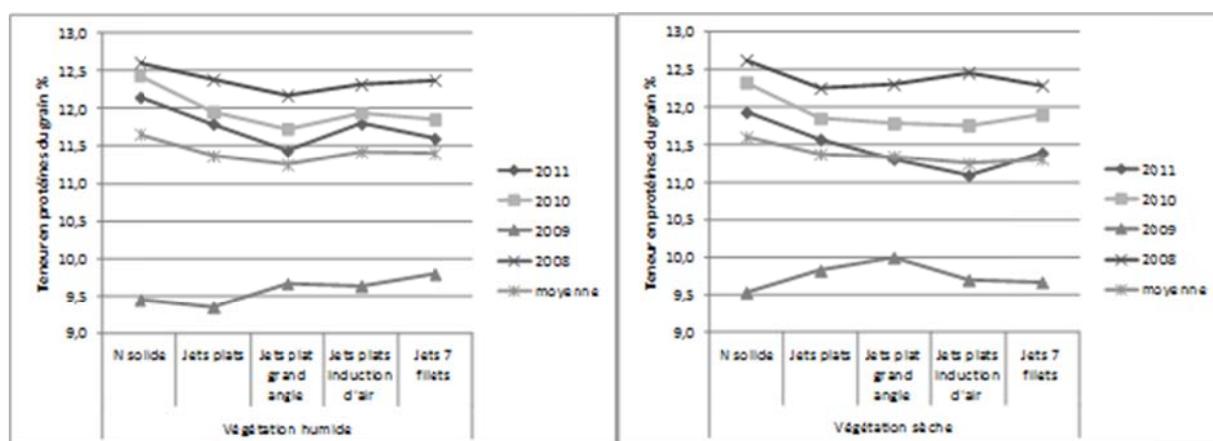


Figure 4.7 – Teneurs en protéines observées en % de la M.S., Lonzée 2008-2011.

Les résultats révèlent que :

- l'application de solution azotée a tendance à réduire la teneur en protéines du grain par rapport à une application sous forme solide, excepté en 2009. En 2009, les rendements élevés avaient entraîné des teneurs en protéines plus faibles ;
- en 2008, les teneurs en protéines sont les plus élevées. Cela peut s'expliquer par le fait que les rendements étaient assez faibles.

Conclusion

Si pour diverses raisons, la fraction de dernière feuille est appliquée sous forme liquide plutôt que sous forme d'ammonitrate solide, les résultats des essais mettent en évidence que les risques de brûlures sur la dernière feuille dues à l'application de l'engrais liquide peuvent être limités de différentes manières :

- appliquer la solution azotée par temps pluvieux ou avant une période de pluie annoncée afin que les feuilles soient lavées ;
- en absence de pluie, privilégier une application sur végétation sèche ;
- appliquer à l'aide de buses à jets répartissant la solution azotée en nombreux filets ;
- ou encore appliquer de l'azote liquide au stade dernière feuille pointante au lieu du stade dernière feuille étalée.

1.4 Recommandations pratiques

1.4.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 11 février 2013

1.4.1.1 Climat en automne et hiver 2012-2013

Les températures (Tableau 4.8) ont été légèrement supérieures à la normale d'août à décembre ; en janvier et début février, elles ont été proches de la normale. La pluviosité observée a alterné entre des mois plutôt secs (août, septembre et novembre) et d'autres (octobre et décembre) durant lesquels les précipitations très fréquentes ont apporté près du double de la pluviosité mensuelle normale.

Tableau 4.8 – Températures et précipitations moyennes (Ernage – Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyenne (°C)						
Observée	18,4	13,6	10,7	6,6	4,6	1,1
Normale	16,4	13,9	10,1	5,5	3,0	1,7
Précipitations (mm)						
Observées	28,1	39,9	112,0	37,0	125,3	56,6
Normales	75,2	62,9	65,6	75,0	72,1	65,5

1.4.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 11 février 2013

Un échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé sur 90 cm (Tableau 4.9) dans 71 situations culturales. Ces profils ont été réalisés par l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W, par Grenera de GxABT ainsi que par les laboratoires provinciaux de Liège (Tinlot) et du Hainaut (Ath).

Tableau 4.9 – Comparaison pour les 11 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N/ha) – CRA-W.

	Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moy.
	Nb de situations	7	10	12	12	11	33	25	30	45	48	71	
Profondeur	0-30 cm	16	9	12	23	15	15	13	12	14	13	10	14
	30-60 cm	15	22	30	24	26	25	21	17	19	20	15	21
	60-90 cm	16	26	22	16	21	31	19	25	19	24	19	22
	Total 0-90	47	57	64	63	62	71	53	54	51	56	44	57
	90-120 cm	11	13	14	10	12	18	10	12	14	*	*	13
	120-150 cm	11	12	12	9	11	17	7	12	13	*	*	12
Total 0-150	69	82	90	82	85	106	70	78	78				82

* : pas de mesures réalisées en 2012 et 2013.

1.4.1.3 Comparaison entre les précédents

Tableau 4.10 – Profil en azote minéral du sol sur 90 cm pour différents précédents (kg N/ha).

	Précé-dents	Betterave	Pomme de terre	Colza	Légumineuses (pois, féveroles, ...)	Maïs	Lin	Froment	Chicorées	Carottes
	Nb de situations	14	19	13	5	11	2	3	3	1
Profondeur	0-30 cm	10	10	12	10	10	11	11	7	11
	30-60 cm	11	16	18	17	12	23	15	7	22
	60-90 cm	11	23	23	27	15	23	20	6	28
	Total 0-90	32	49	53	54	37	57	46	20	61
	Min	12	20	32	12	21	38	31	19	-
	Max	50	99	88	75	64	76	57	20	-

Les quantités d'azote minéral disponibles dans les profils sont, dans la plupart des situations échantillonnées, plus faibles que d'habitude (Tableau 4.10). Ces profils peuvent être considérés comme pauvres (< 50 kg N/ha) après les précédents récoltés en automne (betteraves, pomme de terre, maïs, chicorées). Les profils observés en Hainaut sont en moyenne un peu plus riches qu'en Hesbaye ; ce constat peut s'expliquer par le niveau de restitutions de matières organiques souvent un peu plus élevé du fait du caractère plus fréquemment mixte des exploitations. Les horizons 0-30 cm et dans une moindre mesure 30-60 cm dans lesquels les cultures prélèveront lors de la reprise de la végétation sont les moins riches.

1.4.1.4 Conseils en fonction de l'état des cultures

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 : début tallage ;
- Semis de mi-novembre : 1-2 feuilles.

Dans les régions plus précoces (Hainaut, Hesbaye Liégeoise), les semis précoces présentent des stades de développement un peu plus avancés.

Le schéma de fumure en 3 fractions sera 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 réservé aux froments semés précocement après des précédents récoltés durant l'été.

1.4.2 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.

1.4.3 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).

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

La culture peut être scindée en trois phases :

1.4.4.1 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 4.6).

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.

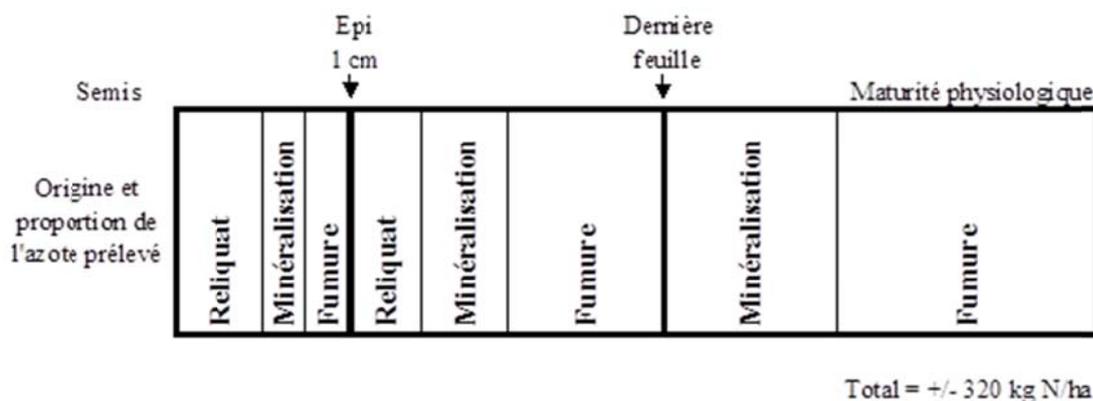


Figure 4.8 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

1.4.4.2 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.

1.4.4.3 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).

1.4.5 La détermination pratique de la fumure

1.4.5.1 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 chapitre « Calcul de la fumure azotée pour 2013 » (cfr § 1.4.7).

1.4.6 Les modalités d'application des fumures

1.4.6.1 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

1.4.6.1.1 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'épandage 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.

1.4.6.1.2 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).

1.4.6.1.3 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.

1.4.6.2 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.

1.4.7 Calcul de la fumure azotée pour 2013

Deux fumures de références :

En trois fractions : fractionnement à privilégier dans la majorité des situations en 2013.

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 27 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	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction	Fraction intermédiaire	Fraction DF
	T	R	DF	T-R	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. ORGA 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. ORGA 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	-10	-20	0	-20	-10
Féveroles, pois de conserverie, haricots	-10	-20	0	-20	-10
Colza	-10	-10	0	-10	-10
Lin	-0	-10	0	-10	0
Pomme de terre	-10	-10	-10	-10	-20
Maïs ensilage	+10	+10	0	Non recommandé	
Chaumes	+10	+10	0	Non recommandé	
Pailles sans azote et maïs grain	+10	+10	0	Non recommandé	
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 : 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>	

4. La fumure azotée

DENSITE EN PLANTES PAR m ²	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>	

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.).

4. La fumure azotée

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		

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	0
	Si A = 0 plus Si A = valeur inférieure à 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						
Redress.	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		
Bett. fe. enf.		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.CORRÉCTION		
N.TER + N.PRECIPITATION + N.ÉTAT = 0		N.CORRÉCTION = 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		
Bett. fe. enf.		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.CORRÉCTION		
..... Fraction de tallage + fraction redressement = $30 + 60 = 90$		
..... On ne dépasse pas le maximum de 150 N d'où		N.CORRÉCTION = 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		
Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT		
Végétation normale	ÉTAT 2	N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRÉCTION		
La somme des 2 premières fractions = 90 N		N.CORRÉCTION = 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
TER.....4..... N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION.....2..... 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
TER.....4..... N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION.....2..... 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 Bilan de l'année écoulée

Le climat très doux en automne et au début de l'hiver avait entraîné une très forte densité de population avec des stades en avance de plus de 2 mois à la mi-janvier. Les très fortes gelées (jusqu'à -20°C) de février ont parfois provoqué de très gros dégâts dans les semis les plus précoces et/ou à fort reliquats azotés ; dans nos régions, heureusement, la majorité des cultures étaient indemnes, alors que dans des régions voisines comme dans l'Est de la France, l'hiver a été fatal pour beaucoup de cultures d'escourgeon qui ont dû être remplacées au printemps.

Les fortes densités observées en sortie d'hiver pouvaient entraîner un conseil d'impasse de la fumure de tallage ou du moins de limiter les apports en mars.

Le comportement de la culture en cours de saison a été assez paradoxal : on a ainsi observé à Lonzée une régression de talles assez conséquente en début de montaison, mais par la suite, l'application de la fumure renforcée en fin tallage (tallage + redressement) couplée à une forte minéralisation ont souvent induit une forte montée de tardillons.

Les gelées nocturnes des 16 et 17 avril en fin montaison ont sans doute été responsables de la mauvaise fertilité des épis observée en 2012.

Le climat pluvieux, avec très peu d'ensoleillement jusqu'à la moisson, a entraîné dans les terres les plus profondes un excès d'eau dans le sol ainsi qu'un développement inhabituel de fusarioses sur les épis. Ces conditions défavorables ont conduit à un mauvais remplissage des grains exprimés à la récolte par de mauvais poids à l'hectolitre et, surtout, de très faibles poids de mille grains.

2.2 Résultats des expérimentations en 2012

2.2.1 La fumure optimale dans l'essai ES12-05 à Lonzée en 2012

L'essai ES12-05 a étudié le fractionnement de la fumure azotée en 2012 ; il a été réalisé sur deux variétés : Saskia (lignée) et Volume (variété hybride). Ces deux variétés ont répondu exactement de la même façon à la fumure azotée. La figure 4.9 suivante résume très bien cet essai.

Sans fumure de tallage, on ne parvenait pas à récupérer le potentiel maximal de l'essai.

Le **rendement phytotechnique maximal** a été de 9 774 kg pour une fumure de 179 N (fractionnement proche de 70-70-35). Prenant en compte un prix de vente de la récolte de 200 €/t et un coût de l'engrais de 300 €/t, la **fumure économique optimale** se situe à 164N (70-70-24) donnant le rendement de 9 733 kg/ha. Ce type de fractionnement est inhabituel mais est à mettre en relation aux conditions particulières de 2012, caractérisés par des besoins élevés en sortie d'hiver et à la montaison, et très faibles pendant le remplissage des grains.

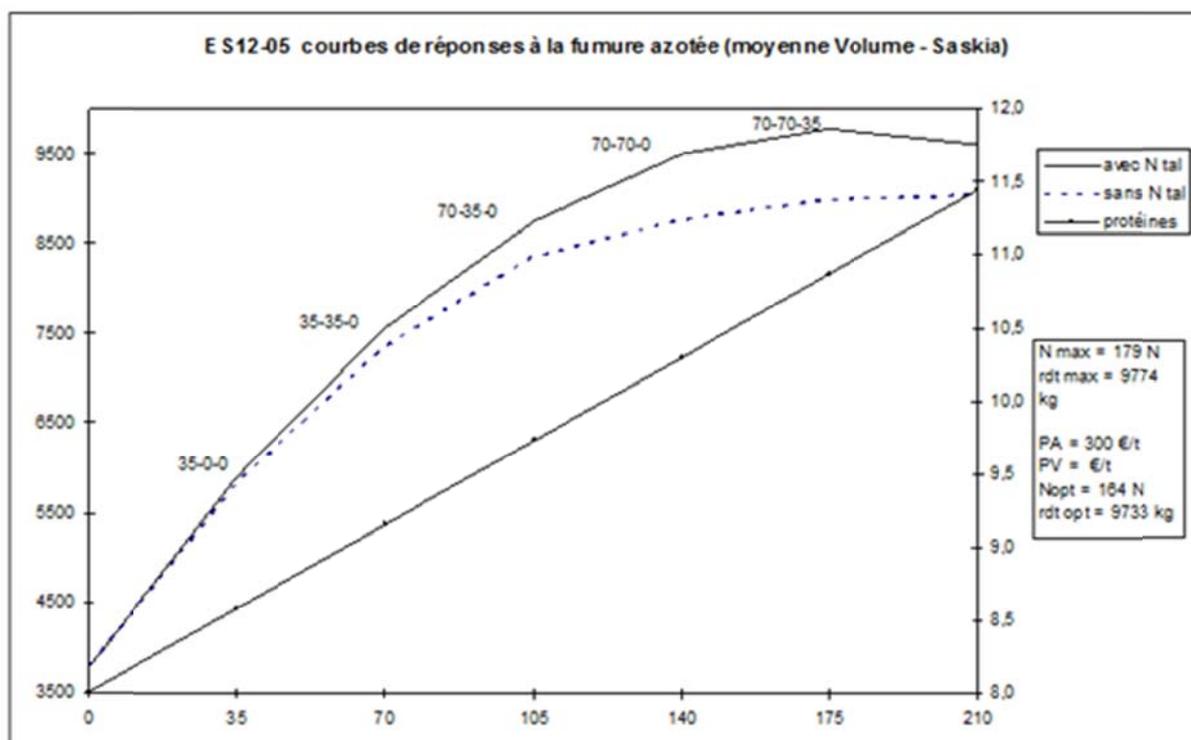


Figure 4.9 – Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée en escourgeon en 2012 (réponse moyenne des variétés Saskia et Volume) ES12-05 à Lonzée – Gx-ABT.

L'essai ES12-04, étudiant, pour 4 variétés (Saskia, Cerveise, Volume et Tatio), la comparaison de 4 densités de semis (de 75 à 225 gr/m²) avec ou sans fumure de tallage (35-55-90 ou 0-90-90) montrait une interaction hautement significative entre fumures et variétés. Volume (hybride) se singularisait en obtenant de meilleurs rendements sans fumure au tallage alors que les 3 autres variétés donnaient le meilleur rendement avec une fumure au tallage. Cette interaction n'est pas confirmée dans l'essai ES12-05 où Volume et Saskia montraient toutes les deux clairement un meilleur comportement avec une fumure pendant le tallage.

2.2.2 Fumure azotée économiquement optimale à Lonzée en moyenne depuis 2004 à 2012

La figure 4.10 suivante fournit, pour tous les essais sur la fumure azotée réalisés à Lonzée, entre 2004 et 2012, la réponse moyenne des rendements des escourgeons à la fumure azotée. Tenant compte d'un prix de vente de la récolte à 200 €/t et d'un prix de l'engrais de 300 €/t, la **fumure économique optimale** moyenne se situe à 159 uN/ha et a conduit à un rendement moyen de 101 qx/ha.

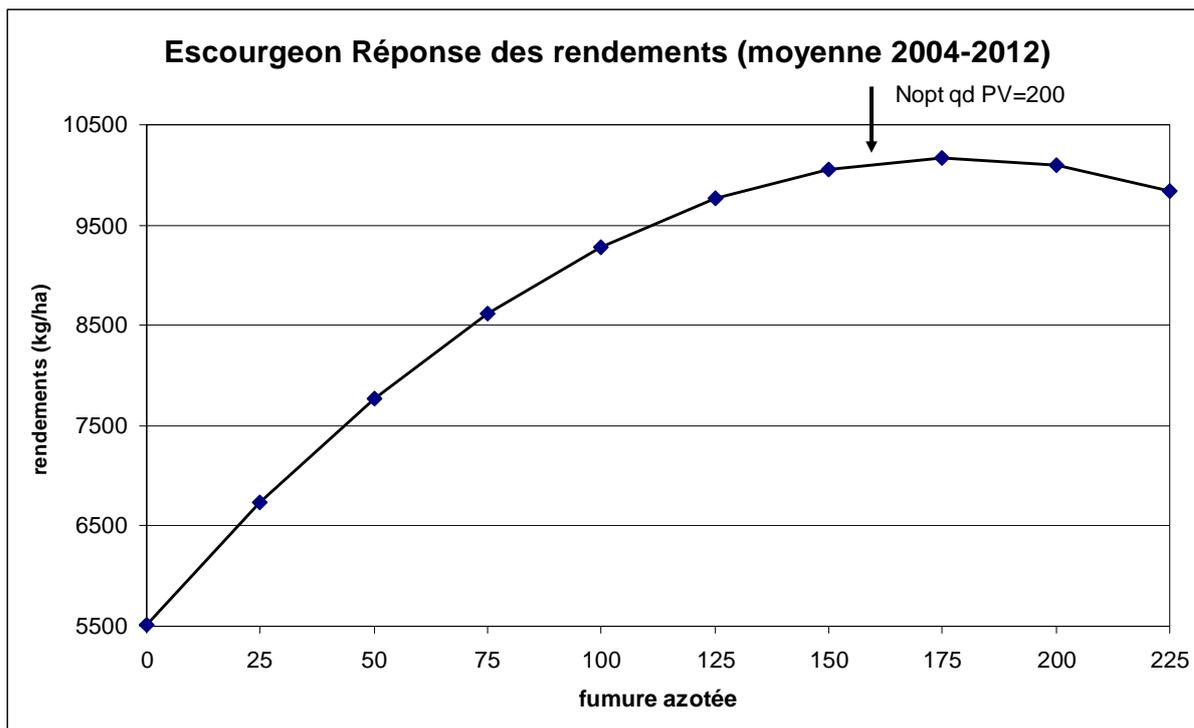


Figure 4.10 – Réponses des rendements et fumure optimale en moyenne en escourgeon de 2004 à 2012 à Lonzée – Gx-ABT.

2.2.3 La fumure optimale dans deux essais à Dorinne en Condroz namurois

Nitrawal, l'Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées et Grenera de Gx-ABT ont mis conjointement en place une expérimentation comprenant d'une part, un essai de réponse à la fumure similaire à l'essai de Lonzée et d'autre part, un essai où était étudié la réponse de la culture à des apports au printemps de lisier de porc destinés à remplacer en tout ou en partie les apports de fumure minérale en sortie d'hiver.

Essai de réponse à la fumure minérale

Dans le cadre de cet essai (Tableau 4.9), une fumure de 140 uN/ha apportée en 2 fractions (tallage et dernière feuille) permet de maximiser les bénéfices avec un rendement en grain de 9 498 kg/ha et un rendement économique de 8 791 kg/ha (N° objet : 11). Si on ne se base que sur la maximisation du rendement en grain, on peut atteindre un rendement de 9 660 kg/ha en apportant 210 unités d'azote en 2 fractions (redressement et dernière feuille) mais le rendement économique n'est dans ce cas que de 8 599 kg/ha (N° objet : 21).

4. La fumure azotée

Tableau 4.9 – Influence sur les rendements phytotechnique et économique (en qx/ha) et sur le nombre d'épis/m² de différentes modalités de fumure – Essai Dorinne 2012, variété Hercule.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Hercule		
	T	R	DF	tot	Rdt (qx/ha)	Rdt éco (qx/ha)	Nombre épi/m ²
1	-	-	-	0	49	49	484
2	35	-	-	35	70	68	551
3	-	35	-	35	65	63	616
4	35	35	-	70	82	79	644
5	-	35	35	70	76	72	710
6	35	-	35	70	79	76	723
7	35	35	35	105	86	81	685
8	70	-	-	70	82	79	649
9	-	70	-	70	80	76	631
10	70	70	-	140	90	83	729
11	70	-	70	140	95	88**	758
12	70	70	70	210	93	82	758
13	-	35	70	105	86	81	795
14	-	35	105	140	86	79	790
15	-	70	35	105	90	85	679
16	-	70	70	140	92	85	740
17	-	70	105	175	90	82	745
18	-	70	140	210	82	72	874
19	-	105	35	140	90	83	753
20	-	105	70	175	95	86	834
21	-	105	105	210	97*	86	816
22	35	35	70	140	91	84	794
23	35	35	105	175	86	77	756
24	35	-	70	105	85	80	749
25	35	-	105	140	88	81	761
26	35	70	-	105	89	84	708
27	35	70	35	140	91	84	751
28	35	70	70	175	87	78	728
29	35	70	105	210	94	83	744
30	35	105	-	140	90	83	724
31	35	105	35	175	93	84	751
32	35	105	70	210	89	79	804
33	35	105	105	245	86	74	831
34	70	35	-	105	90	85	694
35	70	-	35	105	88	83	745
36	70	35	35	140	92	85	774
37	70	35	70	175	93	85	758
38	70	35	105	210	87	77	773
39	70	70	35	175	92	83	791
40	70	-	105	175	95	86	751
41	70	70	105	245	90	78	713
42	70	105	-	175	91	82	704
43	70	105	35	210	93	82	690
44	70	105	70	245	86	73	728
45	70	105	105	280	78	64	773
46	-	105	-	105	85	80	753

* La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observés et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

** La valeur en gras représente, le rendement économique maximal et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Essai fertilisation minérale + lisier de porc

L'essai comportait 8 modalités de fumure azotée communes avec celles du premier essai (Tableau 4.10). Ces 8 fumures ont été croisées avec 3 modalités d'apport de lisier de porc (0, 15 ou 30 m³) pour respecter un pas d'augmentation de fumure similaire à celui des fumures minérales.

L'analyse du lisier épandu (échantillon du tonneau) montre que si on ne prend en compte que l'azote ammoniacal, en réalité, 43 ou 86 uN ont été appliquées via le lisier suivant le calcul : $(3.21 \text{ uN (NH}_4) \times 90\% \times 15 \text{ m}^3/\text{ha})$.

Sur base du tableau 4.10, il apparaît clairement que ;

- lorsqu'aucun apport d'azote minéral n'est mis sur la culture, l'apport de 15 et de 30 m³ de lisier augmentent significativement les rendements par rapport au témoin 0 N ;
- l'apport de 30 m³ de lisier suffit amplement à la culture vu qu'aucune augmentation significative de rendement n'est observable lorsqu'on combine un apport d'azote minéral à cet apport de lisier ;
- avec un apport de lisier de 15 m³, une fumure minérale de 70 à 105 unités d'azote augmente sensiblement les rendements mais ne permet pas de dépasser les rendements obtenus avec uniquement les 30 m³ de lisier ;
- avec un apport de 30 m³ de lisier, une fumure minérale complémentaire de ou au-delà de 105 unités d'azote minéral par hectare entraîne une diminution de rendement due à une augmentation de la verse.

On peut également observer qu'à dose totale d'azote équivalente (si on considère que 15 m³ de lisier sont équivalents à 43 unités d'azote), les rendements sont plus élevés lorsqu'une partie des apports minéraux sont remplacés par un apport organique. A titre d'exemples, il suffit de comparer la fumure minérale 0-35-70 avec la fumure minérale 0-0-70 + 15 m³ de lisier ou la fumure minérale 35-35-70 et la fumure minérale 35-0-70 + 15 m³ de lisier. Dans les 2 cas, le remplacement d'une fraction d'azote minérale par un apport d'azote organique entraîne une hausse significative du rendement.

En fait, l'azote ammoniacal ne représente que 55% de l'azote total du lisier (pour une application de 30m³, on apporte 180 kg de N total) ; dans cet essai manifestement une part non négligeable de l'azote non ammoniacal a pu être valorisée par la culture.

Prudence, cette conclusion ne repose que sur les résultats d'un seul essai, ils demandent à être confirmés par d'autres expérimentations effectuées dans des conditions diverses.

4. La fumure azotée

Tableau 4.10 – Rendements en grains (qx/ha) pour chaque modalité de fumure, avec ou sans apport de lisier.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Rdt (qx/ha)		
	T	R	DF	tot	Pas de lisier	15m ³ (43 uN ammoniacal)	30m ³ (86 uN ammoniacal)
1	-	-	-	0	52	76	88
2	-	-	70	70	64	89	91
3	-	35	70	105	81	92	90
4	-	70	70	140	90	95	88
5	-	105	70	175	93	85	83
6	35	-	70	105	78	96	93
7	35	35	70	140	91	93	82
8	35	70	70	175	95	90	88

2.2.4 La fumure optimale dans un essai réalisé à Ath par le Carah

Le Carah a mis en place en 2012 un essai de comparaison de 9 modalités de fumure azotée sur la variété Sy Boogy (hybride) après un précédent froment (Tableau 4.11).

Tableau 4.11 – Rendements phytotechniques (qx/ha) et rendements économiques (qx/ha), poids de 1 000 grains (en g) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Ath 2012 – Variété hybride SY Boogy, précédent froment.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Sy Boogy (Hyb)			
	T	R	DF	tot	Rdt (qx/ha)	Rdt éco (qx/ha)	PMG	PHL (kg/hl)
1	-	-	-	0	90	90	38,3	65
2	40	40	50	130	110	103	36,5	65
3	40	50	50	140	114	107	37,6	64
4	50	50	50	150	112	105	36,2	63
5	40	60	60	160	108	100	36,0	63
6	60	40	60	160	111	103	36,3	63
7	50	50	70	170	113	104	36,6	62
8	60	50	70	180	113	104	37,6	63
9	70	60	70	200	107	97	37,1	63

20-mars 3-avr 24-avr

Dans cet essai, la fumure optimale tant des points de vue phytotechnique qu'économique se situe à 140 uN/ha malgré les rendements très élevés observés dans l'essai et une disponibilité en azote normales (32 kgN/ha) dans les 90 premiers centimètres du profil en sortie d'hiver. Dans cet essai, les poids à l'hectolitre étaient corrects (autour de 63 kg/hl), les poids de 1 000 grains n'étaient pas très élevés (36-37 grammes).

2.2.5 Conclusions des différentes expérimentations 2012

Bien que les escourgeons présentaient en mars dernier à la sortie de hiver une bonne densité de talles et une vigueur correcte malgré les fortes gelées de février, les fumures qui, en fin de cultures se sont avérées optimales, nécessitaient des apports au tallage plus élevés que prévus dans les recommandations du Livre Blanc 2012. Ce besoin inhabituel des cultures d'escourgeon pourrait trouver son origine dans le fait qu'à la reprise tardive de la végétation (les apports de tallage ont seulement pu se faire autour du 20 mars, pas longtemps avant le début du redressement début avril) les sols étaient encore souvent très (trop) humides (234 mm de précipitations pour décembre et janvier, soit le double de la normale, suivies d'une longue période de gel) et que, dans ces conditions particulières, la capacité des racines à prélever l'azote présent dans le sol étaient encore limitées surtout en profondeur. Dès lors, seul l'accroissement de la concentration en azote dans les couches superficielles par des apports de tallage conséquents a permis aux plantes de satisfaire leur besoin en azote durant cette période.

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2013, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver

Tableau 4.11 – Profils moyens en azote minéral du sol observés sous culture d'escourgeon en sortie d'hiver.

	2013 (13)	2012 (10)	2011 (6)	2010 (5)	2009 (4)	2008 (4)
Profondeur (cm)	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha
0-30	8	9	10	9	9	10
30-60	9	9	12	7	7	16
60-90	12	12	10	9	10	25
Total	29	30	32	25	26	51

Treize parcelles ont été échantillonnées en ce début d'année 2013. Les quantités d'azote disponibles dans les 90 premiers cm du profil sont similaires à celles observées les dernières années. Elles s'élevaient à 29 kg N/ha en moyenne, avec des extrêmes se situant à 15 et 56 kg N/ha.

A la mi-février, l'état des cultures d'escourgeon est correct. Le stade de développement atteint dans la majorité des cultures est le stade plein tallage et la densité de végétation est normale et non excessive dans la plupart des parcelles, comme s'était le cas en sortie d'hiver 2012.

La fumure de référence recommandée n'est donc pas modifiée et reste donc basée sur 3 apports 20 N – 70 N – 60N. Chacune des trois fractions doit être adaptée en fonction des conditions propres à chaque parcelle selon les tableaux du § 2.3.4 (page 47).

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) :	20 N
Fraction du redressement (2 ^{ème} fraction) :	70 N
Fraction de la dernière feuille (3 ^{ème} fraction) :	60 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 : 0N – 90 N – 60 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 supprimer complètement 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 d'ennuis (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 115 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 60 kg N/ha.

2.3.4 Calcul de la fumure azotée pour 2013

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 20 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 70 N

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : 60 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.

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

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. 53)		
	1^{ère} fraction	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

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

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>	

2.2 Détermination des valeurs de N. ORGA 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

Vos parcelles	N. ORGA RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 53)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

3 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. 53)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

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

4.1 Pour la fraction du TALLAGE

4.1.1 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.

4.1.2 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	

4.2 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	

4.3 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	

5 Détermination DE N.CORR

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

5.1 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	

5.2 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 = 155 ou moins	0
TER 2	Sinon N. CORR= 155 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 3, TER 4	Si tallage + redressement = 135 ou moins	0
	Sinon N. CORR = 135 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 5	Si fractions tallage + redressement = 115 ou moins	0
	Sinon N. CORR= 115 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...

Si PREC paille enfouie sans azote remplacer les valeurs 155, 135 et 115 par respectivement 170, 150 et 130.

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

5.3 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	

6 Calcul de la fumure

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Au tallage</i>	20						
<i>Au redress.</i>	70						
<i>A la dern. fe.</i>	60						

(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 ».

