

9. Nutrition azotée de l'épeautre en Ardenne et en région limoneuse

E. Escarnot¹, R. Meza², S. Crémer³, M. De Toffoli⁴, R. Lambert³, G. Sinnaeve⁵, B. Bodson⁶, B. Dumont⁶

1	Introduction.....	2
2	Résultats de la saison culturale 2016.....	2
2.1	Conditions expérimentales.....	2
2.1.1	Protocole.....	2
2.1.2	Conditions climatiques.....	3
2.2	Résultats en 2016.....	4
2.2.1	Gembloux.....	4
2.2.2	Michamps.....	5
3	Analyse pluriannuelle.....	6
3.1	Aperçu dynamique des résultats d'essais.....	6
3.2	Analyse des essais.....	7
3.2.1	Analyse temporelle de la réponse à la dose totale.....	7
3.2.2	Analyse des schémas de fractionnement les plus adaptés.....	8
4	Considération environnementale et qualitative.....	14
5	Conclusions et perspectives.....	15

¹ CRA-W – Dpt Science du vivant – Unité Amélioration des espèces et biodiversité

² ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

³ Centre de Michamps ASBL

⁴ UCL – Earth & Life Institute – Pôle agronomie

⁵ CRA-W – Dpt Valorisation des productions – Unité Technologies de la transformation des produits

⁶ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

1 Introduction

Depuis 2004 en Belgique, l'épeautre occupe en moyenne 11.000 ha par an ; mais ces dernières années ont vu une grande fluctuation dans ses emblavements. En 2014, les 13.550 ha emblavés n'ont pas suffi à satisfaire le marché extérieur, principalement allemand, et les prix se sont envolés avec une moyenne de 312 €/t. Beaucoup d'agriculteurs ont donc décidé de produire de l'épeautre et l'emblavement en 2015 a donc atteint 20.011 ha, un record historique depuis les premières données statistiques éditées par le SPF en 1960. Les rendements en grain pour la période 2004-2014 oscillent entre 63,6 et 75,3 q/ha soit une moyenne de 69 q/ha et atteignent le record de 91,5 q/ha en 2015.

En 2015, la faible demande extérieure associée à l'importante production, due à des superficies extraordinaires et le rendement exceptionnel, ont eu comme conséquence un effondrement des prix en moyenne à 122 €/t et même une absence de marché en 2015. Les emblavements de 2016 sont redescendus à 9.366 ha avec un prix de vente en octobre 2016 de 150 à 160 €/t.

Les fluctuations de prix et de rendement, l'impact environnemental de la fertilisation azotée et les conséquences sur la teneur en protéines du grain nécessitent d'optimiser la nutrition azotée de la culture, même si celle-ci est destinée principalement à une autoconsommation sur l'exploitation. Si la fertilisation azotée est bien connue et observée très régulièrement en froment, elle l'est moins pour l'épeautre alors que celui-ci se développe dans la région limoneuse. Elle est également et tout particulièrement moins connue en région froide comme l'Ardenne alors que la majorité des emblavements d'épeautre se situe dans cette région.

Pour combler ce manque de connaissance du point de vue de la fertilisation azotée, Gembloux Agro-Bio Tech (ULg – Unité de Phytotechnie tempérée), l'UCL (ELIa-membre scientifique de Nitrawal), le Centre de Michamps asbl et le CRA-w (Unité Amélioration des espèces et biodiversité) mènent depuis 2011 des expérimentations en parallèle en région limoneuse (Gembloux) et en Ardenne (Michamps) avec la variété Cosmos, actuellement la plus cultivée en Belgique.

2 Résultats de la saison culturale 2016

2.1 Conditions expérimentales

2.1.1 Protocole

Le protocole expérimental est composé de 20 objets différents dont le fractionnement et les doses totales varient. Les modalités des objets sont identiques pour les 2 sites (à Gembloux et à Michamps), à la seule exception de l'objet 20. Cet objet a servi à tester la fumure conseillée pour l'épeautre par la littérature. Une fumure de 160 kg N/ha (60-70-75) a été appliquée à

Gembloux et une de 145 kg N/ha à Michamps (40-50-55) pour l'objet 20.

L'itinéraire cultural, pour les deux sites, est présenté ci-dessous dans le Tableau 9.1.

Tableau 9.1 : Itinéraire cultural des essais implantés à Gembloux et à Michamps.

Intervention	Gembloux - GxABT		Michamps - UCL	
	Modalité	Date/Stade	Modalité	Date/Stade
Précédent	Froment		Avoine	
Variété	Cosmos		Cosmos	
Semis	250 grains/m ²	26-oct-15	250 grains/m ²	12-oct-15
Fumure : selon modalité	Tallage (T)	16-mars-16	Tallage (T)	4-avril-16
	Redressement (R)	20-avril-16	Redressement (R)	26-avril-16
	Dernière feuille (DF)	16-mai-16	Dernière feuille (DF)	31-mai-16
Désherbage	Atlantis (300g) + Capri duo (250) + Huile (1L)	8-avril-16	Atlantis (200g/ha) + Capri (200g/ha) + Metro (30 g/ha) + Huile (1L/ha)	21-avr-16
Régulateur	Météor (2L/ha)	14-avr-16	Cycocel (1L/ha)	4-mai-16
Fongicide	Opus team (1,5L/ha) // Aviator Xpro (1,25L/ha)	11-mai-16 // 6-juin-16	Pugil (0,5 L/ha) + Priori Xtra (0,5L/ha)	4-mai-16
Insecticide	Néant		Néant	
Récolte		1-août-16		17-août-16

Nous devons préciser que malgré certaines modalités très riches en azote, aucun problème de verse n'a été enregistré depuis 2011 que ce soit à Michamps ou à Gembloux.

2.1.2 Conditions climatiques

a. Gembloux

A Gembloux, la saison culturale 2015-2016 a commencé par des semis d'octobre qui se sont déroulés dans des conditions favorables voire un peu sèches fin octobre et début novembre mais l'hiver a ensuite été pluvieux. L'hiver se distingue particulièrement par sa douceur avec des températures souvent supérieures aux normales saisonnières. Ce sont les conditions printanières qui vont marquer cette saison 2015-2016 aux conditions exceptionnelles. Le printemps est caractérisé par de faibles températures au mois de mai, à la méiose, engendrant une stérilité pollinique qui a affecté la fertilité des épis. Nous avons souvent observé dans les champs des épillets vides à l'extrémité supérieure de l'épi. Ensuite, un manque de rayonnement et des pluies à la floraison, au moment de la formation des enveloppes, s'est produit. Puis un excès d'eau fin mai et durant tout le mois de juin a engendré des sols gorgés d'eau et une anoxie racinaire. Ces deux événements à la floraison et durant le début du remplissage du grain ont affecté le rendement. Parallèlement, la pression de maladie était exceptionnelle en 2016 avec de la rouille jaune, de la septoriose, de l'oïdium et de la

fusariose. La verse a aussi affecté beaucoup de cultures d'épeautre car les sols gorgés d'eau ne permettaient pas une bonne tenue des tiges. Outre les conditions météorologiques, les maladies et la verse ont aussi pesé négativement sur le rendement dans nos campagnes.

b. Michamps

A Michamps, la saison culturale 2015-2016 de l'épeautre a été marquée par une pluviométrie relativement abondante avec près de 750 L/m² entre le 1^{er} octobre 2015 et le 15 août 2016. Des pluies intenses ont été relevées le 27 mai, le 30 mai et le 2 juin avec plus de 25 L/m². Deux périodes sans pluie ont cependant été enregistrées la deuxième décennie de mars ainsi que la première quinzaine de juillet. L'ensoleillement au cours de la saison culturale était également réduit et montrait une très grande variabilité journalière, surtout pour la période allant de début mai à la mi-août.

Les phénomènes météorologiques ayant le plus d'impact sur la culture d'épeautre, une pluviométrie excessive et un trop faible ensoleillement aux mois de mai et de juin, qui ont été observés à Gembloux, se sont aussi déroulés en Ardenne.

2.2 Résultats en 2016

Les rendements présentés ci-dessous sont les rendements phytotechniques et économiques des essais réalisés à Gembloux et à Michamps. Le rendement phytotechnique (Rdt phytot) est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle. Le rendement économique (Rdt éco) représente la valeur de la production (obtenue à la parcelle) à laquelle on déduit l'équivalent (q/ha) correspondant au coût de l'engrais azoté mis en œuvre. L'ensemble des rendements économiques est calculé selon le rapport 6.2 (1 kg N = 6,2 kg d'épeautre). Le prix de vente retenu pour l'épeautre est de 150 €/t et le prix de l'azote (ammonitrate 27 %) est de 250 €/t. Ces prix proviennent de la moyenne obtenue au mois de décembre de chaque année depuis 2011.

La saison 2015-2016 a été marquée par des rendements très faibles tant à Gembloux qu'à Michamps avec 46 q/ha dans les deux sites. La diminution de rendement par rapport aux années précédentes est plus importante à Gembloux qu'à Michamps. Cela s'explique probablement par le contrôle des maladies : pour la première fois depuis des années, les maladies ont vraiment connu un grand développement à Michamps mais ont pu être freinées par les fongicides ce qui ne fut pas possible à Gembloux.

2.2.1 Gembloux

Des résultats de l'essai 2016 à Gembloux, il apparaît clairement que la fertilisation de 300 kg N/ha n'est pas valorisée et que celle de 50 kg N/ha est trop faible pour atteindre l'optimum économique. Entre ces deux extrêmes, une gamme allant de 100 à 225 kg N/ha permet d'atteindre l'optimum économique et ses équivalents. Si l'application totale est de 100 kg N/ha, il ne faut pas manquer la fraction de tallage, et appliquer la seconde fraction au redressement. Pour un total de 150 kg N/ha, c'est un manque au redressement qui a pénalisé le rendement. Par conséquent le fractionnement en 3*50 kg N/ha est le plus fiable. L'application de 200 kg N/ha, qui atteint le rendement économique maximal à 34 q/ha

requiert aussi un fractionnement entre le tallage et le redressement. Néanmoins cette stratégie (modalité 16) est plus risquée que celle proposée par le Livre Blanc Céréales (modalité 20) qui est la seconde en termes de rendement économique avec 29 q/ha. Cette stratégie permet de lisser les apports et de privilégier la teneur en protéines par un apport à la dernière feuille.

Par conséquent, la meilleure application est celle de la méthode Livre Blanc Céréales pour 2016 avec 205 kg N/ha, mais il serait tout à fait possible de mener la culture avec 150 kg N/ha avec 3 apports de 50 kg N/ha pour diminuer l'impact environnemental de l'azote. Il semble en 2016 que la fraction dispensée à la dernière feuille ait été peu valorisée, probablement à cause d'un excès d'eau dans le sol et du faible ensoleillement (Tableau 9.2).

Tableau 9.2 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), observés dans l'essai « fumure azotée épeautre » 2016 – Variété Cosmos.

N° Objet	T	R	DF	Total	Gembloux		Michamps	
					Rdt phytot (q/ha)	Rdt éco (q/ha)	Rdt phytot (q/ha)	Rdt éco (q/ha)
1	0	0	0	0	23	23	34	34
2	50	0	0	50	28	25	42	39
3	0	50	0	50	28	25	40	37
4	0	0	50	50	25	22	36	33
5	50	50	0	100	35	29	46	40
6	50	0	50	100	33	27	45	38
7	0	50	50	100	31	25	42	36
8	50	50	50	150	38	29	44	35
9	0	75	75	150	38	29	41	32
10	75	0	75	150	35	26	45	36
11	75	75	0	150	37	28	41	32
12	75	75	75	225	42	28	43	29
13	100	0	0	100	34	28	44	38
14	0	100	0	100	29	23	40	34
15	0	0	100	100	32	26	38	32
16	100	100	0	200	47	34	42	29
17	100	0	100	200	38	26	42	30
18	0	100	100	200	38	25	38	26
19	100	100	100	300	44	25	36	17
20	60	70	75	205	42	29		
20	40	50	55	145			46	34

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

2.2.2 Michamps

A Michamps, la fertilisation minimale qui a permis d'atteindre un rendement économique équivalent au maximum est l'apport de 50 kg N/ha au tallage. Les apports de 150, 200, 225 et 300 kg N/ha sont les apports qui procurent les plus mauvais rendements économiques. La

recommandation du Livre Blanc Céréales n'est pas non plus adaptée : avec 145 kg N/ha en 2016, sous fractionnement croissant, le rendement phytotechnique est le plus élevé mais l'économique est le plus faible. Par conséquent, la dose de 100 kg N/ha semble adaptée à l'Ardenne mais il ne faut pas manquer l'apport au tallage et donc le meilleur fractionnement est de 50 kg N/ha au tallage et au redressement ou au tallage et à la dernière feuille. L'optimum économique est rencontré avec les apports au tallage et au redressement. Comme les sols froids d'Ardenne minéralisent tardivement, il est important de soutenir la culture dès le début de sa croissance lorsque le nombre de talles et d'épis par m² est déterminé (Tableau 9.2).

3 Analyse pluriannuelle

Après six années d'essais à Gembloux et quatre années d'essai à Michamps, nous sommes en mesure de vous présenter une synthèse afin de vous guider dans vos choix de fertilisation azotée de l'épeautre.

3.1 Aperçu dynamique des résultats d'essais

Comme repris en Figure 9.1, les rendements maximums étaient de 100, 95, 99, 86 et 112 q/ha respectivement en 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015 à Gembloux et ils n'atteignaient que 47 q/ha en 2016.

A Michamps, les rendements atteignaient des maximums de 83, 69 et 95 q/ha en 2011, 2013 et 2014 et 46 q/ha en 2016.

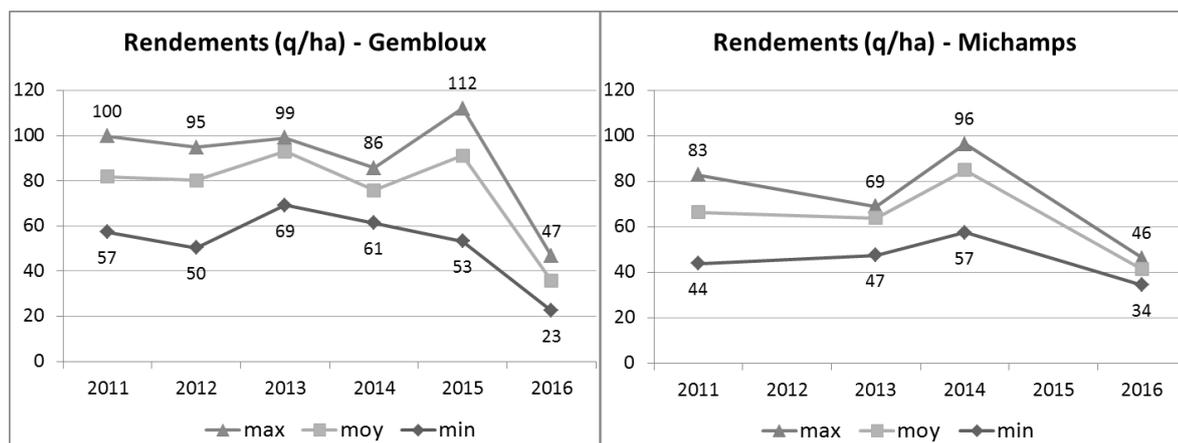


Figure 9.1 : Rendements (q/ha) à Gembloux et Michamps depuis 2011.

3.2 Analyse des essais

Comme cela est réalisé pour le froment et l'escourgeon, les résultats d'essais sont analysés à l'aide de régressions et de modèles statistiques. Cela permet de procéder à une analyse plus fine des résultats notamment en étudiant des schémas d'apport plus fins, qui nous permettent d'évaluer plus précisément la réponse de la culture aux apports d'azote. Ces résultats sont bien évidemment toujours confrontés aux données de terrain.

3.2.1 Analyse temporelle de la réponse à la dose totale

La Figure 9.2 présente les doses totales d'azote appliqué ayant permis d'atteindre l'optimum économique sur les sites de Gembloux et de Michamps, entre 2011 et 2016. L'optimum économique a été étudié avec un prix de vente du grain de 150 €/t et avec un coût d'achat de l'azote de 250 €/t.

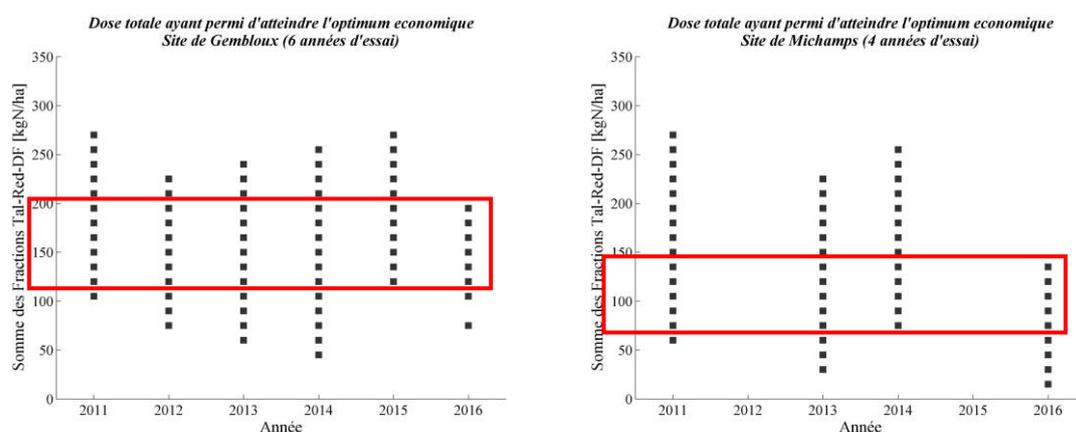


Figure 9.2 : Représentation graphique des doses totales ayant permis d'atteindre l'optimum économique année par année à Gembloux (gauche) et à Michamps (droite). Les doses totales d'apport d'azote ont été étudiées pour des accroissements de 15kg N/ha. Variété d'épeautre Cosmos.

A Gembloux, l'optimum économique est atteint 6 années sur 6 lorsque la dose totale oscille entre 120 et 195 kg N/ha. Cet optimum est atteint 5 années sur 6 avec une dose totale de 105 kg N/ha (optimum non atteint en 2015) et de 210-225 kg N/ha (optimum non atteint en 2016). **Au vu de ces résultats, nous estimons qu'un apport total compris entre 120 et 150 kg N/ha serait le plus adapté pour rencontrer l'optimum économique.**

A Michamps, les résultats sont rapportés pour 4 années d'essai. De ces essais il ressort que l'optimum économique est atteint 4 années sur 4 pour une dose totale d'azote comprise entre 75 et 135 kg N/ha. **Nous recommanderions pour le choix de la dose optimale, un apport total d'azote compris entre 75 et 120 kg N/ha.**

Ces résultats sont valables dans deux contextes économiques, à savoir celui présenté en Figure 9.2, mais aussi lorsque le prix de vente du grain est de 100 €/t et le prix d'achat de l'azote de 300 €/t.

3.2.2 Analyse des schémas de fractionnement les plus adaptés

Les Figures 9.3 et 9.4 présentent les schémas de fractionnement permettant d'atteindre l'optimum économique, respectivement à Gembloux et à Michamps. Pour chacune de ces figures, le graphique supérieur reporte les schémas de fractionnement optimaux en considérant un prix de vente du grain de 150 €/t et un prix d'achat de l'azote de 250 €/t, qui sont les prix moyens observés depuis 2011. Afin d'offrir une idée de l'impact des prix du marché sur le schéma de fractionnement optimal, le graphique inférieur reporte les schémas de fractionnement optimaux en considérant un prix de vente du grain de 100 €/t et un prix d'achat de l'azote de 300 €/t.

Au croisement des fractions tallage-redressement (Tal-Red sur l'axe y) et dernière feuille (DF sur l'axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par le niveau de gris de la cellule. Une cellule colorée en gris clair correspond à un schéma de fractionnement qui s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons sur 6 (à Gembloux) ou sur 4 (à Michamps). En niveau de gris moyen, le schéma s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons sur 4 ou 6. Et en gris foncé le schéma s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons sur les 4 années d'essais de Michamps ou les 6 années d'essais de Gembloux.

Afin de s'assurer d'obtenir un schéma adéquat, il convient de sélectionner un fractionnement fonctionnant le plus souvent possible. Pour Gembloux, nous regarderons donc les fractionnements fonctionnant au moins 4 années sur les 6 années d'essais. Pour Michamps, nous nous attarderons aux fractionnements ayant fonctionné au moins 3 années sur les 4 années d'essais.

a. Région limoneuse (site d'essais de Gembloux)

La Figure 9.3 représente les fractionnements atteignant l'optimum économique à Gembloux pour les deux situations économiques envisagées. Le Tableau 9.3 synthétise les schémas de fractionnement qui se sont avérés optimaux au moins 4 années sur 6 sous les deux situations économiques.

De façon générale, nous observons que les doses optimales sont celles qui privilégient les apports au tallage et au redressement, le plus souvent avec un apport faible à la dernière feuille.

Pour la région limoneuse (Gembloux), les fractionnements qui s'adaptent mieux aux variations de prix de vente de l'épeautre et d'achat de l'engrais sont : 75-60-0 (135 kg N/ha) et 90-60-0 (150 kg N/ha).

Dans cette étude nous n'avons pas tenu compte de la teneur en protéines des grains à la récolte. L'apport d'une dose, même faible - nous recommandons toutefois un minimum de 30 kg N/ha - à la dernière feuille permettra d'obtenir un taux de protéines plus élevé dans le cadre de contrat spécifique. Ainsi, nous avons identifié dans le Tableau 9.4 des schémas de fractionnements qui se sont avérés optimaux 3 années sur 6 sur les deux situations économiques, et qui présentent une fraction azotée plus importante à la dernière feuille.

Au vu de ces résultats, bien que les préconisations antérieures, basées sur la fumure du

froment, se fussent avérées satisfaisantes, il semble que d'autres schémas de fractionnement soient plus adaptés.

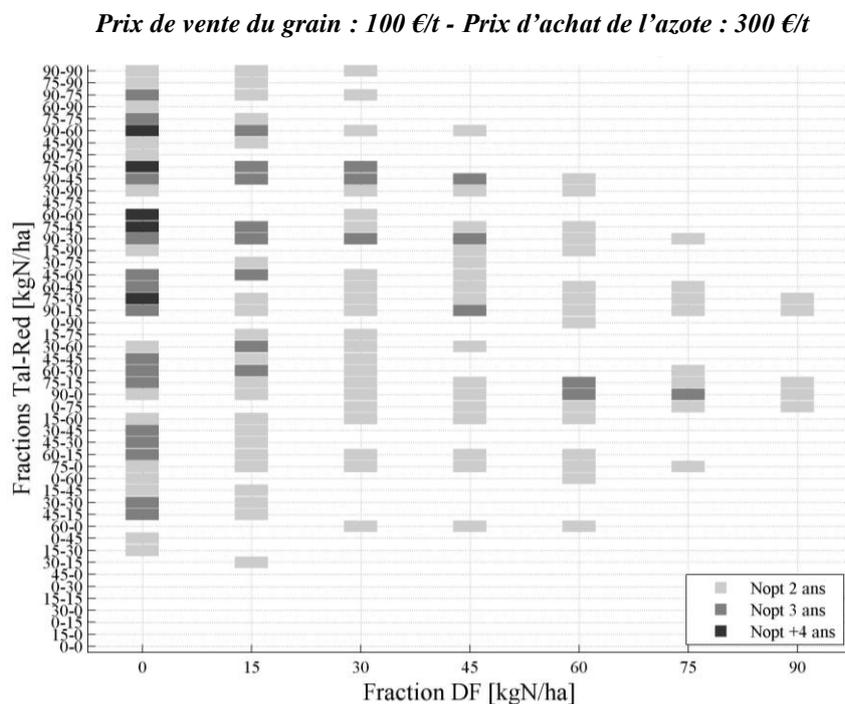
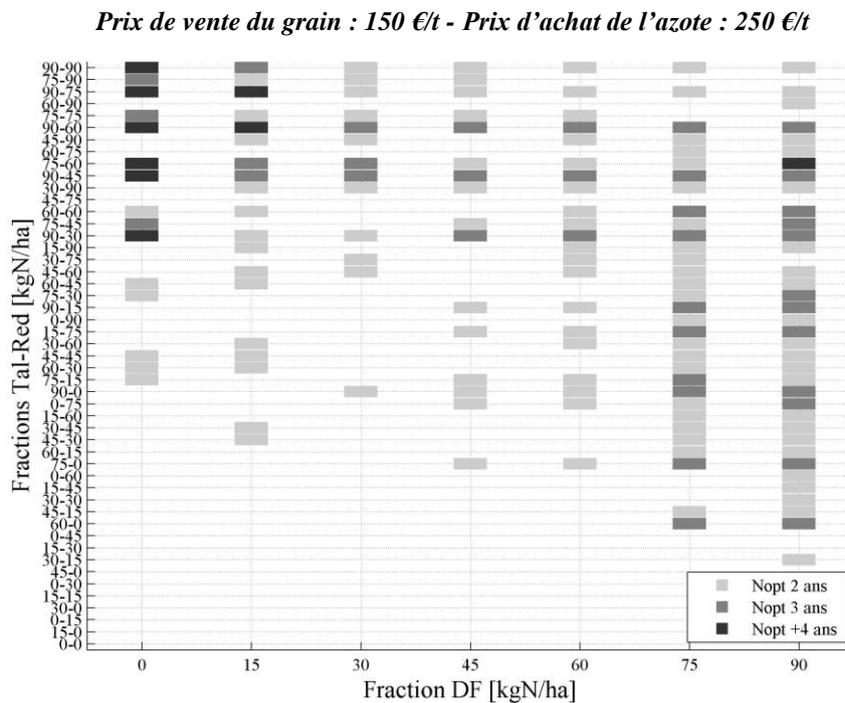


Figure 9.3 : Représentation graphique des schémas de fractionnement ayant permis d'atteindre l'optimum économique à Gembloux (6 années d'essais). Au croisement des fractions Tal-Red (axe y) et DF (axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par la cellule en niveau de gris. Gris clair – schéma équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons. Gris moyen - schéma équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons. Gris foncé - schéma équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons.

9. Epeautre

Tableau 9.3 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique plus de 4 années sur 6, en considérant différentes situations économiques. Les résultats sont ici rapportés pour la région Limoneuse (site d'essai de Gembloux).

Prix grain : 150 €/t Prix azote : 250 €/t				Prix grain : 100 €/t Prix azote : 300 €/t			
Tallage	Redress.	DF	Dose totale	Tallage	Redress.	DF	Dose totale
90	90	0	180	-	-	-	-
90	75	0	165	-	-	-	-
90	75	15	180	-	-	-	-
90	60	0	150	90	60	0	150
90	60	0	150	-	-	-	-
90	45	0	135	-	-	-	-
90	30	0	120	-	-	-	-
75	60	0	135	75	60	0	135
75	60	90	225	-	-	-	-
-	-	-	-	75	45	0	120
-	-	-	-	75	30	0	105
-	-	-	-	60	60	0	120

Tableau 9.4 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique 3 années sur 6, sur les deux situations économiques et comprenant un apport à la dernière feuille. Les résultats sont ici rapportés pour la région Limoneuse (site d'essai de Gembloux).

Tallage	Redress.	DF	Dose totale
75	60	30	165
90	45	30	165
90	45	45	180
90	30	45	165
90	0	75	165

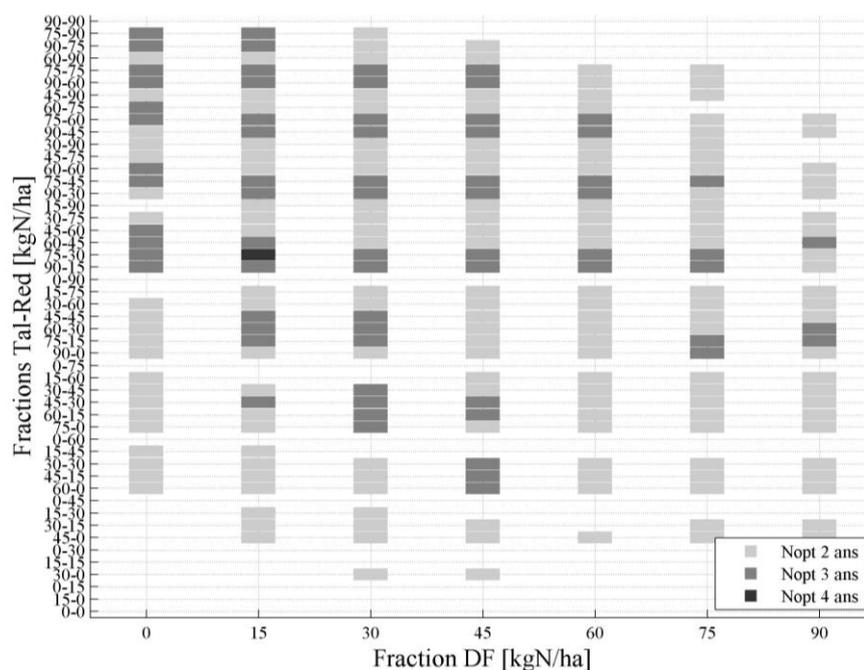
b. Région Ardenne (site d'essais de Michamps)

La Figure 9.4 présente les fractionnements atteignant l'optimum économique à Michamps selon plusieurs années et selon différentes situations économiques.

Une seule modalité a permis d'atteindre l'optimum économique 4 années sur 4 dans la situation économique la plus favorable. Il s'agit du schéma de fractionnement 75-30-15 (120 kg N/ha). Ce schéma s'est avéré optimal 3 années sur 4 dans la situation économique défavorable.

Pour la région de l'Ardenne (Michamps), les fractionnements optimaux sous les deux situations économiques sont : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-15-15 (105 kg N/ha), 60-60-0 (120 kg N/ha), 75-30-0/15/30 (105 à 135 kg N/ha), 75-45-0/15 (120 à 135 kg N/ha) et 90-15-15 (120 kg N/ha).

Prix de vente du grain : 150 €/t - Prix d'achat de l'azote : 250 €/t



Prix de vente du grain : 100 €/t - Prix d'achat de l'azote : 300 €/t

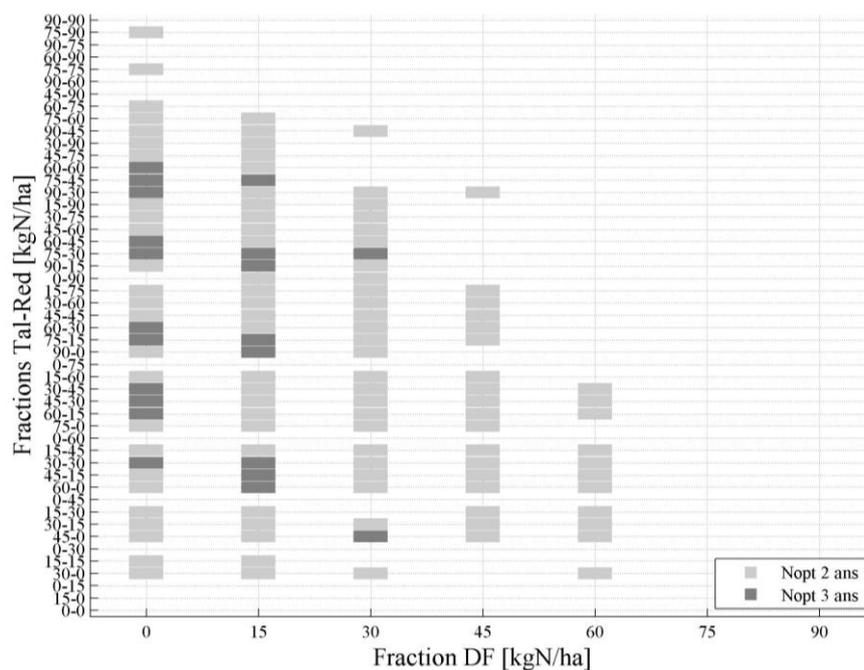


Figure 9.4 : Représentation graphique des schémas de fractionnement ayant permis d'atteindre l'optimum économique à Michamps (4 années d'essais). Au croisement des fractions Tal-Red (axe y) et DF (axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par la cellule en niveau de gris. Gris clair – schéma équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons. Gris moyen - schéma équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons. Gris foncé - schéma équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons.

9. Epeautre

Tableau 9.5 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique plus de 4 années sur 6, en considérant différentes situations économiques. Les résultats sont ici rapportés pour la région Ardenne (site d'essai de Michamps).

Prix grain : 150 €/t Prix azote : 250 €/t				Prix grain : 100 €/t Prix azote : 300 €/t			
Tallage	Redress.	DF	Dose totale	Tallage	Redress.	DF	Dose totale
90	75	0 à 15	165 à 180	-	-	-	-
90	60	0 à 45	150 à 195	-	-	-	-
90	30	15 à 60	135 à 180	-	-	-	-
-	-	-	-	90	30	0	120
90	15	0 à 75	105 à 180	90	15	15	120
-	-	-	-	90	0	15	105
75	90	0 à 15	165 à 180	-	-	-	-
75	75	0 à 45	150 à 195	-	-	-	-
75	60	0 à 60	135 à 195	-	-	-	-
75	45	0 à 75	120 à 195	75	45	0 à 15	120 à 135
75	30	0 à 75	105 à 180	75	30	0 à 30	105 à 135
75	15	15 à 90	105 à 180	-	-	-	-
-	-	-	-	75	15	0 à 15	90 à 105
75	0	30	105	-	-	-	-
60	60	0	120	60	60	0	120
60	45	0 à 15	105 à 120	60	45	0	105
60	30	15	105	-	-	-	-
-	-	-	-	60	30	0	90
60	15	30 à 45	105 à 120	-	-	-	-
-	-	-	-	60	15	0	75
60	0	45	105	-	-	-	-
-	-	-	-	60	0	0	60
45	60	0	105	-	-	-	-
45	45	15 à 30	105 à 120	-	-	-	-
45	30	15 à 45	90 à 120	-	-	-	-
-	-	-	-	45	30	0	75
45	15	45	105	-	-	-	-
-	-	-	-	45	15	15	75
-	-	-	-	45	0	30	75
30	45	30	105	-	-	-	-
-	-	-	-	30	45	0	75
30	30	45	105	30	30	0 à 15	60 à 75

Parmi ces fractionnements, pour des considérations pratiques (nombre de passage et/ou apport minimum de 30 unités par passage) et agronomiques (risques potentiels de verse associés à de trop fortes doses au redressement), nous recommandons les schémas suivants : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-30-0 (105 kg N/ha), 75-45-0 (120 kg N/ha) et 75-30-30 (135 kg N/ha). Notons que ce dernier pourrait convenir pour soutenir la production de protéines.

A nouveau, comme cela a été fait pour la région limoneuse, nous avons identifié d'autres schémas de fractionnement qui se sont avérés optimaux 3 années sur 4 dans la situation économique favorable et 2 années sur 4 dans la situation défavorable, et qui permettent un apport d'azote plus important à la dernière feuille, afin de maximiser la teneur en protéines. Ces schémas sont présentés au Tableau 9.6.

Tableau 9.6 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique 3 années sur 4 dans la situation économique favorable et 2 années sur 4 dans la situation défavorable et comprenant un apport à la dernière feuille. Les résultats sont ici rapportés pour la région Ardenne (site d'essai de Michamps).

Tallage	Redress.	DF	Dose totale
75	0	30	105
60	15	30	105
60	0	45	105
45	30	15 à 30	90 à 105
45	15	45	105
30	45	30	105
30	30	45	105

Nos recommandations confirment la dose totale d'azote actuellement apportée en épeautre dans la région. Cependant, nos essais tendent à indiquer qu'il soit intéressant d'employer un schéma de fractionnement qui :

- Se concentrent sur un apport en deux fractions, au tallage et au redressement, pour atteindre l'optimum économique ;
- Se répartissent sur les fractions appliquées aux trois stades clefs, afin de soutenir la production de protéines.

4 Considération environnementale et qualitative

Par ailleurs, les analyses de reliquats azotés post-récolte de 2013 à Michamps montrent qu'en-deçà de 100 kg N/ha les reliquats sont proches de celui du témoin zéro et par conséquent ont un impact minime envers l'environnement (Figure 9.5). Le conseil formulé dans cette étude participe à diminuer l'impact de la fertilisation azotée sur l'environnement.

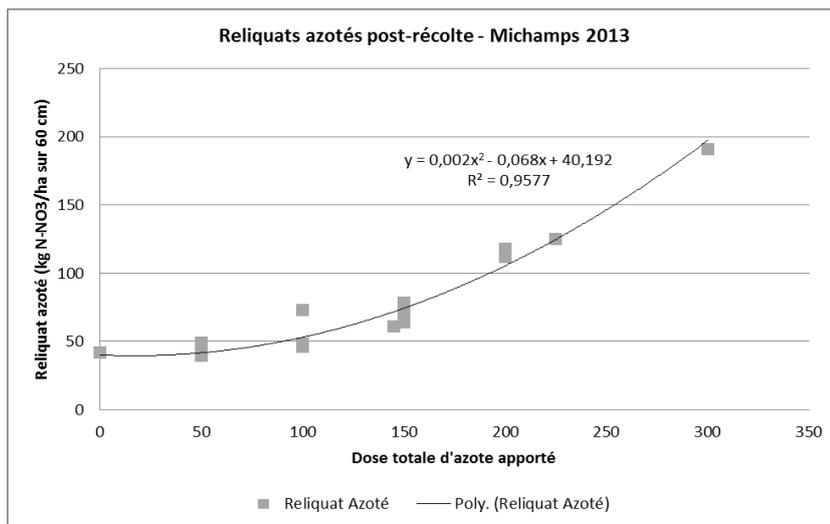


Figure 9.5 : Reliquats azotés (kg N-NO3/ha) mesurés sur 60 cm en post-récolte - Michamps 2013.

Enfin, les analyses qualité de 2013 de l'essai de Michamps ont montré qu'un apport à la dernière feuille pour les doses totales de 50 et 100 kg N/ha permet d'augmenter légèrement la teneur en protéines. Par conséquent, les modalités qui comprennent un apport à la dernière feuille sont à privilégier dans cet objectif (Figure 9.6).

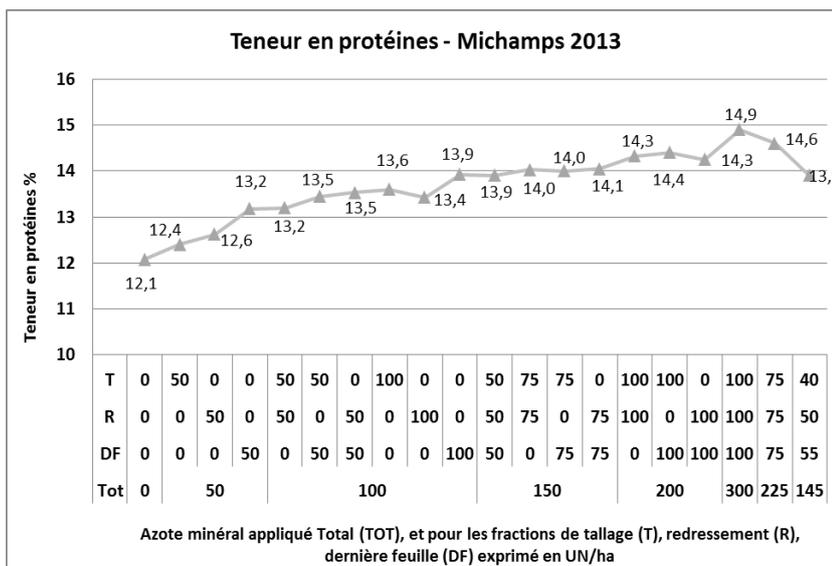


Figure 9.6 : Teneurs en protéines (%) selon les modalités de fertilisation azotée - Michamps 2013.

5 Conclusions et perspectives

Grâce à l'analyse de nos essais menés sur plusieurs années et en deux sites contrastés, il est possible aujourd'hui d'affirmer avec certitude que la fertilisation azotée de l'épeautre ne doit pas se calculer comme celle du froment. Il semble qu'aussi bien la dose totale que le schéma de fractionnement doivent être adaptés à chaque région.

Ainsi, la dose totale recommandée pour un rendement économique optimal doit idéalement être comprise entre 135 et 150 kg N/ha pour la région limoneuse et de 105 à 120 kg N/ha pour la région froide (Ardenne).

Nous constatons par ailleurs que l'épeautre a besoin d'un fractionnement dégressif, c'est-à-dire beaucoup d'apport au début de son cycle et des doses plus faibles par la suite. Dans les deux régions, un apport plus important est donc recommandé au tallage.

Par conséquent, pour la région limoneuse (Gembloux), les fractionnements s'adaptant le mieux aux variations de prix de vente de l'épeautre et d'achat de l'engrais sont : 75-60-0 (135 kg N/ha) et 90-60-0 (150 kg N/ha). Pour la région de l'Ardenne (Michamps), nous recommandons les schémas suivants : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-30-0 (105 kg N/ha), 75-45-0 (120 kg N/ha), et 75-30-30 (135 kg N/ha).

Nous remarquons qu'au vu des résultats, la fertilisation de l'épeautre peut se réaliser simplement en deux fractions permettant de faire des économies sur le nombre de passages de machines.

N'oublions pas que des schémas maximisant la production de protéines sont possibles et ont été mis en avant dans cet article. Ces schémas, qui reposent sur un fractionnement en trois apports et présentent un apport plus important à la dernière feuille, sont à considérer dans le cadre de contrats spécifiques. Ces schémas « protéiques » vont toutefois être testés plus systématiquement dès la saison 2016-2017 afin de confirmer leur potentiel et leur efficacité.

