

4.4 La fertilisation organique en région froide Essais des années 2016 à 2018

E. Escarnot³⁴, S. Crémer³⁵, M. De Toffoli³⁶, S. Gofflot³⁷, G. Sinnaeve³⁷ et R. Lambert³⁵

Afin de répondre aux questions concernant les apports de fertilisants organiques en région froide, un essai est mené depuis trois années, en Ardenne, au centre Agri-environnemental de Michamps.

4.4.1 Protocole expérimental

Cet essai est conduit de manière à se rapprocher des conditions de l'agriculture biologique et aucune protection fongicide, aucun régulateur de croissance, aucun herbicide ni insecticide n'ont été appliqués sur la culture d'épeautre. Le semis a été réalisé à 300 grains/m². Aucun désherbage mécanique n'a été effectué sur l'essai car cela ne fut pas nécessaire. Le Tableau 3.19 présente les différentes interventions.

Tableau 3.19 – Itinéraire cultural des essais implantés à Michamps pour les saisons 2016-2016, 2016-2017, 2017-2018.

Année culturale	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Précédent	Avoine fourrager	Avoine fourrager	Maïs ensilage
Date de semis	12/10/2015	03/10/2016	17/10/2017
Variété	Cosmos	Sérénité	Sérénité
Application d'engrais minéral	31/3, 22/4, 19/5	6/4, 4/5, 9/6	-
Application d'engrais organique ou de ferme	04/04/16 fientes volaille 05/04/16 fumier de bovin	13/04	06/04 organique du commerce 26/3 fumier de bovin et fientes volailles
Date de récolte	17/08	07/08	07/08

Le protocole théorique comprend six modalités de fertilisation qui sont présentées dans le Tableau 3.20.

³⁴ CRA-W – Dpt Science du Vivant – Unité Amélioration des espèces et biodiversité

³⁵ Centre de Michamps ASBL

³⁶ UCL – Earth & Life Institute – Pôle Agronomie

³⁷ CRA-W – Dpt Valorisation des productions – Unité Technologies de la transformation des produits

Tableau 3.20 – Protocole théorique de l’essai : type d’engrais, dose et fractionnement.

	Objet	T	R	DF	Total
1	Témoin zéro	0	0	0	0
2	Engrais minéral	50	50	50	150
2	Engrais organique du commerce	70			70
3	Fumier de bovin composté	150			150
4	Fumier de bovin composté	230			230
5	Fumier de volaille	150			150
6	Fumier de volaille	230			230

En 2015-2016 et 2016-2017 la modalité 2 correspondait à de l’azote minéral (150 kg N/ha en trois apports identiques) et en 2017-2018 à de l’engrais organique du commerce (un équivalent de 70 kg N/ha avec du 10-4-0 à base de poudre de viande et farine de plume). La modalité 2 avait été basée sur les résultats de l’essai mené en fertilisation azotée minérale au centre de Michamps depuis plusieurs années afin d’avoir une base de comparaison. Après ces deux années d’essai nous avons choisi de comparer avec de l’engrais organique du commerce dont le processus d’utilisation par la plante est plus proche des engrais de ferme que l’engrais minéral. La dose d’engrais organique du commerce a été choisie sur base des pratiques habituelles. En effet, en raison du coût élevé de cet engrais, les agriculteurs n’épandent pas de doses équivalentes à 150 kg N/ha.

Par ailleurs, les engrais de ferme sont vendus avec des doses théoriques de richesse en azote sur base desquelles les apports sont réalisés mais des analyses a posteriori montrent des concentrations différentes, ce qui engendre des apports en équivalent de kg N/ha légèrement différents d’année en année et de modalité en modalité. Le Tableau 3.21 reprend les valeurs réelles d’apport en équivalent de kg N/ha.

Les conditions météorologiques des trois années d’essais ont été très contrastées. La campagne 2015-2016 fut caractérisée par une pluviométrie très élevée, 750 l/m² entre le 1^{er} octobre 2015 et le 15 août 2016, surtout au printemps avec des pluies intenses le 27 mai, le 30 mai et le 2 juin (plus de 25 l/m² par jour). L’ensoleillement était réduit et montrait une très grande variabilité journalière, surtout de début mai à la mi-août. En 2016-2017, le printemps et le début de l’été ont été relativement secs et la pluviométrie a été plus abondante à partir de début juillet. Les températures moyennes ont été relativement élevées au notamment aux mois de juillet et d’août. En 2017-2018, l’hiver fut rigoureux puis le printemps est arrivé précocement en avril et mai avec des températures plus élevées que les normales. Des températures très élevées ont été observées en juin et en juillet associées à un déficit hydrique marqué en raison des faibles pluies.

4.4.2 Analyse des rendements

Après les rendements très faibles en 2016, dus à un manque d’ensoleillement et une grande pluviosité au printemps, et les rendements très élevés en 2017, l’année 2018 a offert des rendements se situant entre ces deux extrêmes. En effet, la sécheresse printanière de 2018 a touché l’essai où les sols peu profonds et caillouteux ne disposent pas de réserve hydrique importante, et a impacté négativement le rendement. La moyenne de l’essai était de 3544 kg/ha en 2016, de 6946 kg/ha en 2017 et 5322 kg/ha en 2018.

3. Fertilisation azotée en Epeautre

Les résultats de l'année 2018 confirment les observations des années précédentes. Un apport d'engrais de ferme permet d'augmenter significativement le rendement.

Tableau 3.21 – Etude de la réponse de l'épeautre à la fumure organique dans l'essai de Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017 et 2017-2018.

2016		Cosmos						
	Objet	T	R	DF	Total	Rendement phytotechnique	PHL	Effic.
					(kg N/ha)	(qx/ha)	(kg/hl)	(-)
1	Témoin zéro	0	0	0	0	29	33	-
2	Minéral	50	50	50	150	44	29	10,2
3	Fumier bovin composté	145	-	-	145	32	35	2,4
4	Fumier bovin composté	222	-	-	222	34	34	2,3
5	Fientes de volaille	175	-	-	175	35	34	3,2
6	Fientes de volaille	270	-	-	270	38	33	3,3
2017		Sérénité						
	Objet	T	R	DF	Total	Rendement phytotechnique	PHL	Effic.
					(kg N/ha)	(qx/ha)	(kg/hl)	(-)
1	Témoin zéro	0	0	0	0	67	37	-
2	Minéral	50	50	50	150	72	35	3,7
3	Fumier bovin composté	133	-	-	133	68	37	0,9
4	Fumier bovin composté	203	-	-	203	68	38	0,6
5	Fientes de volaille	156	-	-	156	71	37	2,7
6	Fientes de volaille	244	-	-	244	71	38	1,6
2018		Sérénité						
	Objet	T	R	DF	Total	Rendement phytotechnique	PHL	Effic.
					(kg N/ha)	(qx/ha)	(kg/hl)	(-)
1	Témoin zéro	0	0	0	0	46	38	-
2	Engrais organique	70	-	-	70	53	42	10,0
3	Fumier bovin composté	188	-	-	188	54	43	3,8
4	Fumier bovin composté	288	-	-	288	53	36	2,4
5	Fientes de volaille	141	-	-	141	54	41	5,3
6	Fientes de volaille	221	-	-	221	59	40	5,8

T : tallage, R : redressement, DF : dernière feuille ; PHL : poids à l'hectolitre ; Effic. : coefficient d'efficacité

En 2018, alors que le rendement du témoin sans fertilisation azotée était de 4631 kg/ha, les

autres modalités avec apport d'engrais organique (70 kg N/ha), de fumier de bovin (188 ou 288 kg N/ha) ou de fientes (141 ou 221 kg N/ha) oscillaient entre 5319 et 5921 kg/ha. Le maximum était obtenu avec la dose élevée de fientes (221 kg N/ha) dont le rendement (5921 kg/ha) était significativement supérieur aux autres modalités avec engrais dont les rendements, sans différences significatives entre eux, étaient compris entre 5319 et 5373 kg/ha (Tableau 3.21).

Cette année d'essais permet de confirmer la meilleure efficacité des fientes de volaille par rapport au fumier de bovin. Le coefficient d'efficacité (gain de rendement par équivalent kilo d'azote apporté) oscillait entre 2.4 et 3.8 pour le fumier de bovin alors qu'il se situait entre 5.3 et 5.8 pour les fientes de volaille. L'efficacité de l'engrais organique avec un coefficient à 10 est en partie expliquée par le fait que le niveau d'azote total est plus faible que dans le cas des autres engrais.

En ce qui concerne le poids à l'hectolitre (ou poids spécifique), les observations des trois années montrent que le poids spécifique obtenu avec de l'engrais minéral était plus faible que ceux sous engrais organiques qui sont assez similaires entre eux. Le poids spécifique est un critère commercial plutôt que physiologique ou technologique. Il est hérité du temps où les transactions étaient basées plus sur le volume que sur le poids. Le poids spécifique est influencé par deux éléments principaux. Le premier est la densité de remplissage de l'enveloppe des grains, celle-ci est souvent favorisée par une teneur en protéines élevée en raison de la meilleure agglomération de l'amidon dans la matrice protéique. Cependant dans le cas présent, nous observons simultanément une bonne teneur en protéines et un faible poids spécifique. Le second est l'aptitude à l'agencement spatial des grains les uns par rapport aux autres et serait essentiellement variétal ; à densité égale les grains plus petits laissent plus d'interstices engendrant un poids spécifique plus faible. Dans le cas de l'épeautre, la proportion de balles influencera aussi le poids spécifique. Dans le cas présent, le poids spécifique plus faible sous fertilisation minérale pourrait s'expliquer par des grains plus gros qui engendrent une ouverture plus ample des balles et donc un moins bon agencement spatial.

4.4.3 Qualité de la récolte

Deux années de résultats sur la teneur en protéines nous permettent de mieux évaluer l'impact de la fertilisation sur la teneur en protéines. La teneur en protéines du grain d'épeautre est calculée avec le facteur de conversion de 5.7 car le marché requiert des épeautres panifiables, même si la majorité de la production est valorisée en alimentation animale. De plus, cela permet une comparaison avec le froment pour lequel le même facteur de conversion est utilisé.

L'effet de l'apport d'azote minéral par rapport au témoin zéro est clair, les teneurs étaient de 13.8 et 13.6 % alors qu'elles étaient de 15.4 et 15.3 % pour le témoin minéral respectivement pour 2016 et 2017. La teneur en protéines de la production sous témoin minéral est assez indépendante des conditions météorologiques et indépendante du rendement dans le cas présent.

En revanche, la production avec de l'engrais de ferme montrait des teneurs en protéines plus élevées pour la récolte 2017, en moyenne 14.8 % que pour 2016, en moyenne 13.8 %. Les différences entre les modalités de fertilisation étaient faibles pour l'année 2016. De plus, les apports de fumier de bovin et le faible apport de fientes de volaille offraient des teneurs en

3. Fertilisation azotée en Epeautre

protéines très proches de celle du témoin zéro. Ces résultats s'expliquent par la mauvaise assimilation de l'azote organique en 2016 en raison des conditions météorologiques difficiles.

Pour chaque année, les apports de fumier de bovin, quelle que soit la dose, offraient des teneurs en protéines similaires, 13.6 % avec 145 et 222 kg N/ha en 2016 et 14.5 et 14.6 % avec 133 et 203 kg N/ha en 2017.

En 2016, les apports de fientes de volaille ont permis d'obtenir des teneurs en protéines du même ordre de grandeur 13.9 et 14.2 % que celles du fumier de bovin, probablement encore en raison de la mauvaise assimilation de l'azote en raison des conditions météorologiques. En 2017 en revanche, l'apport le plus important de fientes de volaille 244 kg N/ha a permis d'obtenir une teneur en protéines aussi importante que celle de l'azote minéral, avec 15.3 % (Figure 3.8).

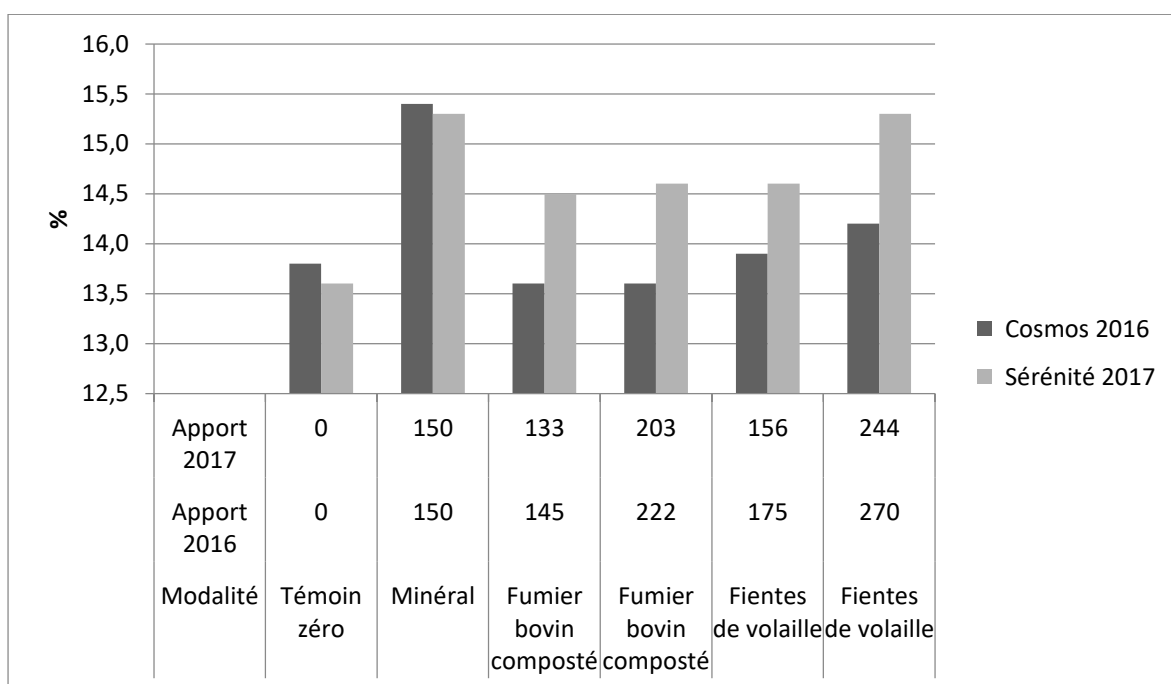


Figure 3.8 – Teneurs en protéines (N*5.7 %) selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2015-2016 et 2016-2017.

L'impact des différentes fumures sur l'indice de Hagberg est très faible, aucune différence importante n'a été observée. En ce qui concerne l'indice de Zélény et le ratio Z/P, ils étaient légèrement plus faibles pour le témoin zéro (41 ml et 2.8), qui avait également une teneur en protéines moindre. Les autres modalités offraient des indices de Zélény (47 à 51 ml) et des ratios Z/P (2.9 à 3.0) similaires (Tableau 3.22).

Tableau 3.22 – Indices de Hagberg, de Zélény et ratio Zélény/Protéines (Z/P) selon les modalités de fertilisation organique dans les essais réalisés à Michamps pour la saison 2016-2017.

Objet			Hagberg C15	Zélény	Z/P
			(s)	(mL)	
1	Témoin zéro	0	336	41	2,8
2	Minéral	150	365	51	3,0
3	Fumier bovin composté	133	351	47	3,0
4	Fumier bovin composté	203	369	43	2,7
5	Fientes de volaille	156	327	47	2,9
6	Fientes de volaille	244	347	49	2,9

4.4.4 Reliquats azotés

En 2017 et 2018, les reliquats azotés (nitrate et ammonium) effectués à l'automne/hiver qui suit la récolte des essais, ne montrent pas de différences significatives en fonction du type ni du niveau de fertilisation. Nous constatons que la fertilisation avec la dose élevée de fientes de volaille donne chaque année le reliquat le plus élevé. En comparant les deux années, nous observons une valeur plus faible en 2018, vraisemblablement due à la date d'échantillonnage plus précoce et à une moindre minéralisation post récolte. Avec des reliquats moyens de 70 et 57 kg Nmin/ha respectivement pour les récoltes 2017 et 2018, les valeurs peuvent être qualifiées d'élèves en 2017 et de faibles en 2018, au regard des reliquats d'azote potentiellement lessivable mesurés en haute Belgique pour les années et la classe de culture (A3) considérées. En effet les reliquats d'APL sont plus faibles en 2017 qu'en 2018 (Figure 3.9 et Figure 3.10).

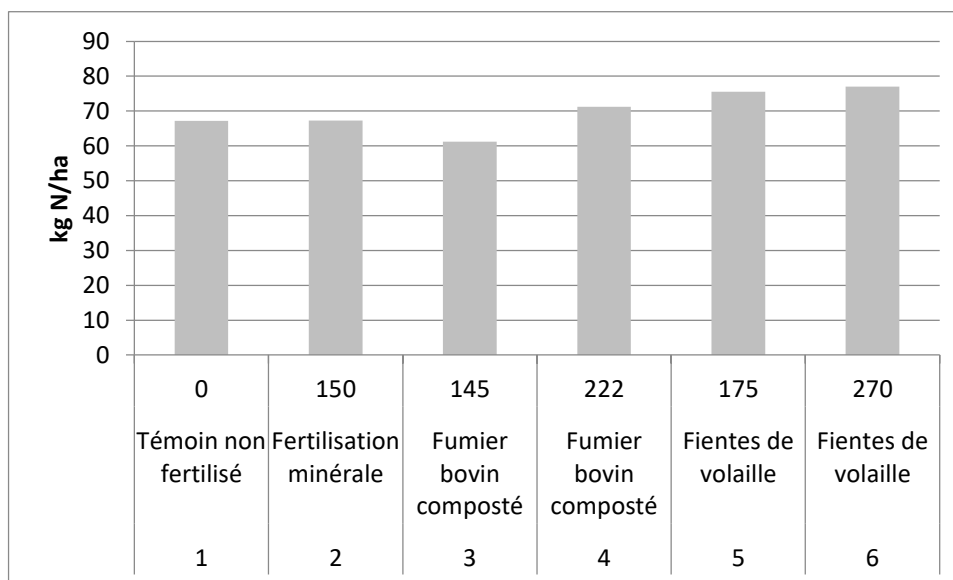


Figure 3.9 – Reliquat en azote minéral sur 90 cm selon les modalités de fertilisation azotée de l'épeautre récolté en 2017 ; Michamps, hiver 2017.

3. Fertilisation azotée en Epeautre

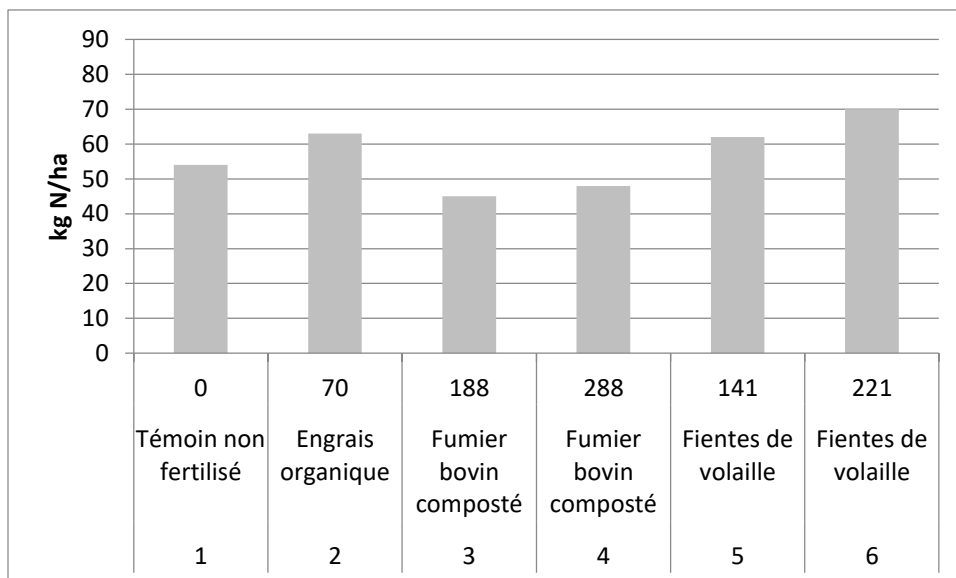


Figure 3.10 – Reliquat en azote minéral sur 90 cm selon les modalités de fertilisation azotée de l'épeautre récolté en 2018 ; Michamps, automne 2018.

4.4.5 Conclusion

L'étude de la fertilisation azotée minérale (cf. point 4.1 page 50) permet de calculer la rentabilité des apports, ce qui est malheureusement plus complexe pour une étude faisant intervenir des engrais de ferme. Une telle étude serait basée sur le coût de l'apport d'azote uniquement alors que les engrais de ferme servent également de fumure de fond grâce à leur richesse en phosphore et en potasse. Leur prix est donc basé sur les teneurs en différents minéraux leur conférant une valeur plus élevée en €/tonne que l'engrais minéral. Pour les fermes qui ont une production animale, ces engrais sont un sous-produit qu'elles ont l'opportunité de valoriser en respectant certaines normes. Finalement, le coût de ces engrais réside principalement dans leur gestion et l'opération d'épandage.

Quant aux engrais organiques du commerce, leur prix très élevé engendre forcément un bilan économique négatif mais leur utilisation peut se justifier lorsque la structure de l'exploitation, l'indisponibilité d'engrais de ferme ou un cahier des charges particulier l'exige. Les exploitations sans production animale devraient probablement dans ce cas plutôt favoriser l'échange paille/fumier en raison des effets bénéfiques des engrais de ferme. En effet, même si leur efficacité est variable selon les années, l'apport d'engrais de ferme est toujours bénéfique pour la culture et la parcelle : effets positifs sur la teneur en matière organique, la structure du sol, l'activité biologique, la régulation du pH et de l'eau du sol. Les effets des engrais de ferme ne sont pas totalement visibles sur une seule année de culture. Ils apportent des éléments qui ont des impacts pendant plusieurs années mais qui sont difficilement quantifiables. Il est donc nécessaire de les considérer dans leur globalité à l'échelle de la rotation.