



Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux
ASBL

Résultats des essais de fertilisation
azotée en froment d'hiver
(Lonzée – Gembloux)
Récolte 2023



centrespilotes.be/cp/cepiscop/

Avec le soutien financier du SPW ARNE



Deux essais ont été implantés dans la région de Gembloux (Lonzée) par le Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux (CePiCOP) en collaboration avec la Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège. Un troisième essai a également été mis en place par ces deux institutions à Ciney dans le Condroz sur une parcelle de l'Ecole d'Agronomie et des Sciences de Ciney (EPASC). Ces essais sont analysés dans le [Livre Blanc de février 2024](#).

Pour l'interprétation des résultats, il convient de rappeler quelques définitions importantes :

- le **rendement phytotechnique** est défini comme le rendement brut, exprimé en quintaux à l'hectare (q/ha) selon un taux d'humidité corrigé à 15%, récolté sur la parcelle ;
- le **rendement économique** représente le rendement phytotechnique duquel on déduit l'équivalent en poids de grain (q/ha), correspondant au coût de la quantité totale d'engrais azoté appliquée.

Dans une démarche économique pour l'agriculteur, mais également plus respectueuse de l'environnement, ce sont les résultats exprimés en termes de rendement économique qu'il faut retenir. Le prix de vente retenu pour le froment d'hiver en 2023 est de 200 €/t et le prix moyen de la tonne d'azote (ammonitrate 27 %) a été fixé à 350 €. Les rendements économiques qui sont repris dans ce chapitre sont donc exprimés selon le rapport 6.5, à savoir qu'1 kilogramme d'azote correspond à 6.5 kilogrammes de froment (1 kg N = 6.5 kg de froment). Pour rappel, ce même rapport était de 8.5 dans le Livre Blanc de février 2023.

Itinéraire technique des essais « fumure » :

Interventions	Caractéristiques	Date / Donnée	Caractéristiques	Date / Donnée	Caractéristiques	Date / Donnée
Choix variétal	Chevignon (Q2)	-	Chevignon (Q2)	-	4 variétés Q1	-
Lieu	Lonzée		Ciney		Lonzée	
Date de semis	300 grains/m ²	28-oct	300 grains/m ²	27-oct	250 grains/m ²	19-oct
Précédent	pommes de terre	-	maïs	-	pommes de terre	-
Reliquat azoté en sortie d'hiver	P : 0-30 cm	2	P : 0-30 cm	12	P : 0-30 cm	8
	P : 30-60 cm	6	P : 30-60 cm	14	P : 30-60 cm	21
	P : 60-90 cm	15	P : 60-90 cm	11	P : 60-90 cm	45
	Total N minéral	23	Total N minéral	37	Total N minéral	74
Apport de fumure	T	17-mars	T	22-mars	T	15-mars
	TR	04-avr	TR	06-avr	TR	-
	R	21-avr	R	21-avr	R	07-avr
	DF	13-mai	DF	19-mai	DF	11-mai
	E	-	E	-	E	06-juin
Désherbage	Sigma Star (0,33 kg/ha) + Biathon duo (70 g/ha)	24-mars	Sigma Star (0,22 l/ha) + Mattera (0,59 l/ha)	23-mars	Herold (0,6 l/ha)	12-nov
	Axial (1,2 l/ha)	19-avr	+ Actirob (1l/ha)		Sigma Star (0,33 kg/ha) + Biathon duo (70 g/ha)	28-mars
Raccourcisseur	CCC (1 l/ha)	14-avr	Stabilan 750 (1 l/ha) Medax Max (0,2 l/ha)	20-avr 10-mai	CCC (1 l/ha)	18-avr
Fongicide	Revystar Gold (1,5 l/ha) + Stavento (1,5 l/ha)	15-mai	Lenvyor (1 l/ha) + Flexity (0,4l/ha) Priaxor (1 l/ha) +Caramba (1 l/ha) +Sparviero (0,05l/ha)	10-mai 28-mai	Simvéris (1 l/ha) + Stavento (1,5 l/ha) Velogy Era (1 l/ha)	06-mai 06-juin
Insecticide	-	-	-	-	Teppeki (0,14 kg/ha)	10-juin
Récolte	-	23-juil	-	25-juil	-	22-juil

Q1A : Froment panifiable premium améliorant belge ; Q1 : Froment panifiable premium belge ; Q2 : Froment panifiable supérieur belge.

P : profondeur ; T : tallage ; TR : Tallage-Redressement ; R : Redressement ; 2N : Deuxième nœud ; DF : Dernière feuille ; E : Epiaison.

Résultats de l'essai fumure réalisé à Lonzée sur la variété fourragère Chevignon

Ce tableau reprend les rendements phytotechniques et économiques (q/ha), le poids à l'hectolitre P/HL (kg/hl), le poids de 1000 grains PMG (g), le nombre d'épis/m² (épis/m²), la teneur en protéines (%), l'indice de Zélény (ml), la force boulangère W (J) et la valeur du rapport de la force boulangère sur le taux de protéines W/P.

N° Objet	T	TR	Red	DF	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	PMG [g]	Nbre épis	Prot. [%]	Zeleny* [ml]	W* [J]	W/P*
1	-	-	-	-	0	99,3	99,3	76,4	47,4	390	8,7	20	77	8,9
2	-	-	-	60	60	93,7	89,8	76,5	47,8	377	8,7	21	82	9,5
3	-	-	60	-	60	109,3	105,4	77,3	46,6	463	9,5	24	100	10,5
4	60	-	-	-	60	109,4	105,5	77,4	46,8	477	9,3	21	123	13,3
5	-	-	60	60	120	119,2	111,4	78,4	46,1	477	10,5	28	165	15,7
6	60	-	-	60	120	116,0	108,2	78,5	45,7	483	10,5	28	160	15,3
7	60	-	60	-	120	115,4	107,6	78,3	46,2	513	10,4	28	155	14,9
8	60	-	60	60	180	121,8	110,1	79,0	45,6	513	11,4	34	196	17,1
9	-	-	-	90	90	114,7	108,9	78,3	46,8	397	10,3	28	169	16,5
10	-	-	90	-	90	112,5	106,7	78,2	46,5	490	10,3	28	128	12,4
11	90	-	-	-	90	113,0	107,2	77,9	44,7	523	10,0	25	140	14,0
12	-	-	90	90	180	120,7	109,0	78,8	45,0	507	11,6	35	191	16,5
13	90	-	-	90	180	121,9	110,2	79,4	44,8	497	11,4	34	191	16,7
14	90	-	90	-	180	117,8	106,1	79,0	44,9	533	11,6	34	209	18,0
15	90	-	90	90	270	123,2	105,7	79,0	43,5	510	12,7	43	242	19,1
16	-	-	-	120	120	115,3	107,5	78,7	46,1	413	10,7	29	196	18,4
17	-	-	120	-	120	114,0	106,2	77,9	45,7	473	10,4	29	162	15,6
18	120	-	-	-	120	117,4	109,6	78,6	44,7	560	10,3	28	156	15,1
19	-	-	120	120	240	126,5	110,9	79,0	46,0	513	12,3	40	213	17,4
20	120	-	-	120	240	123,3	107,7	79,1	43,7	520	12,0	38	205	17,1
21	120	-	120	-	240	115,6	100,0	78,4	44,1	590	12,6	49	233	18,5
22	120	-	120	120	360	118,1	94,7	78,5	42,8	577	13,2	48	240	18,2
23	60	-	60	65	185	123,4	111,4	79,4	44,7	520	11,8	32	205	17,4
24	60	-	50	55	165	120,2	109,4	79,0	45,3	527	11,2	37	177	15,8
25	-	95	-	75	170	121,0	110,0	79,1	45,9	457	11,4	34	198	17,3
26	-	85	-	65	150	117,7	107,9	79,0	45,9	493	11,0	32	184	16,7
27	60	-	60	30	150	120,6	110,8	78,9	44,9	517	11,0	32	184	16,7
28	80	-	50	55	185	120,1	108,1	79,0	44,2	547	11,6	35	190	16,4
29	70	-	50	55	175	120,9	109,5	78,9	44,8	500	11,3	32	193	17,1
30	80	-	60	55	195	122,5	109,8	79,1	44,3	530	11,7	36	216	18,4

Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale observée pour un paramètre (test de Student-Newman-Keuls à 0,05 via R). Pour les rendements phytotechnique et économique un gradient de couleur permet de mieux visualiser les différences entre les valeurs proches de l'optimum économique. T : tallage; TR : Tallage-Redressement; R : Redressement; DF : Dernière feuille. *Donnée mesurée sur un échantillon composite issu des 4 répétitions.

Dans cet essai, **les deux fumures de référence** qui avaient été conseillées lors du Livre Blanc de février 2023 (60-60-65 et 95-75 kg N/ha) **ont permis d'atteindre des rendements phytotechniques et économiques optimum**. Ces fumures correspondent à une **fertilisation azotée raisonnée** qui permet d'optimiser **la production et la rentabilité de la culture**, tout en minimisant les risques pour l'environnement. **A condition d'opter pour une variété Q2**, la fumure de référence en trois fractions semble également être appropriée pour poursuivre un objectif qualité. En appliquant cette fumure, il est possible d'obtenir une teneur en protéines et une force boulangère supérieures aux minimum requis pour une valorisation de ce type de variété en meunerie.

Résultats de l'essai fumure réalisé à Ciney sur la variété fourragère Chevignon

Ce tableau reprend les rendements phytotechniques et économiques (q/ha), le poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), le nombre d'épis/m² (épis/m²) et la teneur en protéines (%). L'indice verse est également mentionné dans ce tableau.

N° Objet	T	TR	Red	DF	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	Nbre épis [épis/m ²]	Prot. [%]	Indice Verse
1	-	-	-	-	0	49,1	49,1	70,4	259	6,3	0
2	60	-	60	30	150	105,7	96,0	71,6	435	8,1	14
3	-	-	60	-	60	79,5	75,6	70,5	389	6,6	0
4	60	-	-	-	60	72,6	68,7	70,3	371	6,3	0
5	-	-	60	60	120	98,8	91,0	70,8	359	7,9	5
6	60	-	-	60	120	86,5	78,7	70,9	366	7,6	6
7	60	-	60	55	175	107,8	96,4	72,2	414	8,6	37
8	60	-	60	60	180	107,1	95,4	72,0	414	8,9	47
9	-	-	-	90	90	82,0	76,1	71,1	353	8,4	5
10	-	-	90	-	90	94,5	88,7	70,6	383	7,4	1
11	90	-	-	-	90	81,6	75,8	70,9	373	6,4	0
12	-	-	90	90	180	106,9	95,2	72,0	418	9,7	48
13	90	-	-	90	180	104,7	93,0	71,9	403	8,5	3
14	90	-	90	-	180	107,5	95,8	72,4	396	8,8	35
15	90	-	90	90	270	106,4	88,8	72,3	403	11,3	77
16	-	-	-	120	120	91,7	83,9	72,0	353	9,2	30
17	-	-	120	-	120	101,1	93,3	71,2	400	7,9	3
18	120	-	-	-	120	93,4	85,6	71,1	395	6,8	0
19	-	-	120	120	240	111,1	95,5	71,9	452	10,4	77
20	120	-	-	120	240	109,0	93,4	72,6	429	10,5	67
21	120	-	120	-	240	111,3	95,7	72,5	454	10,0	79
22	120	-	120	120	360	106,9	83,5	72,1	428	12,1	98
24	80	-	70	55	205	107,2	93,9	71,6	446	9,3	52
25	-	95	-	75	170	104,6	93,5	71,9	413	8,7	10
26	-	105	-	95	200	111,2	98,2	72,0	438	9,0	30
27	80	-	50	55	185	109,7	97,7	72,2	412	9,1	51
28	80	-	40	55	175	105,2	93,8	72,1	417	8,7	18
29	70	-	60	55	185	105,0	93,0	72,0	442	9,0	49
30	80	-	60	55	195	109,1	96,4	72,3	438	9,0	53

Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale observée pour un paramètre (test de Student-Newman-Keuls à 0,05 via R). Pour les rendements phytotechnique et économique un gradient de couleur permet de mieux visualiser les différences entre les valeurs proches de l'optimum économique. T : tallage; TR : Tallage-Redressement; R : Redressement; DF : Dernière feuille.

L'expérience menée à Ciney démontre qu'il est important d'adapter correctement sa fumure en fonction du contexte pédoclimatique pour exploiter pleinement le potentiel de production du froment. Les résultats collectés sur cet essai semblent indiquer que l'optimum technico-économique peut être atteint grâce à une fumure comprise entre 180 et 205 Kg N/ha. Par conséquent, les **fumures de référence en 2 et 3 fractions avec et sans facteurs correctifs** recommandées par le Livre Blanc de février 2023 **semblent être appropriées pour atteindre cet objectif**. L'expérience devra être réitérée dans les prochaines années afin de consolider ces conclusions.

Résultats de l'essai fumure réalisé à Lonzée sur les quatre variétés panifiables : Arminius, Cubitus, Christoph et Moschus.

Ce tableau reprend les rendements phytotechniques et économiques (q/ha), les rendements phytotechnique et économique relatifs (%), la teneur en protéines (%), l'indice de Zélény (ml), la force boulangère W (J), la valeur du rapport de la force boulangère sur le taux de protéines W/P. L'indice verse est également mentionné dans ce tableau.

	N° Objet	Variété	T	Red	DF	Ep	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	Rdt Phyto Relatif (%)	Rdt Eco Relatif (%)	Prot. [%]	Zel* [ml]	W* [J]	W/P*	Indice Verse
Q1A-froments d'hiver panifiables belges premium améliorants	1	Arminius	-	-	-	-	0	68,2	68,2	70,1	78,3	<u>10,6</u>	37	<u>197</u>	18,7	1
	2	Arminius	40	40	45	-	125	93,5	85,3	96,0	98,0	13,1	66	330	25,2	38
	3	Arminius	60	60	65	-	185	88,9	76,9	91,4	88,3	14,8	70	368	24,9	70
	4	Arminius	60	60	65	40	225	91,5	76,9	94,0	88,3	15,2	71	393	25,8	58
	5	Arminius	30	60	95	-	185	91,5	79,5	94,0	91,3	14,9	70	380	25,6	56
	6	Arminius	30	60	95	40	225	95,9	81,3	98,5	93,3	15,1	70	339	22,5	48
	7	Christoph	-	-	-	-	0	77,7	77,7	79,8	89,2	<u>9,9</u>	31	<u>143</u>	14,4	0
	8	Christoph	40	40	45	-	125	102,5	94,4	105,3	108,4	11,6	49	208	17,9	0
	9	Christoph	60	60	65	-	185	105,8	93,7	108,7	107,6	13,2	67	307	23,2	6
	10	Christoph	60	60	65	40	225	107,5	92,8	110,4	106,6	13,7	68	302	22,0	20
	11	Christoph	30	60	95	-	185	106,0	94,0	108,9	107,9	13,5	67	255	18,9	3
	12	Christoph	30	60	95	40	225	106,2	91,6	109,1	105,1	13,8	68	324	23,5	14
	13	Moschus	-	-	-	-	0	77,9	77,9	80,1	89,5	<u>10,1</u>	36	<u>180</u>	17,8	0
	14	Moschus	40	40	45	-	125	102,3	94,2	105,1	108,2	12,1	64	331	27,3	0
	15	Moschus	60	60	65	-	185	106,6	94,5	109,5	108,5	13,3	68	337	25,3	6
	16	Moschus	60	60	65	40	225	108,0	93,4	111,0	107,2	14,3	74	321	22,5	11
	17	Moschus	30	60	95	-	185	109,9	97,8	112,9	112,3	13,6	68	354	26,0	10
	18	Moschus	30	60	95	40	225	112,1	97,4	115,1	111,9	14,3	69	360	25,2	0
Q1-froments d'hiver panifiables belges premium	19	Cubitus	-	-	-	-	0	89,7	89,7	78,0	85,7	<u>9,4</u>	26	<u>100</u>	10,6	0
	20	Cubitus	40	40	45	-	125	114,2	106,0	99,4	101,3	<u>11,2</u>	39	<u>189</u>	16,9	0
	21	Cubitus	60	60	65	-	185	121,3	109,3	105,6	104,4	12,7	57	263	20,7	0
	22	Cubitus	60	60	65	40	225	123,1	108,5	107,2	103,7	13,0	61	260	19,9	0
	23	Cubitus	30	60	95	-	185	120,9	108,8	105,2	104,0	12,9	62	279	21,6	0
	24	Cubitus	30	60	95	40	225	120,3	105,6	104,7	100,9	13,2	65	260	19,7	0

Pour un paramètre donné, les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale mesurée pour ce paramètre (test de Student-Newman-Keuls à 0,05 via R). Pour les critères technologiques, les valeurs inférieures aux normes requises pour une valorisation en meunerie sont reprises en italique et soulignées. T : tallage; R : Redressement; DF : Dernière feuille; Ep: Epiaison. * Donnée mesurée sur un échantillon composite issu des 4 répétitions.

Au niveau de l'itinéraire culturale, **le choix variétal** et **la fertilisation azotée** sont les principaux leviers à disposition de l'agriculteur pour atteindre les normes requises pour une valorisation de son froment en meunerie et limiter les risques de déclassement. D'après les résultats de cet essai, **la fumure de référence** recommandée dans le Livre Blanc de février 2023 permet d'atteindre l'**optimum phytotechnique et économique** avec une variété comme Cubitus. Toutefois si l'objectif poursuivi est de produire un blé de qualité supérieur en optant pour une variété de froment panifiable premium (Q1), l'utilisation d'une fumure en trois fractions avec des doses croissantes semble plus appropriée. Les apports d'azote plus important en fin cycle sont généralement bien valorisés par ces variétés et ont un effet positif sur la teneur en protéines et la force boulangère. Par ailleurs ce type de schéma de fertilisation ne semble pas non plus pénaliser les rendements phytotechnique et économique. Enfin, l'application d'un dernier apport au moment de l'épiaison a effet positif sur la teneur en protéines du grain. Néanmoins la nécessité de cet apport tardif devra se justifier en fonction du contexte économique et du débouché car la plus-value de cette quatrième fraction sur la force boulangère et sur la qualité de la protéine n'est pas systématique.