



Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux
ASBL

Résultats des essais de fertilisation
azotée en froment d'hiver
(Lonzée – Gembloux)
Récolte 2024



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 2025**.

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 2024 est de 190 €/t et le prix moyen de la tonne d'azote (ammonitrate 27 %) a été fixé à 310 €. Les rendements économiques qui sont repris dans ce chapitre sont donc exprimés selon le rapport 6, à savoir qu'1 kilogramme d'azote correspond à 6 kilogrammes de froment (1 kg N = 6 kg de froment). Pour rappel, ce même rapport était de 8.5 dans le Livre Blanc de février 2023 et de 6.5 en février 2024.

Itinéraire technique des essais « fumure » :

Interventions	Caractéristiques	Valeur/ Date	Caractéristiques	Valeur/ Date	Caractéristiques	Valeur/ Date
Choix variétal	Chevignon (Q2)	-	Chevignon (Q2)	-	5 variétés (Q1/ Q1A)	-
Semis	250 grains/m ²	18-oct	300 grains/m ²	24-nov	250 grains/m ²	18-oct
Lieu	Lonzée		Ciney		Lonzée	
Précédent	Pomme de terre	-	Maïs	-	Pomme de terre	-
Reliquat azoté en sortie d'hiver (kgN/ha)	P : 0-30 cm	6	P : 0-30 cm	4	P : 0-30 cm	6
	P : 30-60 cm	8	P : 30-60 cm	7	P : 30-60 cm	8
	P : 60-90 cm	15	P : 60-90 cm	-	P : 60-90 cm	15
	Total N minéral	29	Total N minéral	11	Total N minéral	29
Apport de fumure	T	19-mars	T	22-mars	T	19-mars
	TR	02-avr	TR	04-avr	TR	-
	R	10-avr	R	15-avr	R	10-avr
	2N	-	2N	-	2N	18-avr
	DF	08-mai	DF	16-mai	DF	08-mai
	E	-	E	-	E	22-mai
Dés herbage	Sigma Star (330 g/ha) + Biathlon duo (70 g/ha) + Végétop (1 l/ha)	21-mars	Sigma Star (280 g/ha) + Actirob (1 l/ha)	20-mars	Sigma Star (330 g/ha) + Biathlon duo (70 g/ha) + Végétop (1 l/ha)	21-mars
Régulateur	CCC 750 (1 l/ha)	12-avr	Stabilan 750 (0,75 l/ha) + Médax Max (300 g/ha)	09-mai	CCC 750 (1 l/ha)	12-avr
Fongicide	Simvéris (0,6 l/ha)		Simvéris (1 l/ha)	09-mai	Simvéris (0,6 l/ha)	
	+ Aquino (1,2 l/ha)	22-avr	+ Lenyvor (1 l/ha)		+ Aquino (1,2 l/ha)	22-avr
	+ Stavento (1,5 l/ha)				+ Stavento (1,5 l/ha)	
	Velogy Era (1 l/ha)	27-mai	Keynote (1,5 l/ha)	28-mai	Velogy Era (1 l/ha)	27-mai
Insecticide	-	-	Sparviero (50 ml/ha)	28-mai	-	-
Récolte	-	25-juil	-	08-août	-	29-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 Cheignon

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 (% MS), l'indice de Zéleny (ml), la force boulangère W (10⁻⁴ 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 [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	PMG [g]	Nbre épis [épis/m ²]	Prot. [% MS]	Zéleny* [ml]	W* [10 ⁻⁴ J]	W/P*
1	-	-	-	-	0	49,4	49,4	72,1	37,7	285	9,2	25	101	11,0
2	-	-	-	60	60	59,7	56,0	69,3	32,4	308	11,2	34	179	16,0
3	-	-	60	-	60	63,8	60,2	70,9	35,2	355	10,1	29	146	14,5
4	60	-	-	-	60	71,2	67,6	73,1	39,1	383	9,4	27	124	13,3
5	40	-	60	85	185	78,4	67,3	70,9	35,5	380	12,8	52	244	19,1
6	60	-	-	60	120	75,8	68,6	71,6	35,0	388	11,3	37	204	18,0
7	60	-	60	-	120	77,6	70,4	72,6	37,9	427	10,7	33	171	15,9
8	60	-	60	60	180	82,5	71,6	71,8	36,9	392	12,4	50	210	16,9
9	-	-	-	90	90	62,0	56,6	67,7	30,8	315	12,7	44	280	22,1
10	-	-	90	-	90	66,6	61,2	70,1	33,9	333	11,2	36	200	17,9
11	90	-	-	-	90	73,6	68,2	72,0	37,3	405	9,7	28	122	12,5
12	-	-	90	90	180	66,4	55,5	68,0	31,4	404	13,6	59	297	21,8
13	90	-	-	90	180	80,0	69,2	71,4	35,0	385	12,4	48	261	21,0
14	90	-	90	-	180	80,8	70,0	71,9	35,3	416	12,4	47	254	20,5
15	90	-	90	90	270	81,0	64,7	70,8	33,7	411	13,6	58	308	22,7
16	-	-	-	120	120	60,0	52,7	68,2	31,3	325	12,9	50	264	20,4
17	-	-	120	-	120	67,5	60,2	68,6	33,8	388	12,4	44	266	21,4
18	120	-	-	-	120	77,4	70,1	72,4	36,6	411	10,5	31	178	16,9
19	-	-	120	120	240	67,9	53,4	67,9	31,9	378	14,3	63	283	19,8
20	120	-	-	120	240	84,3	69,8	71,7	35,1	387	13,1	56	276	21,0
21	120	-	120	-	240	81,2	66,6	71,0	34,1	414	13,4	58	262	19,6
22	120	-	120	120	360	80,5	58,8	70,1	33,0	423	14,2	63	321	22,6
23	60	-	60	65	185	80,6	69,4	71,7	34,7	378	12,5	46	245	19,6
24	60	-	50	55	165	82,6	72,6	72,3	35,9	418	12,0	44	219	18,3
25	-	95	-	75	170	78,4	68,1	70,4	34,7	393	12,7	53	241	19,0
26	-	85	-	65	150	74,8	65,8	71,1	35,4	391	11,9	43	240	20,1
27	60	-	60	30	150	79,7	70,6	72,0	35,3	397	11,5	38	200	17,4
28	80	-	50	55	185	81,0	69,8	71,0	34,8	393	12,4	48	220	17,8
29	70	-	50	55	175	80,4	69,8	71,5	35,7	396	12,2	46	221	18,1
30	80	-	60	55	195	81,9	70,1	71,6	35,0	406	12,5	47	240	19,2
Moyenne de l'essai						74,2	64,8	70,9	34,8	383	12,0	45	226	18,5

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 phytotechniques et économiques, un gradient de couleur permet de mieux visualiser les différences entre les valeurs proches de l'optimum. T : tallage; TR : Tallage-Redressement; Red : Redressement; DF : Dernière feuille. *Données mesurées sur un échantillon composite issu des 4 répétitions.

Dans cet essai, **les fumures de référence en trois fractions**, avec ou sans les facteurs correctifs, qui avaient été conseillées lors du Livre Blanc de février 2024 (60-60-65 et 95-75 kg N/ha) **ont permis d'atteindre des rendements phytotechniques et économiques optimum**. Les fumures de référence en deux fractions ont également permis de s'approcher de l'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 poids de 1000 grains PMG (g), le nombre d'épis/m² (épis/m²), la teneur en protéines (% MS), l'indice de Zélény (ml) et la valeur du rapport de l'indice de Zélény sur le taux de protéines Z/P.

N° Objet	T	TR	Red	DF	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	PMG [g]	Nbre épis [épis/m ²]	Prot. [% MS]	Zeleny* [ml]	Z/P*
1	-	-	-	-	0	38,4	38,4	65,8	34,5	327	9,9	26	2,6
2	60		60	30	150	82,3	73,2	70,0	38,8	366	10,6	28	2,6
3	-	-	60	-	60	62,2	58,6	67,0	36,1	357	9,3	25	2,7
4	60	-	-	-	60	64,6	61,0	68,2	37,5	381	8,9	23	2,6
5	-	-	60	60	120	74,2	66,9	68,1	36,3	363	10,7	30	2,8
6	60	-	-	60	120	76,6	69,4	68,3	36,5	329	10,1	28	2,8
7	60	-	60	55	175	83,4	72,8	69,3	38,7	418	10,9	31	2,8
8	60	-	60	60	180	86,8	75,9	69,8	39,4	397	11,2	31	2,8
9	-	-	-	90	90	56,4	51,0	65,9	32,1	422	11,9	35	2,9
10	-	-	90	-	90	71,6	66,2	67,3	37,7	342	9,7	27	2,8
11	90	-	-	-	90	71,6	66,1	68,2	39,2	377	9,1	24	2,6
12	-	-	90	90	180	81,0	70,1	68,0	36,2	374	12,2	29	2,4
13	90	-	-	90	180	84,5	73,6	69,5	38,4	390	11,6	32	2,8
14	90	-	90	-	180	86,0	75,2	70,8	41,0	411	11,1	30	2,7
15	90	-	90	90	270	91,0	74,7	71,0	39,8	387	12,5	30	2,4
16	-	-	-	120	120	55,8	48,5	65,1	31,7	514	12,9	38	2,9
17	-	-	120	-	120	74,6	67,4	68,1	36,9	376	10,8	32	3,0
18	120	-	-	-	120	76,7	69,5	69,5	40,7	349	9,9	26	2,6
19	-	-	120	120	240	81,6	67,1	68,1	37,2	427	13,0	35	2,7
20	120	-	-	120	240	88,1	73,6	70,3	39,6	359	12,3	31	2,5
21	120	-	120	-	240	85,2	70,7	71,7	40,4	368	12,3	30	2,4
22	120	-	120	120	360	93,9	72,2	71,0	38,8	418	12,7	31	2,4
23	60	-	60	65	185	86,4	75,2	70,3	37,3	391	11,5	31	2,7
24	80	-	70	55	205	82,6	70,2	70,6	39,7	391	11,8	29	2,5
25	-	95	-	75	170	82,8	72,5	69,4	36,7	423	11,6	32	2,8
26	-	105	-	95	200	85,8	73,7	69,6	37,7	372	11,9	33	2,8
27	80	-	50	55	185	82,5	71,4	70,4	40,4	365	11,5	30	2,6
28	80	-	40	55	175	87,6	77,0	70,1	39,7	372	11,1	29	2,6
29	70	-	60	55	185	88,1	76,9	70,3	40,0	397	11,2	31	2,8
30	80	-	60	55	195	88,6	76,8	70,6	39,2	418	11,4	32	2,8
Moyenne de l'essai						78,4	68,5	69,1	37,9	386	11,2	30	2,7

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 phytotechniques et économiques, 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. *Données mesurées sur un échantillon composite issu des 4 répétitions.

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 200 kg N/ha.

Par conséquent, les **fumures de référence en 2 et 3 fractions, respectivement avec et sans facteurs correctifs**, recommandées par le Livre Blanc de février 2024, **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 cinq variétés panifiables : Montalbano, Christoph, Moschus, Cubitus et KWS Emerick

Ce tableau reprend les rendements phytotechniques et économiques (q/ha), les rendements phytotechniques et économiques relatifs (%), la teneur en protéines (% MS), l'indice de Zélény (ml), la force boulangère W (10^{-4} J) et la valeur du rapport de la force boulangère sur le taux de protéines W/P.

	N° Objet	Variété	T	Red	2N	DF	E	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	Rdt Phyto Relatif (%)	Rdt Eco Relatif (%)	Prot. [% MS]	Zel* [ml]	W* [10^{-4} J]	W/P*
Q1A-froments d'hiver panifiables belges premium améliorants	1	Montalbano	-	-	-	-	-	0	50,2	50,2	71,4	82,6	<u>11,2</u>	33	202	18,0
	2	Montalbano	40	40	-	45	-	125	72,6	65,0	103,3	107,0	14,0	60	347	24,7
	3	Montalbano	60	60	-	65	-	185	75,1	63,9	106,8	105,1	15,3	66	364	23,7
	4	Montalbano	40	60	40	45	-	185	74,4	63,2	105,8	103,9	15,5	67	378	24,4
	5	Montalbano	80	60	40	45	-	225	76,3	62,7	108,5	103,2	16,0	69	376	23,5
	6	Montalbano	60	60	-	65	40	225	72,7	59,1	103,3	97,2	16,3	69	378	23,2
	7	Christoph	-	-	-	-	-	0	40,9	40,9	58,1	67,3	<u>11,3</u>	37	206	18,2
	8	Christoph	40	40	-	45	-	125	62,5	55,0	89,0	90,5	13,6	67	321	23,7
	9	Christoph	60	60	-	65	-	185	67,6	56,4	96,1	92,8	15,2	70	323	21,3
	10	Christoph	40	60	40	45	-	185	65,4	54,3	93,1	89,3	15,3	70	335	22,0
	11	Christoph	80	60	40	45	-	225	67,2	53,6	95,6	88,2	15,7	70	395	25,2
	12	Christoph	60	60	-	65	40	225	68,7	55,1	97,7	90,6	15,6	70	410	26,4
	13	Moschus	-	-	-	-	-	0	52,5	52,5	74,6	86,3	<u>10,4</u>	33	<u>162</u>	15,7
	14	Moschus	40	40	-	45	-	125	81,8	74,2	116,3	122,1	12,3	57	254	20,6
	15	Moschus	60	60	-	65	-	185	85,0	73,8	120,9	121,4	13,1	62	276	21,1
	16	Moschus	40	60	40	45	-	185	82,8	71,6	117,7	117,8	12,9	61	315	24,5
	17	Moschus	80	60	40	45	-	225	84,0	70,4	119,5	115,9	13,5	64	304	22,5
	18	Moschus	60	60	-	65	40	225	86,1	72,5	122,4	119,2	13,8	64	324	23,5
Moyenne pour les variétés Q1A									70,3	60,8			13,9	60,5	315	22,3
Q1-froments d'hiver panifiables belges premium	19	Cubitus	-	-	-	-	-	0	51,8	51,8	66,3	75,5	<u>9,8</u>	28	<u>100</u>	10,2
	20	Cubitus	40	40	-	45	-	125	87,5	80,0	111,9	116,4	11,6	40	203	17,5
	21	Cubitus	60	60	-	65	-	185	92,3	81,1	118,0	118,1	13,0	50	286	22,0
	22	Cubitus	40	60	40	45	-	185	90,8	79,6	116,1	115,9	12,8	50	239	18,7
	23	Cubitus	80	60	40	45	-	225	90,0	76,4	115,1	111,3	13,9	61	292	21,1
	24	Cubitus	60	60	-	65	40	225	88,3	74,7	112,9	108,7	13,7	59	303	22,2
	25	KWS Emerick	-	-	-	-	-	0	55,1	55,1	70,5	80,2	<u>10,5</u>	31	<u>162</u>	15,5
	26	KWS Emerick	40	40	-	45	-	125	75,2	67,7	96,2	98,5	12,6	47	236	18,8
	27	KWS Emerick	60	60	-	65	-	185	75,7	64,5	96,8	93,9	14,3	65	292	20,5
	28	KWS Emerick	40	60	40	45	-	185	76,4	65,2	97,7	94,9	14,2	62	249	17,5
	29	KWS Emerick	80	60	40	45	-	225	77,9	64,3	99,7	93,7	14,8	64	358	24,1
	30	KWS Emerick	60	60	-	65	40	225	77,3	63,7	98,9	92,8	14,5	65	348	24,0
Moyenne pour les variétés Q1									78,2	68,7			13,0	51,8	256	19,3

Pour une variété et un paramètre donnés, les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale mesurée pour ce paramètre et cette variété (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 ; Red : Redressement ; 2N : Deuxième nœud ; DF : Dernière feuille ; E : Epiaison. Les rendements phytotechniques et économiques relatifs sont calculés par rapport à la moyenne des rendements phytotechniques et économiques par catégorie de variétés Q1A et Q1.* Données mesurées sur un échantillon composite issu des 4 répétitions.

Au niveau de l'itinéraire cultural, **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 2024 permet de se rapprocher de **l'optimum phytotechnique et économique**, tout en obtenant des **teneurs en protéines** suffisantes. Toutefois, si l'objectif poursuivi est de produire un blé de force ($W \geq 350 \cdot 10^{-4}$ J), en optant pour une variété de froment panifiable premium améliorant (Q1A), l'utilisation d'une fumure plus conséquente, en **4 fractions**, peut être plus appropriée pour certaines variétés. Enfin, l'application d'un dernier apport au moment de l'épiaison a généralement un effet positif sur la teneur en protéines du grain mais pas en termes de rendement et de force boulangère. Cette pratique n'est donc pas recommandée pour garantir une bonne qualité de la protéine.