

La fertilisation azotée des céréales d'hiver

A. Nysten , B. Van der Verren, B. Godin , C. Vandenberghe , O. Mahieu , J. Pierreux , P-Y. Werrie, V. Reuter, L-M. Blondiau, C. Collin , A. Vilret , et B. Dumont et toutes les équipes associées.

22 février 2023



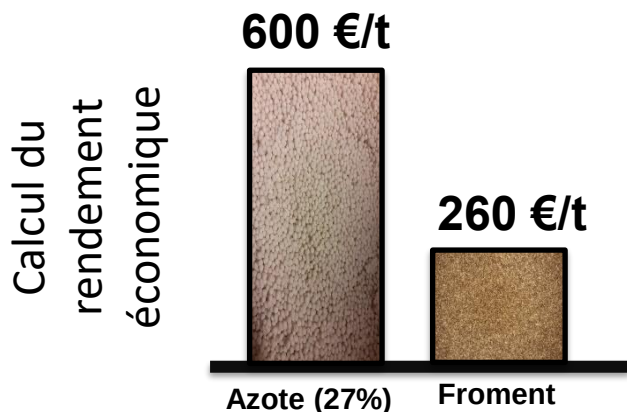
Sommaire du chapitre (+ pages)

2.1	Bilan de la saison culturale	36
2.2	La fertilisation azotée en froment d'hiver	38
2.3	La fertilisation azotée en escourgeon	60
2.4	La fertilisation azotée de l'association du froment-pois	71
2.5	La fertilisation azotée en épeautre	72
2.6	La fertilisation azotée en agriculture biologique : généralités	74

1. La fertilisation azotée du froment

1.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

Interventions	Caractéristiques	Date / Donnée	Caractéristiques	Date / Donnée	Caractéristiques	Date / Donnée
Choix variétal	Chevignon	-	Arminius, Christoph, Cub	-	LG Skyraper	-
Lieu	Lonzée		Lonzée		Ath	
Date de semis	300 grains/m ²	28-oct	300 grains/m ²	28-oct	400 grains/m ²	15-oct
Précédent	pommes de terre	-	pommes de terre	-	betterave	-
Reliquat azoté en sortie d'hiver	P : 0-30 cm	2	P : 0-30 cm	2	P : 0-30 cm	15
	P : 30-60 cm	6	P : 30-60 cm	6	P : 30-60 cm	8
	P : 60-90 cm	15	P : 60-90 cm	15	P : 60-90 cm	11
	Total N minéral	23	Total N minéral	23	Total N minéral	34
Apport de fumure	T	17-mars	T	17-mars	T	10-mars
	TR	04-avr	TR	04-avr	TR	25-mars
	R	21-avr	R	21-avr	R	29-mars
	DF	13-mai	DF	13-mai	DF	06-mai
	E	-	E	01-juin	E	-
Désherbage	Sigma Star (0,33 kg/ha) + Biathon duo (70 g/ha)	24-mars	Sigma Star (0,33 kg/ha) + Biathon duo (70 g/ha)	24-mars	Herold (0.6 l/ha) + AZ 500 (0,1 l/ha)	18-oct
	Axial (1,2 l/ha)	19-avr	Axial (1,2 l/ha)	19-avr	Allié (20g/ha) + Starane Forte (0.3 l/ha)	12-avr
Raccourcisseur	CCC (1 l/ha)	14-avr	CCC (1 l/ha)	14-avr	Modus (0.25 l/ha) + Cycifix (1 l/ha)	12-avr
Fongicide	Revystar Gold (1,5 l/ha) + Stavento (1,5 l/ha)	15-mai	Revystar Gold (1,5 l/ha) + Stavento (1,5 l/ha)	15-mai	Kestrel (1,25 l/ha)+ Stavento (1 l/ha)	29-avr
					Velogy Era (1l/ha)	19-mai
Insecticide	-	-	-	-	Primor (200 g/ha) +Karaté Zéon (12,5	19-mai
Récolte	-	23-juil	-	24-juil	-	17-juil



Ratio analyse économique
→ 1 kg N = 8,5 kg de froment

Livre Blanc 2022

Ratio analyse économique
→ 1 kg N = 9,8 kg de froment

1. La fertilisation azotée du froment

1.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Ath** (CARAH) sur **LG Skycraper**

N° Objet	T	TR	Red	DF	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	Prot. [%]
1	0		0	0	0	75,8	75,8	78,3	9,0
2	30		40	40	110	109,2	99,8	82,3	11,6
3	30		45	50	125	111,2	101,1	82,7	11,9
4	40		50	50	140	114,2	102,3	83,1	12,3
5	40**		50	50	140	112,8	100,9	83,0	12,6
6	50		55	50	155	115,7	102,5	83,2	12,1
7		95		75	170	116,3	101,8	83,3	12,1
8	60		60	65	185	119,3	103,5	82,6	12,6
9	65		70	80	215	119,2	100,9	82,7	12,9
10	80		80	85	245	122,8	101,9	83,1	13,0

Fumure LB en 3 fractions (60-60-65) permet d'atteindre optimum économique et proche du maximum phytotechnique.

1. La fertilisation azotée du froment

1.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Lonzée** sur **Chevignon**

2022 = Niveaux de production
très élevés!
(Max à ≈ 140 q/ha)

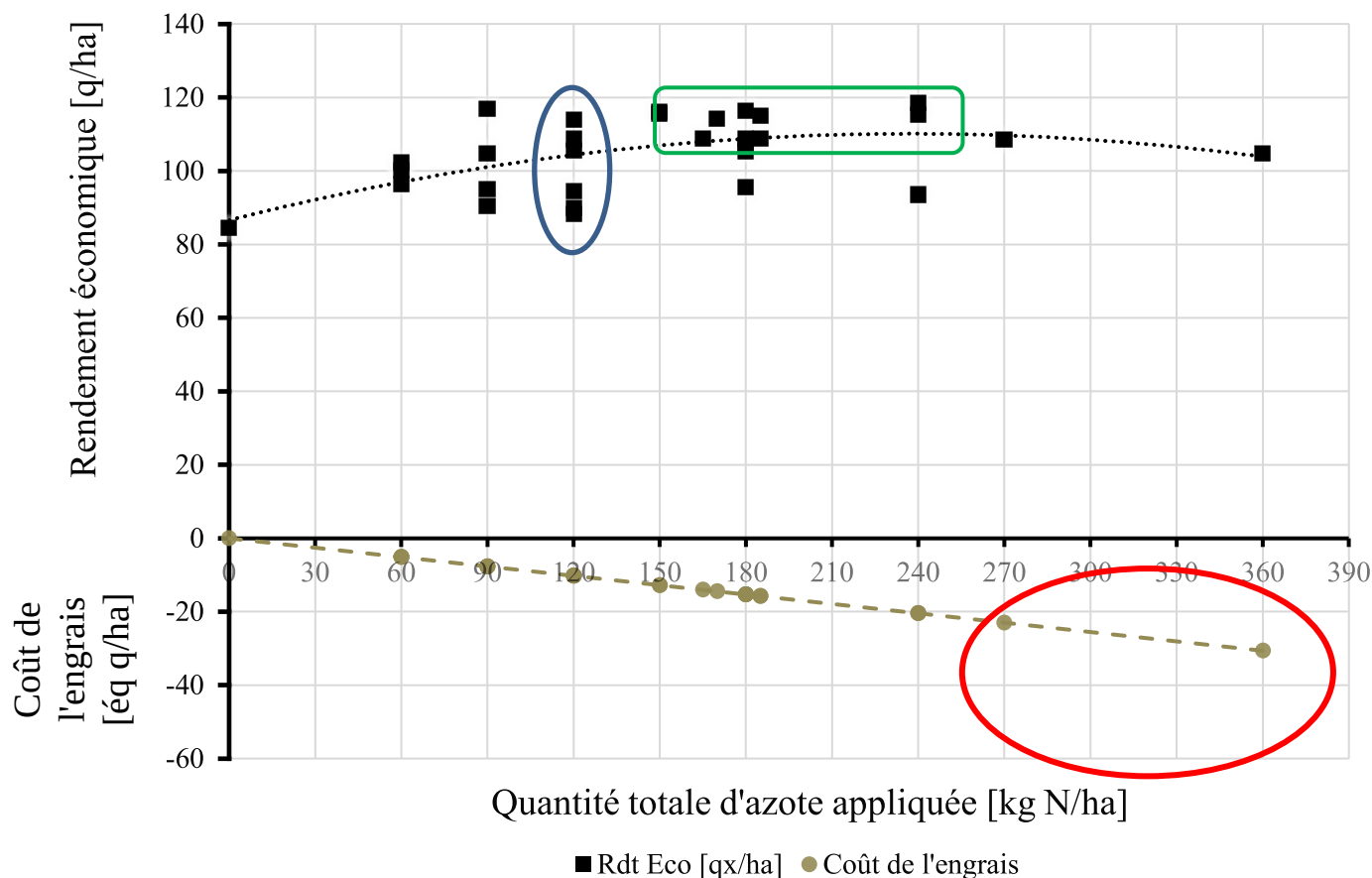
Les deux fumures
conseillées par le Livre
Blanc de février ont
permis d'atteindre des
rendements
phytotechniques et
économiques optimum.

N° Objet	T	TR	Red	DF	Total [kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	Prot. [%]
1					0	84,4	84,4	9,3
2				60	60	105,3	100,2	10,6
3			60		60	107,4	102,3	10,6
4	60				60	101,4	96,3	9,6
5			60	60	120	100,2	89,9	12,1
6	60			60	120	115,9	105,6	10,5
7	60		60		120	118,9	108,7	10,7
8	60		60	60	180	120,8	105,4	11,8
9				90	90	102,6	94,9	11,6
10			90		90	98,2	90,5	11,2
11	90				90	124,5	116,9	9,6
12			90	90	180	111,0	95,6	12,8
13	90			90	180	124,1	108,8	11,6
14	90		90		180	122,3	106,9	11,3
15	90		90	90	270	131,6	108,5	12,1
16				120	120	98,4	88,2	12,3
17			120		120	104,9	94,6	11,8
18	120				120	124,3	114,0	10,1
19			120	120	240	114,1	93,6	13,0
20	120			120	240	135,9	115,3	11,8
21	120		120		240	139,0	118,5	11,6
22	120		120	120	360	135,5	104,8	12,1
23	60		60	65	185	124,7	108,9	11,8
24	60		50	55	165	122,9	108,8	11,7
25		95		75	170	128,7	114,2	11,6
26		85		65	150	129,0	116,2	11,4
27	30		30	30	90	112,6	104,9	10,6
28	60		30	60	150	128,4	115,6	11,2
29	90		30	60	180	131,8	116,4	11,5
30	80		40	65	185	130,8	115,0	11,5

1. La fertilisation azotée du froment

1.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Lonzée** sur **Chevignon**



1. La fertilisation azotée du froment

1.2 Situation en sortie d'hiver 2023 – Etat des cultures



Semis du **19 octobre 2022** à Lonzée
Plein tallage (BBCH 22-28)



Semis du **16 novembre 2022** à Lonzée
Début tallage (BBCH 21)

1. La fertilisation azotée du froment

1.3 Situation en sortie d'hiver 2023 – Réserve en azote minéral (kg N-NO₃/ha)

Valeurs mises à jour avec derniers résultats (13 février 2023)

Froment d'hiver												
Profondeur (cm)	Année	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
	Nombre de	308	142	89	101	179	138	148	163	137	156	118
	0-30	10	12	15	14	12	9	22	9	9	11	10
	30-60	13	18	23	20	30	11	34	12	13	14	13
	60-90	22	21	31	25	43	18	24	17	16	18	17
	Total	45	50	68	59	85	39	79	39	38	43	40

Teneur moyenne en 2023 inférieure à la teneur moyenne de ces 10 dernières années (= 54 kg N/ha)

1. La fertilisation azotée du froment

1.3 Situation en sortie d'hiver 2023 – Réserve en azote minéral (kg N-NO₃/ha)

Reliquats azotés observés après différents précédents

	Précédent	Betterave	P.d.Terre	Colza	Légumineuse	Maïs	Lin	Froment	Chicorée
	Nb situation	59	92	24	27	46	30	11	19
Profondeur	0-30 cm	11	10	11	11	8	10	8	9
	30-60 cm	14	13	12	18	11	13	9	13
	60-90 cm	18	26	16	34	19	22	14	18
Total	0-90 cm	43	49	38	63	38	45	31	40
	Max	77	143	83	109	91	54	45	60
	Min	26	11	26	28	19	17	9	19

1. La fertilisation azotée du froment

1.4 Conseil de fertilisation 2023 – fumures de référence

Fumure de référence en 3 fractions

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : **60 N**

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : **60 N**

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : **65 N**

Fumure de référence en 2 fractions

Fraction intermédiaire « T-R »: **95 N**

Fraction de la dernière feuille : **75 N**

1. La fertilisation azotée du froment

1.4 Conseil de fertilisation 2023 – fumures de référence

Fumures de référence doivent toujours être adaptées selon

- *le contexte de la parcelle*
- *l'état de la culture*

Avant chaque apport, il est impératif d'ajuster les doses préconisées par la fumure de référence en tenant compte des différents facteurs correctifs

***Dose à appliquer = Dose de référence + N.TER + N.ORGAN + N.PREC + N.ETAT
+ éventuellement N.CORR***



1. La fertilisation azotée du froment

1.5 Levier pour améliorer la teneur en protéines pour le froment



Choix de la variété

→ 0,5 à 2,5% MS de protéines



Fumure azotée

- Dose totale (par 50 N ; max. 200 N) → 0,5 à 1,0% MS protéines
- Fractionnement (2 vs 3 fractions) → 0,2 à 0,5% MS protéines
- Forme (solution azotée vs ammonitrate/urée) → 0,2 à 0,5% MS protéines
- 4^{ième} fraction à la floraison de 40 N → 0,2 à 0,5% MS protéines
- Attention à la sécheresse



Les facteurs non maîtrisés (sol, climat, année, ...)

→ 0,5 à 2,5% MS de protéines

→ Variétés panifiables supérieurs Q1 plus robustes que Q2 moyennement panifiables

1. La fertilisation azotée du froment

1.6 Levier pour améliorer la teneur en protéines et sa qualité panifiable pour le froment

Fractionnement fumure azotée pour variété panifiable supérieure (Q1):
(résultats d'essais de 2016 à 2022)

En 3 fractions

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : **30 N**

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : **60 N**

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : **90 N**

En 2 fractions

Fraction intermédiaire « T-R »: **90 N**

Fraction de la dernière feuille : **95 N**

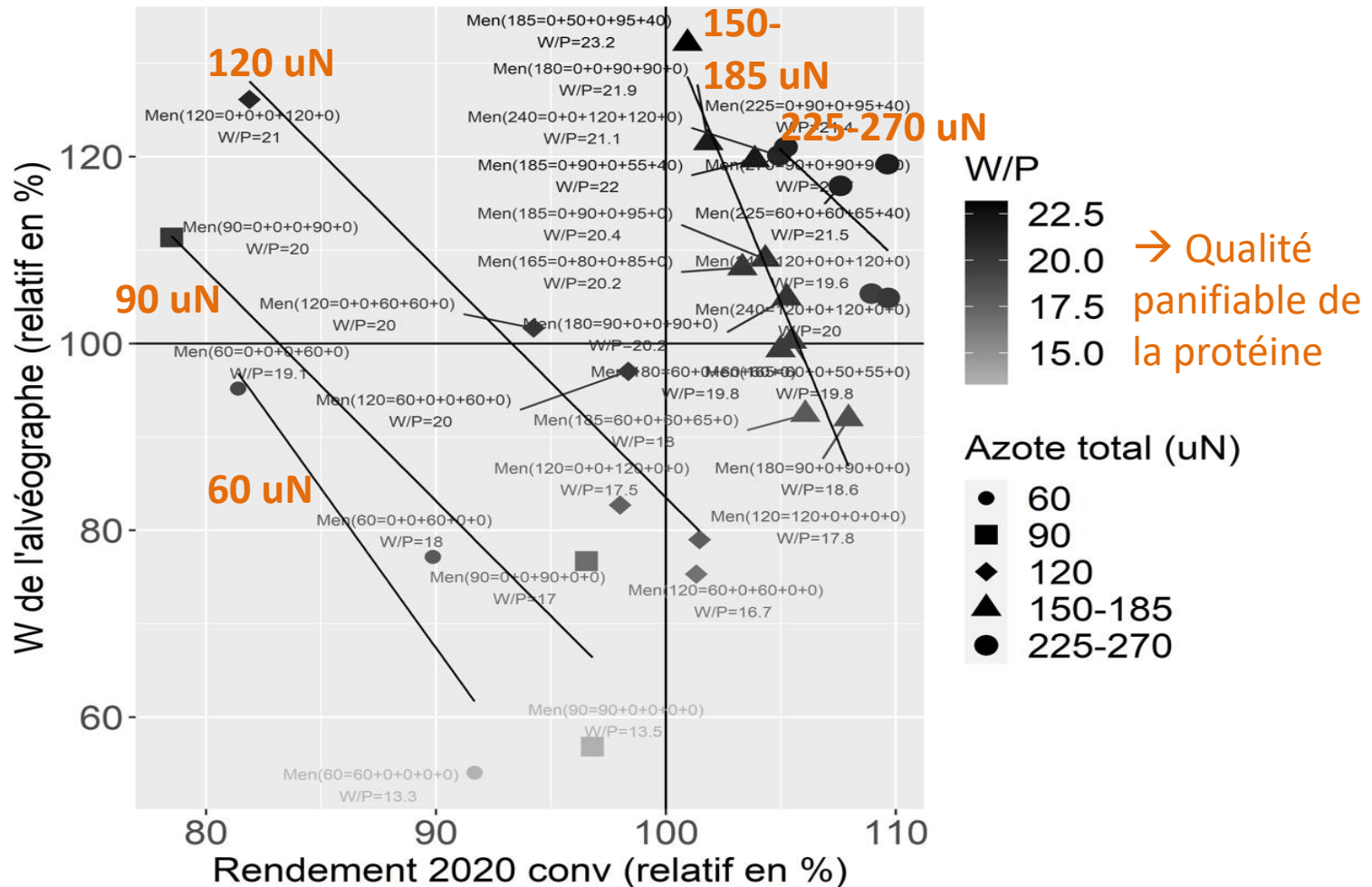
Fraction supplémentaire de 40 N à l'épiaison

→ Augmente la protéine et sa qualité mais pas le rendement phytotechnique

1. La fertilisation azotée du froment

1.6 Levier pour améliorer la teneur en protéines et sa qualité panifiable pour le froment

Fractionnement : variété panifiable supérieure Mentor (Q1) récolte 2020

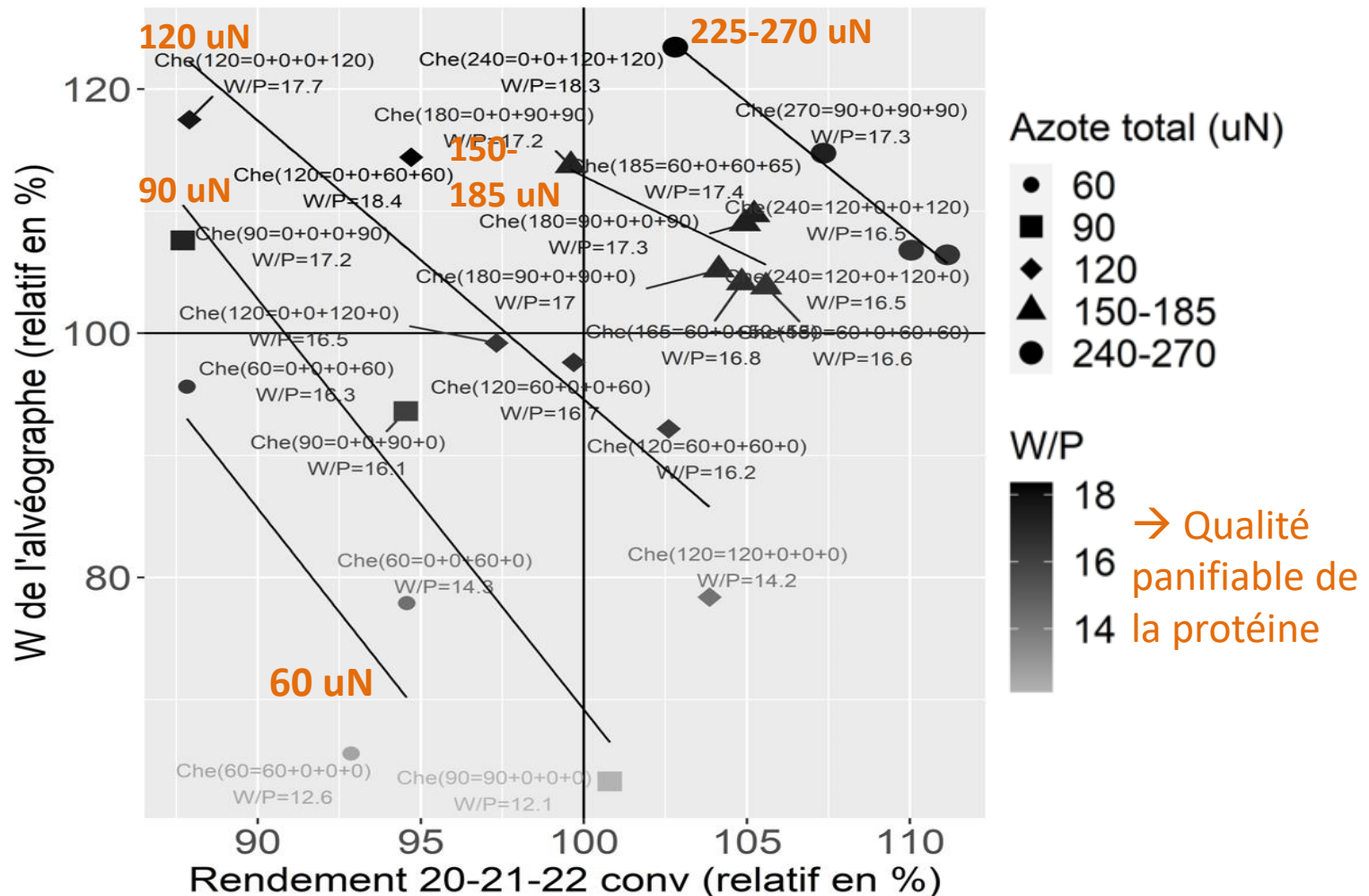


➡ Impact très important du fractionnement sur la force boulangère

1. La fertilisation azotée du froment

1.6 Levier pour améliorer la teneur en protéines et sa qualité panifiable pour le froment

Fractionnement : variété moyennement panifiable Chevignon (Q2) récolte 20-21-22



Fumure LB ➡ Optimum variété Q2 pour rendement-protéines-qualité

2. La fertilisation azotée en froment-pois

2.1 Conseil de fertilisation 2023 – fumure de référence

Fumure de référence en 2 fractions

Fraction intermédiaire « T-R »: **40 N**

Fraction de la dernière feuille : **60 N**

Le respect de ce conseil est primordial afin d'optimiser les performances de l'association sans mettre à mal la fixation symbiotique.



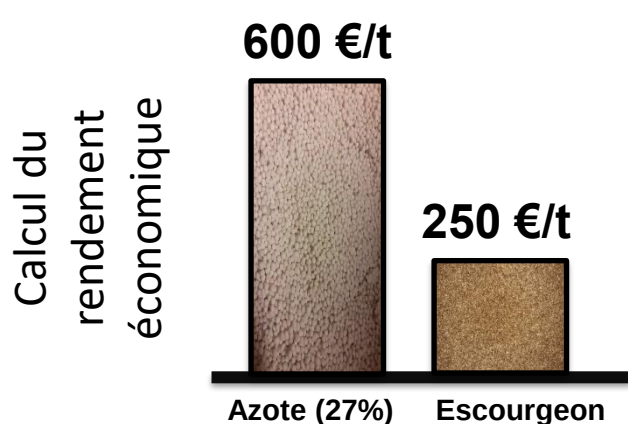
Sommaire du chapitre (+ pages)

2.1	Bilan de la saison culturale	36
2.2	La fertilisation azotée en froment d'hiver	38
2.3	La fertilisation azotée en escourgeon	60
2.4	La fertilisation azotée de l'association du froment-pois	71
2.5	La fertilisation azotée en épeautre	72
2.6	La fertilisation azotée en agriculture biologique : généralités	74

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP)

Intervention	Ath		Lonzée			
	Caractéristique	Modalité / Date	Caractéristique	Modalité / Date	Caractéristique	Modalité / Date
Choix variétal	KWS Orbit	-	KWS Faro	-	Wootan	-
Type de variété	Lignée		Lignée		Hybride	
Date de semis	265 grains/m ²	10-oct	225 grains/m ²	11-oct	175 grains/m ²	11-oct
Précédent	Froment	-	Pomme de terre	-	Pomme de terre	-
Profil azoté (kgN/ha)	profondeur 0-30 cm	8,4	profondeur 0-30 cm	4,9	profondeur 0-30 cm	4,9
	profondeur 30-60 cm	14,4	profondeur 30-60 cm	7,2	profondeur 30-60 cm	7,2
	profondeur 60-90 cm	25,9	profondeur 60-90 cm	8,9	profondeur 60-90 cm	8,9
	Total N minéral	48,7	Total N minéral	21,0	Total N minéral	21,0
Apport de fumure	Tallage (T)	10-mars	Tallage (T)	24-févr	Tallage (T)	24-févr
	Redressement (R)	29-mars	Redressement (R)	28-mars	Redressement (R)	28-mars
	Dernière feuille (DF)	02-mai	Dernière feuille (DF)	02-mai	Dernière feuille (DF)	02-mai
Désherbage	Herold 0,6l/ha + AZ500 150cc/ha	18-oct	Herold 0,6l/ha	11-nov	Herold 0,6l/ha	11-nov
	Allié 25g/ha + Starane Forte 0,3 l/ha	12-avr				
Raccourcisseur	Medax Top 1l/ha	12-avr	Ethephon 1,25l/ha	02-mai	Ethephon 1,25l/ha	02-mai
	0.75 l/ha Ethephon + 0.6 l/ha Terpal	28-avr				
Fongicide	Fandango 1l/ha	14-avr	Simveris 1l/ha+ Comet New 0,5l/ha	13-avr	Simveris 1l/ha+ Comet New 0,5l/ha	13-avr
	Ascra Xpro 1.2l/ha	27-avr	Ascra Xpro 1.2l/ha	04-mai	Ascra Xpro 1.2l/ha	04-mai
Insecticide	-	-	Patriot 0,2l/ha	11-nov	Patriot 0,2l/ha	11-nov
Récolte	-	03-juil	-	06-juil	-	06-juil



Ratio analyse économique
→ 1 kg N = 8,9 kg d'escourgeon



LB 2022

Ratio
→ 1 kg N = 11,9 kg d'escourgeon

LB 2021

Ratio
→ 1 kg N = 4,5 kg d'escourgeon

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Ath (CARAH)** sur **KWS Orbit** (variété lignée)

KWS Orbit								
Objet	T 10-mars	R 29-mars	DF 02-mai	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/ha]	Teneur en protéines [%]
1	0	0	0	0	62	62	62,3	9,0
2	40	30	40	110	87	77	61,5	11,6
3	50	25	50	125	90	79	61,5	11,9
4	40	50	50	140	92	79	61,6	12,3
5	70		70	140	86	73	62,0	12,6
6	40**	50	50	140	93	80	61,2	12,1
7	50	55	50	155	92	79	61,4	12,1
8	80		75	155	93	79	60,6	12,6
9	55	55	60	170	94	79	58,9	12,9
10	65	60	75	200	96	78	60,8	13,0

Les schémas 7-8 (trois ou deux fractions Livre Blanc) donnent de très bons résultats avec une dose totale de 155 kg N/ha

Le schéma 4 (adapté au CARAH) donne de bons résultats avec une dose totale de 140 kg N/ha

L'apport de soufre (sous forme de sulfonitrate 32%S) bénéfique en 2022!

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Lonzée** sur **KWS Faro** (variété lignée)

Objet	KWS Faro								
	T 24-févr	R 28-mars	DF 02-mai	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	Protéines	PMG
1	0	0	0	0	77	77	67,0	9,5	48,0
2	0	35	0	35	93	90	67,8	10,3	45,6
3	35	35	0	70	107	101	64,3	10,6	46,8
4	70	35	0	105	114	105	69,3	11,5	46,8
5	0	35	35	70	107	101	69,4	12,0	47,9
6	35	35	35	105	115	106	69,8	12,8	48,9
7	70	35	35	140	126	114	70,2	12,7	48,6
8	0	70	0	70	109	103	69,4	11,5	49,3
9	35	70	0	105	124	114	69,6	11,7	48,6
10	70	70	0	140	130	118	69,6	12,4	48,3
11	0	70	35	105	120	111	69,7	12,7	48,3
12	35	70	35	140	130	117	69,9	13,3	48,6
13	70	70	35	175	127	111	70,1	13,3	47,7
14	0	70	70	140	121	109	70,1	14,0	48,1
15	35	70	70	175	127	111	69,7	13,6	49,2
16	70	70	70	210	139	120	69,2	13,7	48,0
17	0	105	70	175	129	113	70,2	13,7	50,0
18	35	105	70	210	127	108	69,9	13,7	47,6
19	0	105	105	210	129	110	70,2	14,2	48,5
20	55	55	50	160	130	116	69,9	13	49,5

Besoin de minimum
105 kgN/ha

Certains apports
élevés ont été bien
valorisés en 2022,
attention pas tous !
Prix des engrais en
2023 encore élevés

La fumure conseillée
LB 22 proposait :
55-55-50 uN :
équilibrée, bon résultat
et évite de sur-fertiliser
(enjeux envi. et prix)

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.1 Essais en 2022 à Ath (CARAH) et Lonzée (CePiCOP – Gbx ABT)

- Essai à **Lonzée** sur **Wootan** (variété hybride)

Wootan									
Objet	T 24-févr	R 28-mars	DF 02-mai	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [q/ha]	Rdt Eco [q/ha]	P/HL [kg/hl]	Protéines	PMG
1	0	0	0	0	98	98	69,8	10,5	48,5
2	0	35	0	35	108	105	70,2	10,7	48,6
3	35	35	0	70	119	113	70,3	10,9	47,0
4	70	35	0	105	125	115	71,7	11,6	48,3
5	0	35	35	70	116	110	70,5	11,6	49,6
6	35	35	35	105	126	116	70,6	11,8	49,6
7	70	35	35	140	127	115	70,1	12,3	47,8
8	0	70	0	70	119	113	70,0	11,5	48,8
9	35	70	0	105	126	116	70,4	11,4	48,3
10	70	70	0	140	126	113	68,1	11,8	46,3
11	0	70	35	105	127	117	70,4	11,3	49,8
12	35	70	35	140	131	118	70,1	12,3	49,9
13	70	70	35	175	131	116	70,0	12,3	48,9
14	0	70	70	140	129	116	71,0	12,5	48,7
15	35	70	70	175	132	116	70,6	12,6	49,7
16	70	70	70	210	130	112	69,3	13,2	48,4
17	0	105	70	175	129	113	70,1	12,7	48,9
18	35	105	70	210	129	111	66,8	13,1	47,9
19	0	105	105	210	131	112	70,1	13,0	48,7
20	25	75	75	175	134	119	70,7	12,7	48,7

La fumure
conseillée LB 22
proposait :
25-75-75 uN :
équilibrée, bon
résultat et évite de
sur-fertiliser (enjeux
envi. et prix)

C'est d'ailleurs le
meilleur résultat de
rendement
économique !

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.2 Situation en sortie d'hiver 2023 – Réserve en azote minéral (kg N-NO3/ha)

Dans le Livre Blanc (livre), résultats avec les analyses reçues jusqu'au 6/02.

Tableaux des reliquats avec les derniers résultats reçus :

(uniquement en précédent froment)

		Réserve en azote minéral en kgN/ha														Moyenne
		2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
	Nbr de profils	49	29	17	18	29	18	30	34	21	29	22	10	6	5	
Profondeur (cm)	0-30	9	8	10	8	11	8	21	7	6	5	8	9	10	9	9
	30-60	8	9	11	7	11	8	32	5	5	5	8	9	12	7	10
	60-90	9	11	17	12	15	12	22	7	5	8	10	12	10	9	11
Total (cm)	0-90	26	28	38	28	37	28	75	19	16	18	26	30	32	25	30

Similaires aux années précédentes et se rapprochent de la moyenne de ces 13 dernières années (30 kg Nmin/ha sur 0-90 cm) mais est très légèrement inférieure.

Attention, corriger vos apports avec le précédent utilisé : maïs, pois, épinards, PDT,... donnent des résultats de reliquats **plus élevés** (de 30 à 70 kg N/ha dans certains profils).

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.3 Conseil de fertilisation 2023 – fumures de référence

Variété lignée

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : **55 N**

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : **55 N**

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : **50 N**

Variété hybride

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : **25 N**

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : **75 N**

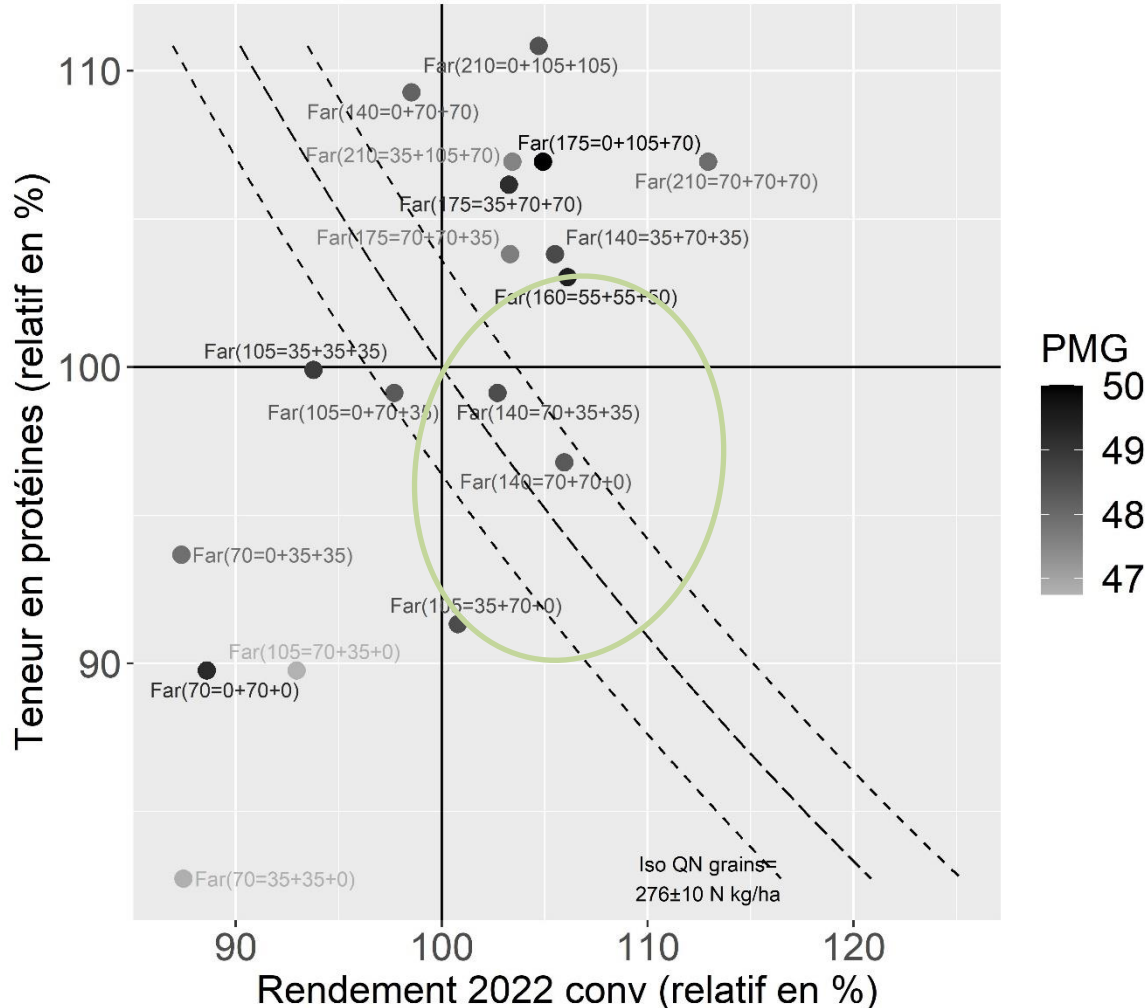
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : **75 N**

ATTENTION : à ajuster à chaque parcelle avec la région, état du sol, précédent, apport de fumure organique,...

En Condroz dans une situation précise, la fumure référence lignée 55-55-50 kg N/ha devient **60-65-55 kg N/ha** par exemple.

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.3 Conseil spécifique à l'orge de brasserie



Comparaison des programmes en **trois fractions** (tallage, redressement, dernière feuille)

Eviter de mettre des grosses quantités dans le dernier apport.

Les programmes :

55-55-50 kg N/ha (! protéines)

70-35-35kg N/ha

70-70-0kg N/ha

Sont les plus conseillées pour une culture d'orge brassicole d'hiver

Attention, données d'essais uniquement de 2022 sur KWS Faro (orge 6 rangs)

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.3 Etat des parcelles



Semis 26/10/22 en BIO
Photo 20/02 à Gembloux



Semis 8/10/22 Variété Visuel
Photo 14/02 à Saint-Denis

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.3 Etat des parcelles



Fin tallage et très
nombreuses talles
N'atteint pas encore le
stade de l'épi d'1 cm
(redressement)

Semis 7/10/22, plateforme d'essai
Photo 20/02 à Lonzée (précédent PDT)

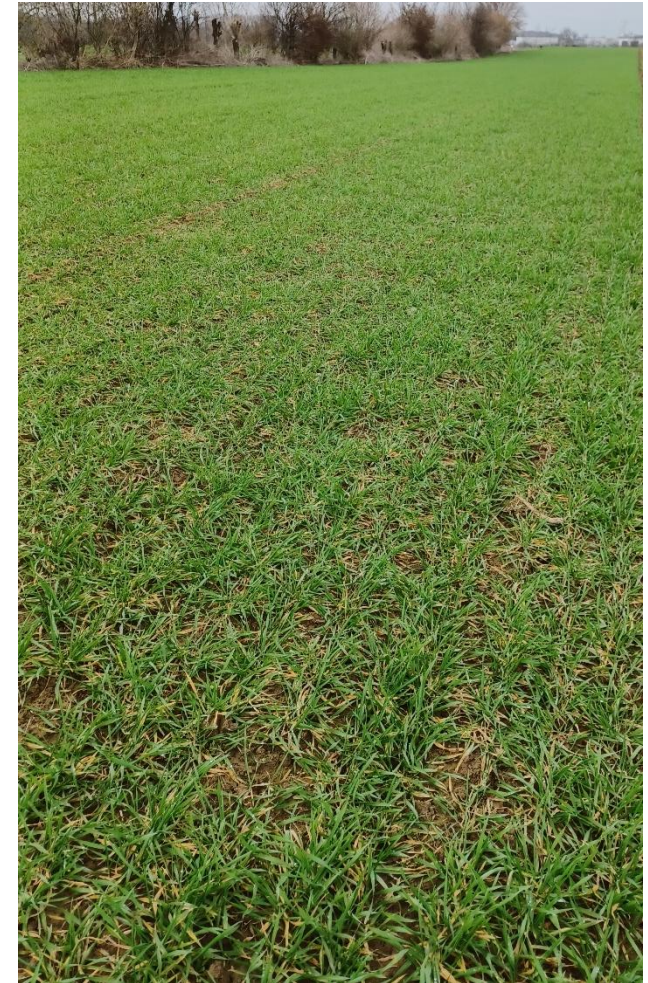


Photo 20/02 à Gembloux

3. La fertilisation azotée de l'escourgeon

3.3 Conseil de fertilisation 2023 – fumures de référence

- **Conseils pour les parcelles avec stades avancés :**

Trop tard pour apporter la fraction de tallage ! Ces escourgeons ont souvent déjà profité de la minéralisation d'automne > apporter de l'azote mais de façon ajustée.

Pour l'escourgeon ligné,

Tallage (1ère fraction) :	0 N
Redressement (2ème fraction) :	80 N
Dernière feuille (3ème fraction) :	60 N

Pour l'escourgeon hybride :

Tallage (1ère fraction) :	0 N
Redressement (2ème fraction) :	75 N
Dernière feuille (3ème fraction) :	75 N



Eviter de nourrir trop de talles secondaires non productives, et éviter de favoriser la verse et les maladies pour des plantes avec de nombreuses tiges et de trop longs entre-nœuds!

**Merci de votre attention
Bonne saison 2023 !**

