

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver de la récolte 2023

B. Godin¹, P.-Y. Werrie¹, A. Chandelier², A. Pissard³,
G. Jacquemin⁴, B. Van der Verren⁵, A. Nysten⁵, R. Meza⁶, D. Eylenbosch⁶

1	Aperçu global	160
2	Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver au regard des années précédentes	161
3	Qualité technologique des froments au regard des besoins des transformateurs.....	172
4	Les catégories de qualité technologique des variétés de froment.....	174

¹ CRA-W – Département Connaissance et Valorisation des Produits – Unité Valorisation des Produits, de la Biomasse et du Bois

² CRA-W – Département Sciences du vivant – Unité Santé des Plantes & Forêts

³ CRA-W – Département Connaissance et Valorisation des Produits – Unité Qualité et authentification des produits

⁴ CRA-W – Département Sciences du vivant – Unité Biodiversité et amélioration des plantes et forêts

⁵ CePiCOP asbl – Centre Pilote Céréales et Oléo-protéagineux – Subventionné par SPW-DGARNE

⁶ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

1 Aperçu global

Cette année de culture 2022-2023 a été marquée par des conditions climatiques très contrastées d'une saison à l'autre. L'automne et hiver doux a été très favorable à un tallage très généreux. La première moitié de printemps pluvieux a permis de continuer un bon développement de la culture et la bonne mobilisation de l'azote. Cette météo pluvieuse à ce stade a l'inconvénient de faire « filer » les tiges. Cela laissait présager un risque de verse pour la fin du cycle de culture qui s'est concrétisé avec l'orage du 22/06. La deuxième moitié du printemps a été marquée par un ensoleillement et chaleur trop élevés. Cela a perturbé la remobilisation de l'azote des feuilles ainsi que son absorption directe par la plante qui se trouvait à cette période aux stades critiques de la dernière feuille, épiaison, floraison et début de remplissage du grain. Cet ensoleillement et celui du début de l'été ont permis un bon remplissage du grain. Ces conditions permettent d'obtenir des grains avec de bons poids de 1000 grains et de bons poids à l'hectolitre ainsi que des rendements élevés ; sauf dans les situations très sensibles à la sécheresse telles que les sols sablonneux ou caillouteux, ainsi que les parcelles présentant des défauts de structure ou encore les parcelles avec des risques de verse.

Les froments sont arrivés à leur maturité optimale de manière précoce autour du 20/07. Les récoltes débutent désormais souvent déjà une semaine avant cette date pour gérer le risque de pluies prolongées. 42 % des lots ont été récoltés lors de cette période du 14 au 22/07, des lots venant surtout dans la moitié Ouest du Hainaut. Ensuite, la moisson a été bloquée plus de 2 semaines par d'importantes averses successives. De telles conditions avec un grain au-delà de la maturité ont déclenché une pré-germination physiologique (impactant négativement le temps de chute de Hagberg) suivi d'une germination et de la verse. Les 58% de lots restants, de qualité nettement moindre, ont été récoltés sur 2 semaines du 09/08 au 21/08. Toutes les régions autour de la Belgique ont également subi des conditions météorologiques au moins aussi néfastes juste avant et/ou pendant leur moisson.

Tableau 1 – Caractéristiques générales de la moisson 2023.

	Récolte de juillet	Récolte d'août
Rendement à l'hectare	Hétérogène mais élevé	Hétérogène mais moyen
Humidité	Moyenne / peu de lots à humidité > 15,5%	Sec
Teneur en protéine	Faible	
Qualité panifiable de la protéine	Faible	
Temps de chute de Hagberg	Bon	Souvent bien trop bas pour une utilisation en meunerie
Poids de milles grains	Bon	Bon
Poids à l'hectolitre	Bon	Faible
Mycotoxine DON	Très faible	

La qualité de cette moisson (Tableau 1) tant de juillet que d'août reste compatible avec une utilisation en amidonnerie et en production de bioéthanol ainsi qu'en alimentation animale. Les lots de juillet des variétés de qualité Q1 sont exploitables en meunerie-boulangerie. Pour ceux d'août, il faut systématiquement vérifier le temps de chute de Hagberg. Il est souvent très problématique sauf pour certaines variétés. Pour qu'un lot soit compatible avec cette valorisation, il est également essentiel de vérifier sa qualité panifiable.

Cette synthèse repose sur les analyses des principaux stockeurs wallons avant tri. Les données de qualité technologique des essais variétaux se trouvent dans le chapitre « Choix variétal ».

2 Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver au regard des années précédentes

2.1 Qualité technologique

2.1.1 Représentativité des variétés

La représentativité des variétés de froment issues des moissons 2023 en Wallonie est illustrée à la Figure 1. Elle est basée sur les réceptions des lots par les stockeurs. Elle nous montre que la variété **Chevignon** (17,8 %) est toujours la plus cultivée en Wallonie. Elle est suivie de **KWS Extase** (12,5 %), **LG Skyscraper** (6,1%), **Positiv** (6,0%), **Campesino** (5,9%) et **SU Ecusson** (4,9%). Ces 5 variétés représentent 53,2% des lots récoltés. Il fallait 5 variétés pour arriver à cette valeur lors de la récolte 2021. Les 13 variétés les plus cultivées en 2023 représentent 70,0 % des lots récoltés. C'est une valeur proche de celles dans années précédentes.

Une diminution de la large diversité de variétés cultivées permet de simplifier l'allotement de lots et variétés semblables. Cela est bénéfique à la constitution de lots de qualité plus homogène destinés à la meunerie-boulangerie. Cette pratique est possible avec **Chevignon** et **KWS Extase** vu leur représentativité et leur qualité panifiable supérieure de qualité Q2. Il est aussi nécessaire d'alloter les variétés avec les meilleures qualités panifiables pour en préserver la valeur ajoutée. A priori les variétés cultivées en Wallonie sont essentiellement orientées vers une valorisation en amidonnerie-glutenerie-éthanolerie (qualité Q3 et Q2) ou fourragère (qualité Q4 et Q3). Notons que **LG Skyscraper** et **SU Ecusson** sont utilisables en biscuiterie.

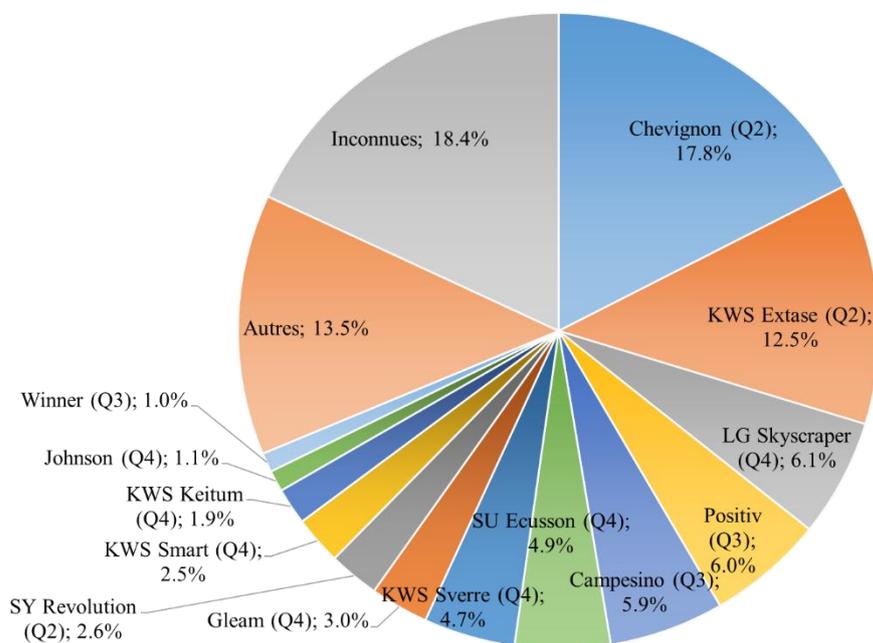


Figure 1 – Représentativité des variétés de froment de la récolte 2023 (analyses des stockeurs).

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

Au niveau de la représentativité des variétés en termes de qualité technologique et aptitude à la panification en pur et sans additifs :

- 5,1% sont de qualité Q1 (Froment panifiable premium belge). Les variétés les plus fréquentes dans cette catégorie sont en ordre décroissant : KWS Dag, SU Addiction, Mentor, LG Keramik, KWS Emerick, RGT Perkussion, KWS Talent et Cubitus. Q1 est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle au moins des VRM (Variétés Recommandées par la Meunerie) en France et au moins de qualité A en Allemagne.
- 43% sont de qualité Q2 (Froment panifiable supérieur belge). Q2 est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des BPFM (Blés Pour la Meunerie Française) en France et qualité B en Allemagne.
- 18,8% sont de qualité Q3 (Froment amidonnerie belge ; blé standard belge). Q3 est une catégorie de qualité pouvant être utilisée en amidonnerie-glutennerie-éthanolerie. La qualité Q2 peut également être utilisée pour ces 3 transformations.
- 33,1% sont de qualité Q4 (Froment basique belge ; blé standard belge). Q4 est une catégorie de qualité fourragère en raison d'un défaut très significatif dans le profil de qualité de la variété. Certaines variétés spécifiques en qualité Q4 sont parfois également destinées à l'alimentation humaine comme la biscuiterie.

Il faut être conscient que les variétés de froment avec une haute qualité technologique à la panification peuvent avoir des rendements à l'hectare réduits. La culture de variétés de qualité panifiable premium Q1 nécessite donc de s'assurer une récolte contractualisée ainsi qu'un revenu et une marge brute à l'hectare similaires aux variétés de qualité plus faible.

Les variétés les plus utilisées dans les meuneries du BeNeLux en 2022 (Clarys, 2022) sont dans l'ordre décroissant : Moschus (plus de 20%), RGT Reform, KWS Emerick, Chevignon, Genius, Bernstein, Cubitus, Complice, LG Magirus et KWS Extase. Les 3 premières variétés sont des variétés élites améliorantes, c'est-à-dire des variétés panifiables de qualité Q1 premium améliorantes.

2.1.2 Qualité technologique

Les données relatives à la qualité technologique des froments 2023 présentées dans le Tableau 2 se basent sur les données disponibles () des analyses des stockeurs avant tri à la date du 28/08/2023.

Tableau 2 – Qualité technologique des froments de la récolte 2023 (analyses des stockeurs avant tri).

	n	Moy.	Min.	Perc. 25%	Perc. 75%	Max.
Humidité (%)	28269	13,2	9,3	14,1	15,0	23,9
Protéines (N*5,7 ; % MS)	4362	10,4	7,2	11,2	11,9	16,3
Zélny infrarouge (ml)	2717	29	11	35	40	60
Poids à l'hectolitre brut (kg/hl)	28269	72,0	54,4	74,5	77,4	85,0

n = Nombre d'échantillons, Moy = Moyenne, Min = Minimum, Max = Maximum, Per = Percentile

Le Tableau 3 permet de situer la récolte 2023 en termes de qualité par rapport aux années antérieures. A cela, les plus mauvaises années en temps de chute de Hagberg ont été ajoutées.

Tableau 3 – Qualité technologique des froments avant tri : comparaison avec les années antérieures dont les plus mauvaises pour le temps de chute de Hagberg (analyses des stockeurs avant tri).

Année	Humidité %	Protéines (N*5,7) % MS	Z/P	Zélény infrarouge ml	Hagberg s	Poids à l'hectolitre brut kg/hl
1987	<u>15,5</u>	13,1	3,0	39	<u>150</u>	73,3
1993	14,0	12,3	3,7	46	<u>174</u>	76,5
2000	<u>14,8</u>	12,3	3,0	37	<u>169</u>	75,6
2002	13,9	<u>11,4</u>	3,2	37	<u>224</u>	76,0
2005	<u>15,1</u>	12,0	3,2	38	<u>171</u>	75,7
2006	13,7	12,5	3,4	43	<u>150</u>	79,7
2007	14,4	12,3	3,2	39	<u>220</u>	74,2
2010	14,6	11,6	<u>2,9</u>	<u>34</u>	<u>173</u>	76,4
2012	14,4	11,8	3,1	36	<u>225</u>	73,9
2016	<u>14,9</u>	12,1	3,3	39	<u>214</u>	72,2
2020	13,5	<u>11,3</u>	3,0	<u>33</u>	288	79,3
2021	<u>14,7</u>	11,7	3,3	38	<u>202</u>	<u>71,4</u>
2022	13,1	<u>10,7</u>	<u>2,8</u>	<u>30</u>	345	79,5
2023	14,1	<u>11,2</u>	3,1	35	<u>164</u>	74,5
Juillet / Août	<u>14,7</u> / 13,7	<u>11,1</u> / <u>11,3</u>	<u>2,9</u> / 3,2	<u>33</u> / 36	256 / <u>98</u>	77,6 / <u>72,3</u>

Les plus mauvaises valeurs observées sont soulignées en rouge.

La récolte 2023 se trouve sur la droite moyenne en termes d'équilibre rendement et teneur en protéine sur la Figure 2. Par contre, au niveau de la relation entre rayonnement lumineux et le cumul des pluies, nous observons une situation comme 2006 où l'effet bénéfique sur la qualité d'un ensoleillement important de juin et juillet est annulé par des pluies à maturité du grain induisant de la pré-germination (Hagberg) et germination.

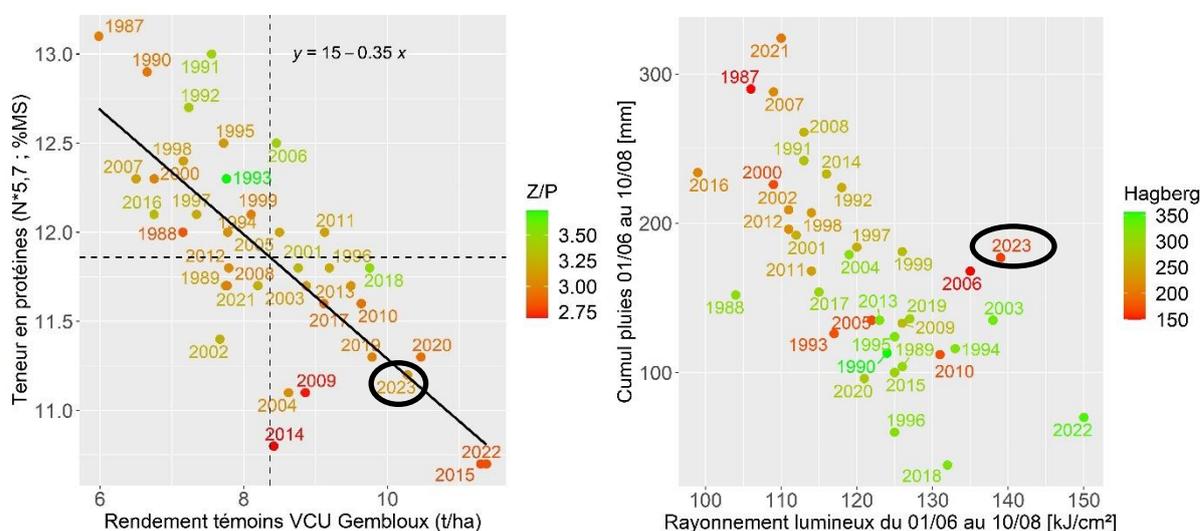


Figure 2 – Relation entre rendement et teneur en protéines (à gauche) et rayonnement lumineux et cumul des pluies (à droite) de la culture de froment au cours du temps.

Les données du mélange des lieux wallons de la post-inscription du CRA-W en froment montrent également que la teneur en protéines dépend fortement du rendement et que cette relation significative est négative. Cela confirme qu'il faut choisir entre rendement élevé ou teneur en protéine élevée. Cette relation pour les variétés est illustrée à la fin de ce chapitre pour les froments en culture conventionnelle et biologique.

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

2.1.3 Humidité de la récolte

En ce qui concerne l'humidité de la récolte 2023, la moyenne est de 14,7 % pour juillet et 13,7% pour août. La récolte d'août est bien en adéquation (73% des lots) au niveau du barème Fegra (<14,5%). Celle de juillet l'est un peu moins (39% des lots) mais cela reste raisonnable car peu de lots y ont été livrés à une humidité de plus de 15,5% (Tableau 4).

Il paraît donc pertinent économiquement (comme dans d'autres pays européens) de procéder au séchage de lots un peu trop humides afin de préserver leur qualité technologique et d'éviter d'importantes pertes en grains au champ.

Rappelons que, dans la mesure du possible, la livraison de lots mûrs et secs ou séchés rapidement reste une condition essentielle pour le stockage des céréales. Pour suivre au mieux l'humidité de vos parcelles, il est conseillé de réaliser cela à l'aide d'une « mini-bat » portable. Les lots contenant des adventices nécessitent aussi un séchage et une ventilation. Il faut être vigilant à ce niveau spécialement pour les lots venant de l'agriculture biologique. Un pré-nettoyage comme le passage au cyclone permet de limiter ce risque.

Tableau 4 – Répartition de l'humidité de la récolte de froment (analyses des stockeurs avant tri).

	2020	2021	2022	2023	Juillet 2023	Août 2023
Humidité (%)	%	%	%	%	%	%
< 14.5	75	49	86	59	39	73
14.5- 15.4	19	23	10	28	42	18
15.5-17.4	6	22	3	13	18	8
≥ 17.5	1	6	0	1	1	0

2.1.4 Quantité et qualité technologique des protéines

Pour ce qui est des paramètres relatifs à la qualité technologique, la teneur en protéines de la récolte 2023 est de 11,2% sans différence significative entre la récolte de juillet et celle d'août. C'est une valeur relativement basse mais tout de même plus élevée qu'en 2022. Les rendements à l'hectare au-dessus de la moyenne, comme cette année, sont connus pour se traduire par une dilution de la teneur en protéines.

La grande majorité des lots (86%) de 2023 ont une valeur en protéines supérieure au seuil de 10,0% à appliquer pour une utilisation en amidonnerie-éthanolerie belge (Tableau 5). Il y a tout de même 40% de lots avec une teneur en protéine supérieure à 11,5%. C'est un minimum pour les variétés panifiables à destination de la meunerie-boulangerie. Pour cette valorisation, il est fondamental d'opter pour une variété panifiable premium belge (Q1) afin de s'assurer d'une quantité et d'une qualité technologique de protéine assez importante.

La qualité panifiable de la protéine est plutôt basse même si l'indice de sédimentation de Zélény et le Z/P des lots analysés sont en moyenne de respectivement 35 ml et 3,1. Les valeurs de Zélény des lots d'août sont vraisemblablement biaisées car elles sont plus élevées que celles de la récolte de juillet. Cela n'est pas pertinent et pas en phase non plus avec les résultats des alvéographes de Chopin réalisés sur la récolte de 2023. La méthode de l'indice de sédimentation de Zélény n'est pas adaptée aux grains en sur-maturité excessive car elle n'a pas été développée pour cela.

Tableau 5 – Répartition de la teneur en protéines des récoltes de froment analyses stockeurs avant tri).

	2020	2021	2022	2023	Juillet 2023	Août 2023
Protéines (N*5,7 ; %MS)	%	%	%	%	%	%
< 9.5	2	2	11	6	5	6
9.5 - 9.9	4	2	13	8	8	7
10.0 - 10.4	9	6	17	12	13	12
10.5 - 10.9	18	12	20	16	17	16
11.0 - 11.4	24	20	17	18	21	15
11.5 - 11.9	21	21	11	16	16	15
≥ 12.0	22	37	12	24	21	28

2.1.5 Poids à l'hectolitre

La moyenne du poids à l'hectolitre brut de la récolte 2023 est de 77,6 kg/hl pour la récolte de juillet et de 72,3 pour celle d'août. Presque tous les lots de juillet respectent le seuil strict de 72,0 kg/hl à appliquer en amidonnerie-éthanolerie. Par contre, pour la récolte d'août, il n'y a plus que 41% des lots respectant ce seuil (Tableau 6). Cette diminution du poids à l'hectolitre est liée aux pluies (0,5 kg/hl par 10 mm de pluie) et à la (pré-)germination. Heureusement, le poids à l'hectolitre n'a pas d'impact au niveau de la valeur alimentaire et technologique sauf pour des valeurs extrêmement basses.

Tableau 6 – Répartition du poids à l'hectolitre des récoltes de froment (analyses stockeurs avant tri).

	2020	2021	2022	2023	Juillet 2023	Août 2023
Poids à l'hectolitre brut (kg/hl)	%	%	%	%	%	%
< 69.0	0	22	0	5	1	9
69.0 - 72.9	1	44	1	31	3	50
73.0 - 75.9	5	27	7	28	17	36
76.0 - 77.9	18	5	17	16	32	4
> 78.0	76	3	76	20	47	1

2.1.6 Temps de chute de Hagberg

Comme montré dans le Tableau 7, les temps de chute de Hagberg de la récolte de juillet 2023 sont bons (en moyenne 256 s). Par contre, les lots d'août présentent souvent des valeurs bien en-dessous du seuil souple de 180 s (en moyenne 98 s). Il faut donc systématiquement vérifier le temps de chute de Hagberg des lots d'août à destination de la meunerie. Cela n'affecte pas l'utilisation du grain en alimentation animale tant qu'il est sec.

Tous les facteurs étaient réunis cette année pour une germination rapide et intense. Des pluies systématiques survenant après la maturité du grain induisent le démarrage de la germination du grain. Ce phénomène est accéléré par des faibles températures en sur-maturité. Le grain est d'autant plus sensible à cette germination lorsque les températures sont élevées entre les 30 et 50 jours après l'épiaison ce qui fut le cas cette année avec un mois de juin particulièrement chaud et ensoleillé. La germination peut avoir lieu même sur des épis non versés. Ce phénomène débute avec la pré-germination physiologique du grain qui est mesurée par le temps de chute de Hagberg.

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

Tableau 7 – Répartition du temps de chute de Hagberg des récoltes de froment (analyses stockeurs avant tri).

	2020	2021	2022	Août 2023
Temps de chute de Hagberg (s)	%	%	%	%
60 - 120	0	13	0	79
121 - 150	0	10	0	5
151 - 180	0	15	0	4
181 - 220	0	18	0	4
> 220	100	44	100	8

A. Suivi du temps de chute de Hagberg en multisites du froment d'hiver

Les temps de chute de Hagberg ont été observés pour 4 lieux dans le cadre des essais menés en conduite conventionnelle par le CRA-W (Figure 3). Ces lieux ont été moissonnés autour du 13 août. Dans l'ensemble des lieux, une pré-germination physiologique importante a été observée. Toutes les conditions étaient réunies cette année pour déclencher ce phénomène comme expliqué ci-dessus. Ce phénomène est d'autant plus conséquent pour une récolte 3 semaines après la date de l'optimum de maturité. Certaines variétés dans ces conditions particulières restent compatibles avec une utilisation en meunerie-boulangerie car elles s'avèrent résistantes à cette pré-germination avec des valeurs généralement supérieures à 220 s : **Christoph en Q1 panifiable premium** et **KWS Extase** (deuxième variété la plus cultivée en Wallonie et en France) en Q2 panifiable supérieur. Les variétés Q3 amidonnerie **Campesino**, **SU Ecusson** et **Winner** avec des valeurs de temps de chute autour des 140 s sont compatibles pour l'utilisation en amidonnerie-glutenerie-éthanolerie.

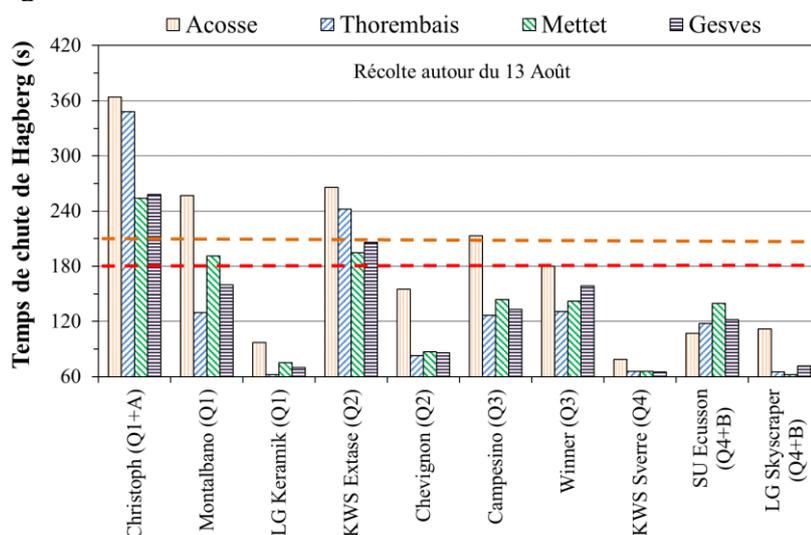


Figure 3 – Temps de chute de Hagberg des essais de froment d'hiver du réseau d'essai variétaux de post-inscription du CRA-W conduits en protection fongicide complète et récoltés autour du 13 Août.

La sensibilité des variétés en 2023 à la pré-germination physiologique par la mesure du temps de chute de Hagberg de 2023 par rapport aux années précédentes est illustrée à la Figure 4. Les variétés situées autour et en-dessous de la courbe inférieure en pointillés ont été sensibles à la pré-germination physiologique dans le réseau d'essai variétaux de post-inscription du CRA-W conduits en protection fongicide complète, à savoir : **Champion**, **Chevignon**, **Geluck**, **Gleam**, **Johnson**, **KWS Sverre**, **KWS Keitum**, **LG Keramik**, **SU Ecusson** et **WPB Calgary**. Les variétés autour et au-dessus de la courbe supérieure en pointillés ont été peu sensibles à la pré-germination physiologique dans ce réseau, à savoir : **Christoph**, **Crossway**, **Hyking**, **KWS Dag**, **KWS Donovan**, **KWS Extase**, **LG Apollo** et **RGT Perkussio**.

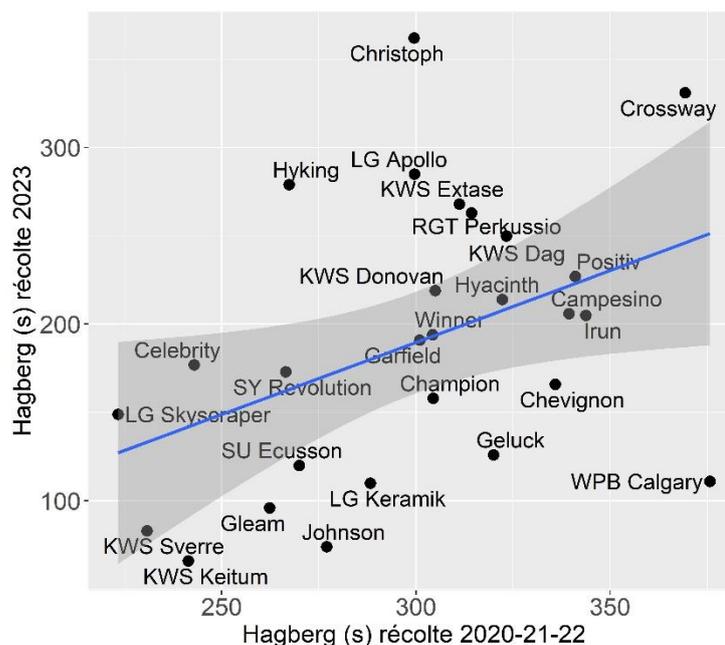


Figure 4 – Sensibilité à la pré-germination physiologique en comparant les valeurs de temps de chute de Hagberg de la récolte 2023 avec la moyenne de 2020 à 2022 du réseau d'essai variétaux de post-inscription du CRA-W conduits en protection fongicide complète.

B. Temps de chute de Hagberg et son évolution pour différentes céréales à paille

Comme les années précédentes, un suivi de l'évolution du temps de chute de Hagberg en froment d'hiver a été réalisé sur base de 3 variétés (**Chevignon**, **Cubitus** et **LG Skyscraper**) à Gembloux. Dans le cadre du développement des filières céréalières en Wallonie, ce suivi est élargi à Gembloux à d'autres céréales alimentaires, à savoir : Epeautre d'hiver – Cosmos ; Blé dur d'hiver – Wintergold ; Orge brassicole de printemps – RGT Planet ; Avoine de printemps – KWS Opaline.

L'objectif est le suivi de la maturité sur base du temps de chute de Hagberg à des dates de prélèvements avant et après la date optimale afin de s'assurer que la récolte n'a pas été trop précoce, trop tardive ou qu'aucune pré-germination physiologique ne s'est initiée. Le temps de chute de Hagberg permet de déterminer l'activité α -amylasique des céréales à paille. Celui-ci suit une évolution qui dépend de la variété, de la date de semis, du pédoclimat, de la fumure, de l'utilisation de produits phytosanitaires, de la verse et de l'année.

L'optimum de la courbe du temps de chute de Hagberg correspond à la période où la céréale arrive à la maturité physiologique idéale pour sa récolte. Avant l'optimum, les grains sont immatures et présentent normalement un temps de chute de Hagberg inférieur au seuil strict de 220 s pour le froment et l'épeautre mais de 150 s pour le blé dur et orge. Des grains récoltés immatures, c'est-à-dire bien avant l'optimum vont encore respirer et faire augmenter l'humidité du lot pendant le stockage. Cela peut être évité en séchant les grains. Après l'optimum, les grains risquent d'entamer plus ou moins rapidement leur pré-germination physiologique ainsi que le développement de mycotoxines par la fusariose des épis. Si cela arrive rapidement, ils ne seront plus valorisables par les filières de transformation. Les espèces susceptibles d'être

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

affectées par la pré-germination physiologique sur pied sont (de la moins sensible à la plus sensible) : l'épeautre, le froment, l'orge, le blé dur, triticale et le seigle.

Froment d'hiver

Les froments d'hiver à Gembloux ont atteint leur maturité à partir du 20 juillet (Figure 5). Le poids à l'hectolitre et le temps de chute de Hagberg diminuent de manière conséquente à cause des pluies. La variété LG Skyscraper est passée tout juste au-dessus du seuil strict de 220s. Ce type de variété a un temps de chute de Hagberg qui n'est jamais très élevé à son optimum.

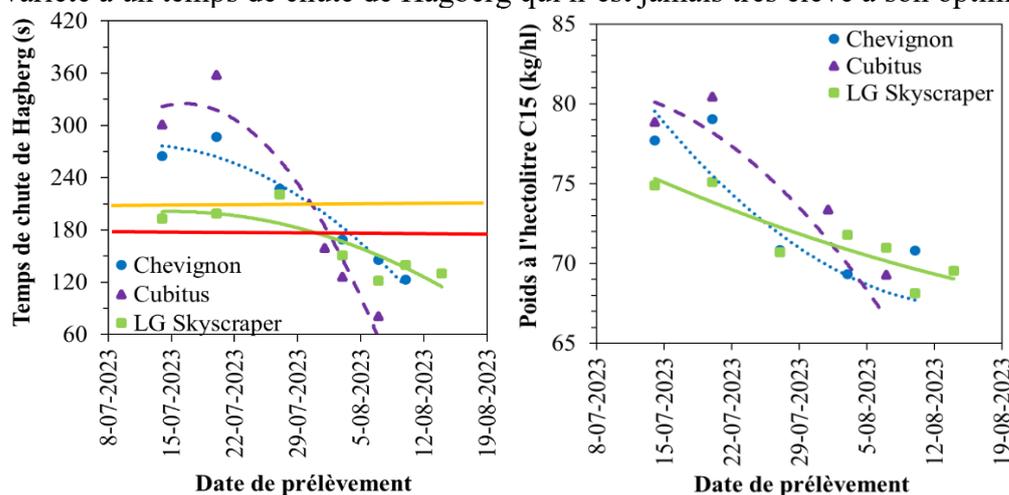


Figure 5 – Evolution du temps de chute de Hagberg (avec son seuil strict à 220 s et souple à 180 s) et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi des variétés Chevignon, Cubitus et LG Skyscraper (CePiCOP-CRA-W).

Epeautre d'hiver

L'épeautre d'hiver **Cosmos** à Gembloux a atteint sa maturité à partir du 22 juillet (Figure 6). Son poids à l'hectolitre est resté stable malgré les pluies. Cela peut s'expliquer par les biais variables sur la mesure du poids à l'hectolitre des grains nus en épeautre qui dépend du taux de grains nus et aussi du déroulement du décortiquage qui casse plus ou moins les grains.

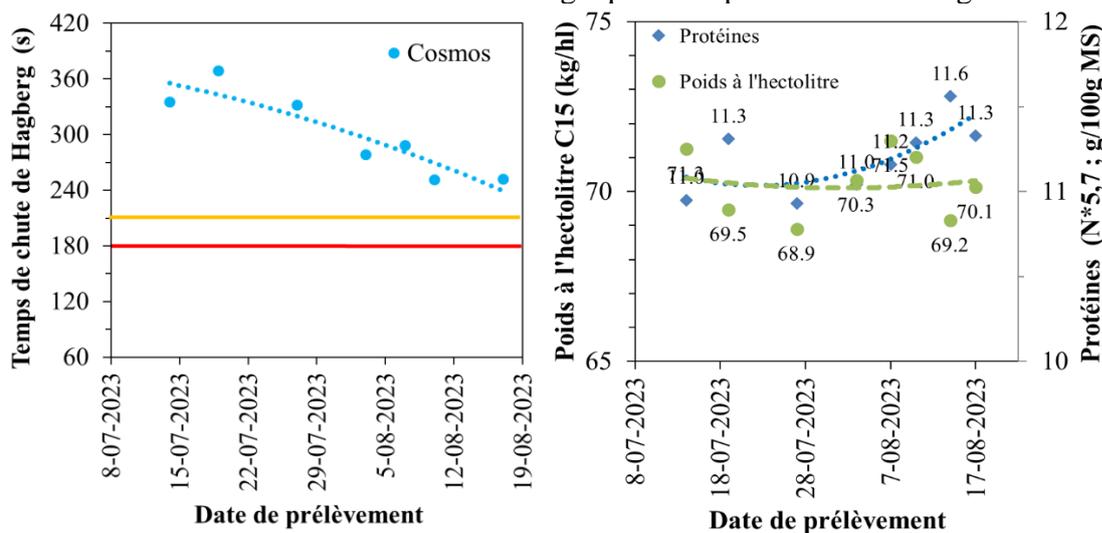


Figure 6 – Evolution du temps de chute de Hagberg (avec son seuil strict à 220 s et souple à 180 s), de la teneur en protéines et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété Cosmos (CRA-W).

Blé dur d'hiver

Le blé dur d'hiver **Wintergold** à Gembloux a atteint sa maturité à partir du 16 juillet (Figure 7). Son poids à l'hectolitre et temps de chute de Hagberg ont fortement diminué à cause des pluies.

Sa valeur à l'optimum du temps de chute de Hagberg en récolte 2023 (320 s) est très différente à la récolte 2021 (220 s) et 2022 (400 s). Cet optimum s'avère donc être très différent en fonction des conditions météorologiques entre l'épiaison et la moisson en blé dur. Une telle variabilité ne s'observe pas pour les autres céréales.

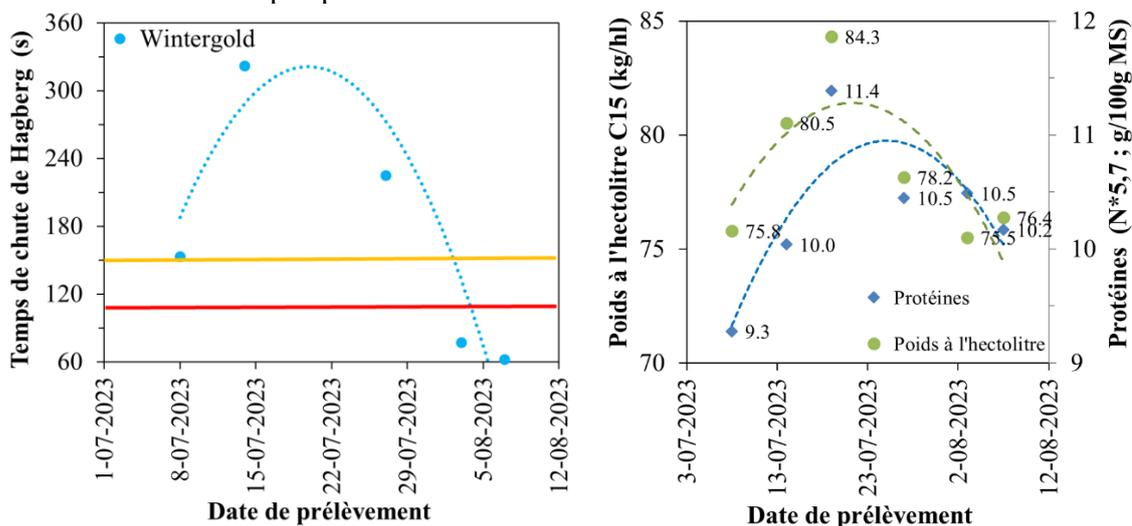


Figure 7 – Evolution du temps de chute de Hagberg (avec son seuil strict à 150 s et souple à 100 s), de la teneur en protéines et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété Wintergold (CRA-W).

Orge brassicole de printemps

L'orge brassicole de printemps **RGT Planet** à Gembloux a atteint sa maturité à partir du 22 juillet (Figure 8). Son poids à l'hectolitre et temps de chute de Hagberg ont diminué de manière conséquente à cause des pluies.

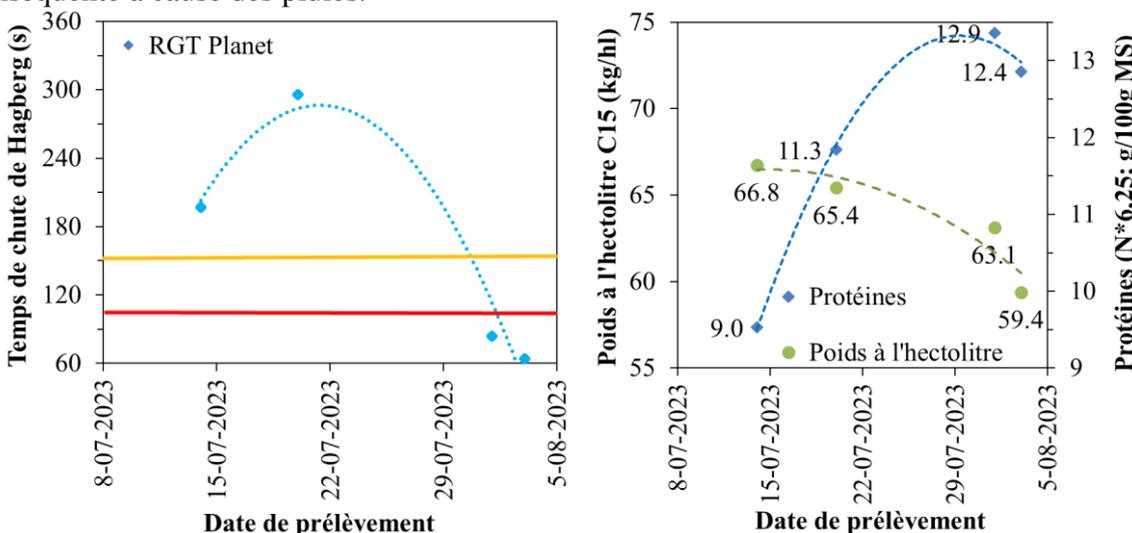


Figure 8 – Evolution du temps de chute de Hagberg (avec son seuil strict à 150 s et souple à 100 s), de la teneur en protéines et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété RGT Planet (CePiCOP-CRA-W).

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

Avoine de printemps

L'avoine de printemps KWS Opaline à Gembloux a atteint sa maturité à partir du 28 juillet (Figure 9). Son poids à l'hectolitre a diminué dû aux pluies.

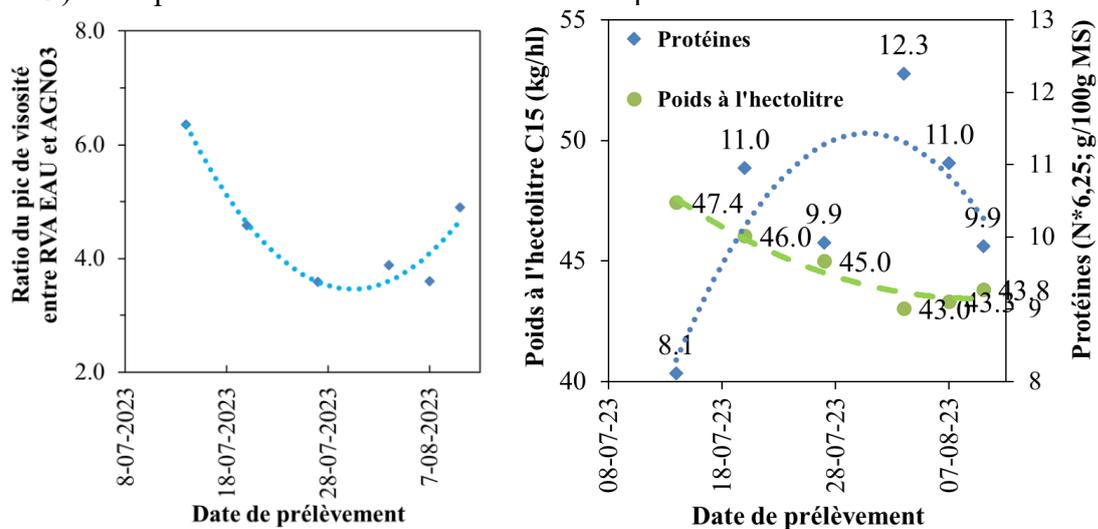


Figure 9 – Evolution du temps du ratio Rapid Visco Analyzeur (RVA) à l'eau à l'AGNO3 pour le pic de viscosité, de la teneur en protéines et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété KWS Opaline (CePiCOP-CRA-W).

2.2 Qualité sanitaire

Sous l'égide du Collège des Producteurs (SoCoPro - Grandes Cultures) et grâce la collaboration de plusieurs institutions en Wallonie (CRA-W, CePiCOP, CPL-Végémar, CARAH) et en Flandre (Inagro/LCG et UGhent), une centaine d'échantillons ont été prélevés quelques jours avant la récolte de juillet dans des champs cultivés en froment à travers la Belgique. Des analyses ont été réalisées pour déterminer la teneur en déoxynivalénol (DON). Cette mycotoxine est produite par des champignons responsables de la fusariose des épis. Ce sont les pluies qui surviennent autour du moment de la floraison de la céréale (fin mai à début juin) qui sont déterminantes pour l'infection des épis par ce champignon.

Cette année, aucun échantillon ne dépassait les teneurs maximales autorisées en mycotoxine DON de 1250 ppb dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine. Le seuil maximal pour le DON dans les céréales destinées à l'alimentation animale est de 8 000 ppb. Les analyses de laboratoire ont par ailleurs montré un niveau très faible de contamination en DON. La teneur en DON était inférieure à la limite de détection des tests utilisés pour tous les échantillons. Il n'est cependant pas exclu que, ponctuellement, des lots venant de champs cultivés dans des conditions à risque (après maïs sans labour au moins superficiel) montrent des teneurs significatives en DON.

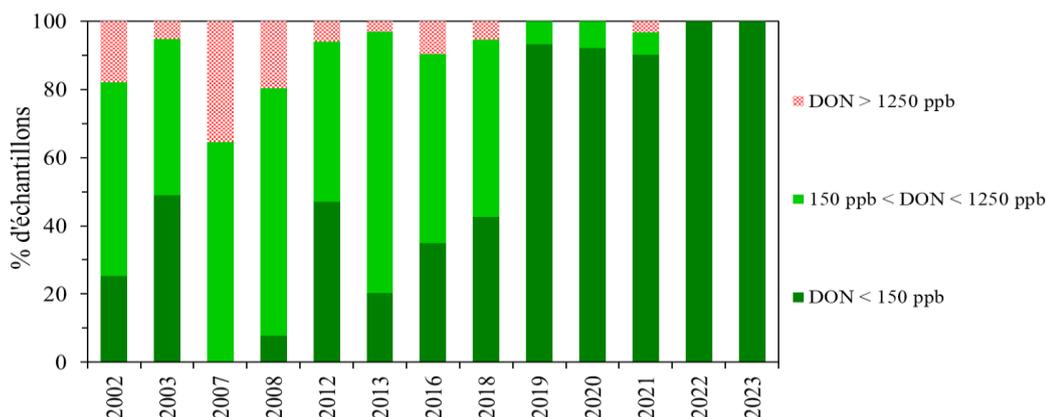


Figure 10 – Pourcentage d'échantillons de froment en Belgique avec une teneur en déoxynivalénol (DON). Analyses réalisées en pré-récolte sur 100 échantillons répartis dans toute la zone de culture céréalière en Belgique.

La stratégie de pré-récolte ne fonctionne que pour le DON. Les *Fusarium* peuvent également produire d'autres mycotoxines comme la Zéaralenone (ZEA). Il n'est pas possible de mettre en place une stratégie anticipative pour la ZEA car elle est produite sur des grains en sur-maturité. Seules des analyses au moment de la récolte permettent de déterminer les teneurs en ZEA pour lesquelles les normes sont plus basses (maximum 100 ppb dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine et 2 000 ppb dans les céréales destinées à l'alimentation animale). Les analyses exploratoires en ZEA réalisées sur des prélèvements du 09 août n'ont pas démontré une situation critique. Une explication à cela est les *Fusarium* n'ont pas réussi à s'installer au niveau de l'épi à la floraison à cause du manque de pluie cette année à ce stade de développement.

La méthode d'analyse chromatographique de la ZEA a pu être réalisée grâce au projet ValCerWal qui a permis sa mise au point en 2023.

Sur les céréales de printemps en sur-maturité, les *Fusarium* peuvent produire plutôt les mycotoxines T-2/HT-2 (niveaux maximum recommandés de 100 ppb dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine et 500 ppb dans les céréales destinées à l'alimentation animale) au lieu de la ZEA. Les *Fusarium* peuvent également produire des hydrophobines qui sont une des sources possibles du gushing des bières. Elles peuvent également être produites lors du maltage et/ou du stockage.

D'autres mycotoxines comme l'Ochratoxine A (OTA) peuvent être produites par des *Penicillium* et *Aspergillus* lors du stockage dans des conditions non optimales. Cela se présente notamment par manque de ventilation ou lorsque des adventices encore humides contaminent les lots et continuent à respirer lors du stockage, ce qui réhumidifie les grains. La teneur en OTA ne peut pas dépasser les 5,0 ppb dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine et 250 ppb dans les céréales destinées à l'alimentation animale.

Il faut également rester vigilant par rapport à l'état sanitaire général des récoltes lié à l'évolution vers des pratiques agricoles moins intensives. Avec cette tendance, une présence accrue de champignons pathogènes aujourd'hui oubliés (ergot, carie, charbon, ...) et d'adventices peut être observée. Pour pallier à cela, il faut s'assurer d'appliquer les bonnes pratiques agricoles liées à ces problématiques. Au niveau du stockage, le nettoyage et des opérations de tri simple apportent des solutions à ces problématiques. Il existe des chaînes mobiles de tri à grilles sur camion. Certaines disposent également d'une table densimétrique et/ou d'un trieur optique.

3 Qualité technologique des froments au regard des besoins des transformateurs

Les barèmes de qualité technologique recommandés pour les tractations commerciales avec les transformateurs de froment permettent de comparer l'aptitude à la valorisation de cette moisson par type d'utilisation possible par rapport aux années antérieures. Ils sont représentés dans le Tableau 8 ci-dessous ainsi que le pourcentage de lots avant tri.

Tableau 8 – Barèmes de qualité recommandés pour les tractations commerciales avec les transformateurs de froment.

Barème de qualité	Qualité	Hum. (%)	Prot. (%MS)	Force du gluten	Hag. (s)	PHL brut (kg/hl)	% lots* non triés 2020	% lots* non triés 2021	% lots* non triés 2022	% lots* non triés 2023
Blé panifiable belge « Premium »	équivalent variété Q1	≤14,5 (≤15,5)	≥11,5 (≥11,0)	Zélény ≥35 ml	≥220 (≥180)	≥76,0 (≥73,0)	26 [31]	3 [16]	16 [18]	6 [19]
Blé panifiable belge « Supérieur »	équivalent variété Q2	≤14,5 (≤15,5)	≥11,0 (≥10,5)	Zélény ≥30 ml	≥220 (≥180)	≥76,0 (≥73,0)	21 [25]	2 [11]	15 [17]	3 [12]
Blé amidonnerie belge	équivalent variété Q3	≤14,5 (≤15,5)	≥10,0 (≥9,5)	/	≥150 (≥100)	≥72,0 (≥69,0)	30 [35]	27 [38]	37 [39]	26 [62]
Blé basique belge	équivalent variété Q4	≤14,5 (≤15,5)	/	/	/	/	23 [9]	68 [35]	32 [26]	65 [7]
Blé standard Fegra 2023	/	≤14,5 (≤15,5)	/	/	/	≥75,0	82 [91]	23** [32]	89 [96]	18 [37]

Les valeurs entre parenthèses correspondent au seuil limite souple.

Les valeurs entre crochets sont calculées avec un seuil limite souple en humidité et poids à l'hectolitre

Hum. : humidité récolte ; Prot. : Teneur en protéines ; Hag. : Temps de chute de Hagberg

* : pas assez de données pour intégrer le temps de chute de Hagberg ; ** : seuil à 73,5 kg/hl en 2021

Pour l'utilisation des lots de cette moisson en amidonnerie (Syréal-Tereos) ou pour la production de bioéthanol (BioWanze), 29% des lots non triés et non séchés conviennent. Le nettoyage du grain avec des poids à l'hectolitre un peu limite et le séchage permettra d'augmenter cette proportion à 74% des lots. Pour cette valorisation, les seuils stricts (année normale) et souples (année critique) recommandés pour le temps de chute de Hagberg sont respectivement de 150 s et 100 s. Ces derniers seuils peuvent également être utilisés en blé dur et en orge brassicole.

Pour la meunerie-boulangerie, seuls 9% des lots non triés et non séchés peuvent correspondre à des blés panifiables en 2023. Après nettoyage et séchage, cela pourrait correspondre à 31% des lots. Pour que le gluten présente une bonne aptitude à la transformation en panification, il est essentiel d'opter pour des variétés présentant de réelles aptitudes à la panification et de constituer des lots de variétés panifiables premium belge Q1. Il est toujours nécessaire de confirmer la qualité au niveau du réseau protéique du gluten, c'est-à-dire la force boulangère du gluten et l'équilibre entre ténacité et extensibilité du gluten. Cela est habituellement analysé par l'Alvéographe et Mixolab Chopin.

Un point très critique avec la moisson d'août pour les lots à destination de la meunerie-boulangerie est le temps de chute de Hagberg. Quelques pourcents de grains germés suffisent pour affecter fortement cette valeur pour un lot et d'engendrer son déclassement. Le temps de

chute de Hagberg sur mouture intégrale doit idéalement être supérieur ou égal à 220 s (seuil strict pour une année normale) et à 180 s (seuil souple pour année critique). Historiquement, en année très difficile, ce seuil souple a déjà été abaissé à 150 s. Il faut alors s'attendre à des difficultés croissantes de mise en œuvre en panification comme des pâtes plus collantes, des pains avec des croûtes ayant moins de tenues et de couleur brun foncé plus intense, des alvéoles plus irrégulières et de plus grande taille sous la croûte, et une mauvaise tenue de la mie à son découpage.

Il est impossible d'augmenter ce temps de chute avec des additifs. Si la pré-germination n'a pas encore migré vers l'amande du grain, ce temps de chute est supérieur de l'ordre de 30 secondes sur une farine blanche T55 par rapport à sa mouture intégrale correspondante. Dans les mêmes conditions, la valeur du temps de chute de Hagberg peut monter un peu quelques mois après le stockage des grains.

La technique la plus efficace pour retirer des grains prégermés de lot limite au niveau de temps de chute de Hagberg est d'appliquer un tri avec une table densimétrique.

Afin d'anticiper les prochaines années problématiques avec une récolte en sur-maturité comme cette année et 2021, **il est recommandé aux filières panifiables, pour s'assurer de leur approvisionnement (au moins en partie), de récolter (deuxième moitié de juillet) les grains presque mûres encore humides (17-18% d'humidité) et de les sécher rapidement bien évidemment**. Sans cette pratique, de telles filières risquent probablement de se retrouver avec une récolte (de mi-août) en sur-maturité importante où elles finiront par déclasser bien trop de lots par rapport à leur besoin. Il ne faut pas non plus que la récolte se fasse plus d'une semaine avant la maturité. Pour estimer l'arrivée à maturité du froment, vous pouvez utiliser l'outil d'aide la décision « Phénoblé » du site « Agromet ». Pour suivre au mieux l'humidité de vos parcelles, il est conseillé de réaliser cela avec une « mini-bat » portable.

Le poids à l'hectolitre n'a pas d'impact significatif sur la valeur alimentaire et technologique (d'après des études suisses de l'Agroscope, française d'Arvalis et belges dans les Livres Blancs des Céréales précédents). Il servait jadis à transformer un volume de céréales en poids. Cela était nécessaire car qu'elles étaient vendues par unité de volume en l'absence d'un système de pesée adapté. En outre, les valeurs de poids à l'hectolitre devraient être standardisées à une valeur d'humidité donnée et mesurées après nettoyage. C'est rarement le cas. **Ne faudrait-il pas supprimer, adapter ou remplacer le critère de poids à l'hectolitre par un critère plus pertinent pour les filières de valorisation comme la teneur en protéines ?** La mesure de la teneur en protéines en dépôt peut aujourd'hui s'effectuer aussi facilement que celle du poids à l'hectolitre.

4 Les catégories de qualité technologique des variétés de froment

4.1 Froment

Les catégories de qualité technologique des variétés de froment cultivées en Wallonie présentées dans le Tableau 9 ont été établies en se basant principalement sur la valeur de la qualité technologique à la panification des protéines sur plusieurs années, le W/P (W : Force boulangère à l'alvéographe Chopin ; P : Protéines) ; tout en prenant en compte des valeurs critiques du temps de chute de Hagberg, de la teneur en protéines, du Z/P (Z : Zélény ; P : Protéines), des autres paramètres de l'alvéographe Chopin, du Mixolab Chopin +, de la sensibilité à la verse et la fusariose des épis. Les échantillons sont issus d'un mélange des lieux wallons des réseaux variétaux wallons des dernières années.

- Q1 (Froment panifiable belge premium) est une catégorie de qualité panifiable semblable au moins à celle des VRM (Variétés Recommandées par la Meunerie) en France et au moins à la qualité A en Allemagne.
- Q2 (Froment panifiable belge premium) est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des BPMF (Blés Pour la Meunerie Française) en France et qualité B en Allemagne.
- Q3 (Froment à autres usages non fourrager ; blé standard belge) est une catégorie de qualité pouvant être utilisée en amidonnerie-glutenerie-éthanolerie. La qualité Q2 peut également être utilisée pour ces 3 transformations.
- Q4 (Froment basique belge ; blé standard belge) est une catégorie de qualité basique, c'est-à-dire fourragère en raison d'un défaut très significatif dans le profil de qualité de la variété.

Ces catégories de qualité technologique sont évaluées pour l'aptitude à la panification standard en mono-variété pur et sans additifs. Habituellement, les mélanges meuniers sont réalisés avec environ 10% de froment élite améliorant (qualité Q1A) comme Arminius et Christoph, puis 20-30% de froment panifiable premium (qualité Q1) puis plus de 50% de froment panifiable supérieur (qualité Q2). Cela s'explique par l'impact économique du rendement à l'hectare qui est inversement corrélé à la qualité de la protéine à la panification. La culture de variétés de qualité panifiable nécessite donc de s'assurer une récolte contractualisée ainsi qu'un revenu et une marge brute à l'hectare similaires aux variétés fourragères.

Certaines variétés en qualité Q4 sont parfois également destinées à l'alimentation humaine. C'est le cas de LG Skyscraper et SU Ecusson avec une faible force boulangère du gluten mais dont la nature plutôt extensible du gluten leur permet d'être utilisées en biscuitière (B).

Des classements distincts sont réalisés entre agriculture conventionnelle et biologique car la qualité du gluten est parfois différente entre ces deux modes de culture pour une même variété. Cela vient du fait qu'il y a une interaction entre la fumure azotée et la variété. Certaines variétés n'arrivent pas à maintenir leur niveau de production de protéines technologiques panifiables lors qu'une fumure azotée sous-optimale est appliquée.

4.1.1 Agriculture conventionnelle

Tableau 9 – Les catégories de qualité technologique pour la panification en pur et sans additifs des variétés de froment conventionnel basées sur un mélange des lieux wallons du réseau d'essai variétaux de post-inscription du CRA-W conduits en protection fongicide complète (résultats issus d'autres essais*, première année d'essai**, variété améliorante^A, variété biscuitière^B).

Q1 Panifiable premium belge	Q2 Panifiable supérieur belge (Amidonnerie)	Q3 Autres usages Amidonnerie (Blé standard belge)	Q4 Basique belge (Blé standard belge)
Alessio*	Chevignon	Campesino	Champion
Arminius*, ^A	Hyacinth	Celebrity	Debian**
Christoph*, ^A	Hyking	Crossway	Gleam
Cubitus*	Irun	Garfield	Johnson
KWS Dag	Informer*	Geluck	KWS Keitum
KWS Emerick*	KWS Donovan	KWS Sverre	KWS Smart ^{B*}
LG Keramik	KWS Extase	LG Apollo	LG Audace**
Montalbano**	RGT Perkussio	Positiv	LG Farrier**
Moschus*, ^A	SY Revolution	SU Hyntact**	LG Skyscraper ^B
SU Addiction**	WPB Montfort*	Winner	SU Ecusson ^B
Thipic**	WPB Newton	WPB Calgary	SY Admiration**

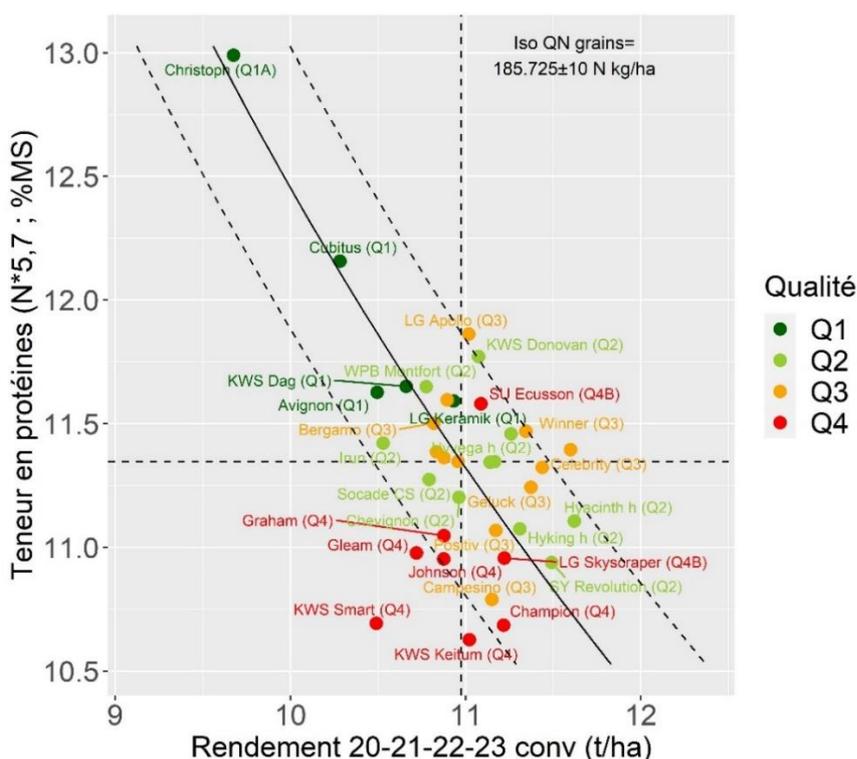


Figure 11 – Compromis entre les protéines et le rendement à l'hectare des froments conventionnels basés sur un mélange des lieux wallons du réseau d'essai variétaux de post-inscription du CRA-W conduits en protection fongicide complète de 2020 à 2023.

Les variétés les plus performantes en termes de rendement combiné à la quantité et à la qualité des protéines pour la panification sont celles proches et à droite de la courbe continue combinée à une écriture foncée.

V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

4.1.2 Agriculture biologique

Tableau 10 – Les catégories de qualité technologique pour la panification en pur et sans additifs des variétés de froment biologique basées sur un mélange des lieux wallons du réseau d'essais variétaux de post-inscription en agriculture biologique du CARAH, CPL-Végémar et CRA-W (résultats issus d'autres essais*, première année d'essai**, variété améliorante^A, variété biscuitière^B).

Q1 BIO Panifiable belge premium		Q2 BIO Panifiable belge supérieur	Q3 BIO Autres usages Amidonnerie	Q4 BIO Basique
Adamus ^A	Moschus	Chaussy	Aloisius**	Chevignon
Alessio	Mossette	Cubitus	Campesino*	Gwenn
Arameus**	Renan	Imperator	Geny	KWS Eternel**
Arminius ^A	Tillexus ^A	KWS Emerick**	Ekonom	SU Ecusson ^B
Christoph	Togano ^A	Wendelin	Emotion	Winner
Grannosos**	Wital		KWS Extase*	
Montalbano			LG Keramik	

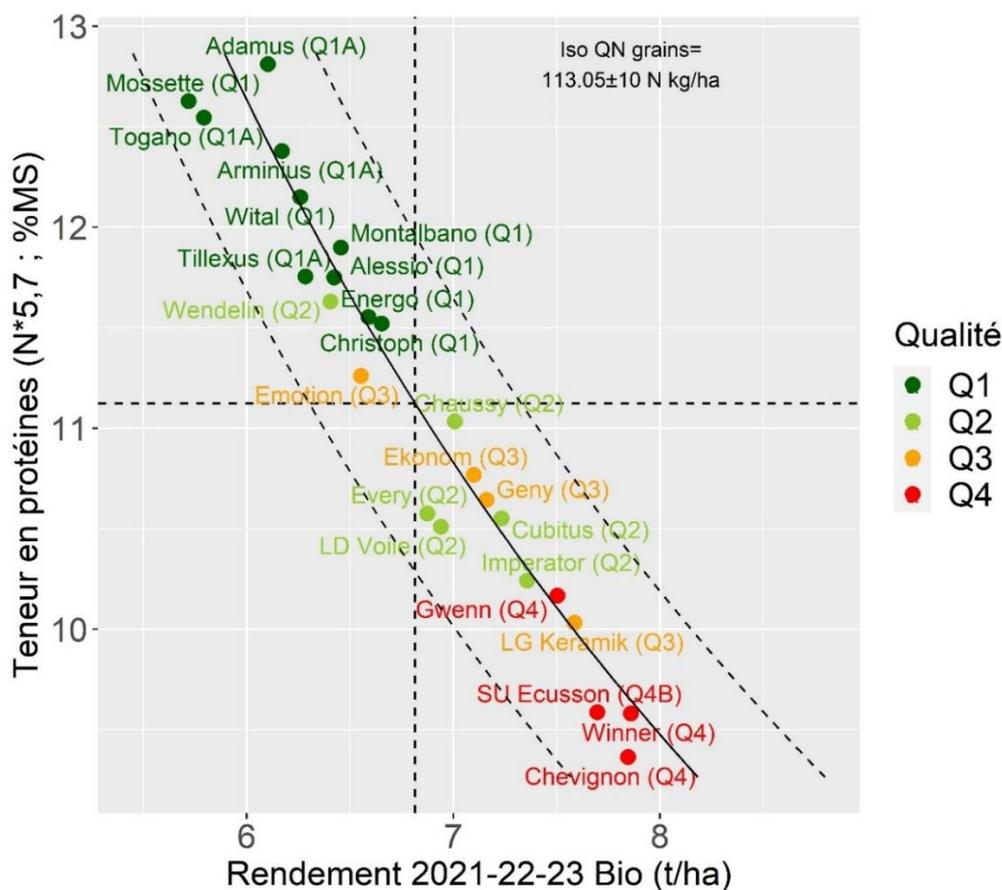


Figure 12 – Compromis entre les protéines et le rendement à l'hectare des froments biologiques basées sur un mélange des lieux wallons du réseau d'essais variétaux de post-inscription en agriculture biologique du CARAH, CPL-Végémar et CRA-W de 2021 à 2023.

Les variétés les plus performantes en termes de rendement combiné à la quantité et à la qualité des protéines pour la panification sont celles proches et à droite de la courbe continue combinée à une écriture foncée.