

# V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver de la récolte 2024

B. Godin<sup>1</sup>, M. Bonnave<sup>2</sup>, J. Bouvry<sup>3</sup>, A. Chandelier<sup>4</sup>, D. Eylenbosch<sup>5</sup>, A-M. Faux<sup>3</sup>, G. Jacquemin<sup>4</sup>, J. Legrand<sup>6</sup>, R. Meza<sup>5</sup>, A. Nysten<sup>7</sup>, A. Pissard<sup>8</sup>, N. Vannoppen<sup>7</sup> et P.-Y. Werrie<sup>1</sup>

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | Aperçu global .....  | 160 |
| 2 | Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver au regard des années précédentes ..... | 162 |
| 3 | Qualité technologique des froments au regard des besoins des transformateurs.....              | 172 |
| 4 | Les catégories de qualité technologique des variétés de froment.....                           | 176 |

---

<sup>1</sup> CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits – Unité Valorisation des produits, de la biomasse et du bois

<sup>2</sup> C.A.R.A.H. asbl – Centre pour l’Agronomie et l’Agro-industrie de la Province de Hainaut

<sup>3</sup> CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales & Cellule transversale de Recherche en agriculture biologique (CtRab)

<sup>4</sup> CRA-W – Département Sciences du vivant – Unité santé des plantes et forêts

<sup>5</sup> CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

<sup>6</sup> CPL-Végémar – Centre Provincial Liégeois des Productions Végétales et Maraîchères de la Province de Liège

<sup>7</sup> CePiCOP – asbl Centre Pilote Wallon des Céréales et des Oléo-Protéagineux – Subventionné par SPW DGARNE

<sup>8</sup> CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits – Unité Qualité et Authentification des produits

### 1 Aperçu global

Comme les cycles précédents, cette année de culture 2023-2024 a été marquée par des conditions climatiques inédites. La pluie s'est installée en abondance à partir de la mi-octobre et a accompagné tout le cycle de culture mais sans trop perturber les moissons. De nombreux semis ont dû être retardés et le désherbage d'automne n'a pas toujours pu être réalisé à cause des averses. Les mois de février et mars ont été très doux en température. Cela a été très favorable à un tallage important et laissait présager de la verse en fin de cycle. En plus de la pluie en quantité, les températures ont été fraîches de la mi-avril à la mi-juin à des stades critiques de la croissance de la plante : montaison, méiose, floraison et remplissage des grains.

Cela a fortement perturbé les points suivants :

- la mobilisation d'azote par la culture, point essentiel à sa croissance avec, en plus, une forte pression de maladie et de la compétition avec les adventices ainsi que des problèmes de structure du sol et de phytotoxicité.
- le nombre de grains qui a diminué à cause des problèmes de fertilité des épis.
- la floraison où des agents des maladies de l'épi comme les fusarioses et l'ergot ont pu s'installer grâce à la pluie et au problème de fertilité d'épi.
- le remplissage du grain nécessite de l'ensoleillement et la présence d'azote dans les feuilles pour être remobilisé. Ces 2 éléments ont été défavorables. Le remplissage s'est donc mal déroulé.

Cette météo a été tellement mauvaise qu'elle n'aura pas permis au risque de verse et des fusarioses des épis de se concrétiser. Le risque de présence de mycotoxine **DON est finalement faible**. Le risque de présence **d'ergot est présent** surtout sur les parcelles présentant un enherbement de graminées.

Les froments sont arrivés à leur **maturité optimale un peu précocement, autour du 25/07**. Les récoltes débutent désormais souvent déjà une semaine avant cette date pour gérer le risque de pluies prolongées. La moisson s'est déroulée par intermittence sur une période assez longue. Elle s'est effectuée en **3 temps** à cause de la pluie avec 12%, 44% et 43% de lots récoltés respectivement aux périodes 19/07-26/07, 28/07-02/08 (lots très secs) et 05/08-12/08.

Les caractéristiques générales de la **qualité technologique et sanitaire pour les froments de cette moisson sont bonnes** (Tableau 1).

La qualité technologique de cette moisson est **inattendue**, combinant des caractéristiques d'années pluvieuses et sèches, à savoir :

- un remplissage des grains en condition pluvieuse donnant bien une qualité panifiable élevée de la protéine mais dont la teneur en protéines, vu les rendements extrêmement bas à l'hectare est très faible (comme lors d'une montaison et un remplissage en condition sèche).
- une moisson sèche avec des grains dont les poids à l'hectolitre sont similaires à ceux de grains prégermés (comme lors d'une moisson pluvieuse et retardée) mais dont le temps de chute de Hagberg est très élevé (comme un remplissage des grains en condition sèche). Cette combinaison n'avait encore jamais été rencontrée.

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

Toutes les régions autour de la Belgique ont également subi des conditions météorologiques au moins aussi pluvieuses et températures aussi fraîches lors de cette année de culture.

Tableau 1 – Caractéristiques générales de la moisson 2024 de froment.

|  | Variétés Q1, Q2, Q3, Q4  | Variétés Q1A<br>Panifiable premium améliorant                              |
|--|--|--|
| <b>Rendement à l'hectare</b>               | Extrêmement faible   |  |
| <b>Humidité</b>                            | Très sec (en conventionnel)  |  |
| <b>Temps de chute de Hagberg</b>           | Très élevé   |  |
| <b>Qualité panifiable de la protéine</b>   | Elevée   | Très élevée  |
| <b>Teneur en protéine</b>                  | Moyenne vu les dernières années<br>Très faible vu le rendement à l'hectare | Très élevée vu les dernières années<br>Normale vu le rendement à l'hectare |
| <b>Poids de milles grains</b>              | Faible   |  |
| <b>Poids à l'hectolitre (encombrement)</b> | Très faible  | Moyen  |
| <b>Mycotoxine DON</b>                      | Faible   |  |
| <b>Ergot</b>                               | Présent surtout sur les parcelles avec un enherbement de graminées         |  |

La qualité technologique et sanitaire de la **récolte 2024 est compatible avec toutes les utilisations** en fonction de la qualité panifiable inhérente de la variété. La qualité technologique de la récolte 2024 est bien meilleure que pour d'autres années pluvieuses comme 2016 et 2021 grâce aux faibles humidités des grains et aux temps de chute de Hagberg très élevés.

Les froments panifiables premiums améliorants (Q1A) sont d'excellente qualité cette année. Les meuneries recherchent de plus en plus à s'en procurer localement mais ils ne sont quasiment jamais cultivés chez nous. Les froments panifiables premiums (Q1) sont également très peu semés en Belgique.

Les froments panifiables supérieurs belges (Q2) sont de bonne qualité et exploitables en meunerie-boulangerie en mélange avec des variétés plus panifiables (Q1A et Q1).

Les froments d'amidonnerie belges (Q3) de cette moisson sont adaptés à l'amidonnerie. C'est aussi le cas de la qualité (Q2) surtout pour les amidonneries très exigeantes en protéines.

Les froments basiques belges (Q4) sont adaptés à une utilisation en alimentation animale tout comme les autres qualités.

Cette synthèse repose sur les analyses des principaux stockeurs wallons avant nettoyage. Les données et résultats de qualité technologique des essais variétaux se trouvent dans le chapitre « Choix variétal » au sein de chaque article.

### 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 2024 en Wallonie est illustrée à la Figure 1. Elle se base sur les réceptions des lots par les stockeurs. Elle nous montre que la variété **Chevignon** (18,8 %) est toujours la plus cultivée en Wallonie. Elle est suivie par **KWS Extase** (9,9%), **SU Ecusson** (7,0%), **Positiv** (6,6%), **Celebrity** (6,2%) et **SY Revolution** (6,2%). Les 6 variétés les plus cultivées représentent 54,7% des lots récoltés comme l'année passée. Les 15 variétés les plus cultivées en 2024 représentent 74,0 % des lots récoltés. C'est une valeur proche de celle des années précédentes. Au niveau de leur position dans ce classement, certaines variétés ont :

- progressé comme **Celebrity**, **Geluck**, **SU Addiction**, **SU Ecusson** et **SY Revolution**
- régressé comme **Campesino**, **Gleam**, **KWS Smart** et **LG Skyscraper**

Une moindre diversité de variétés cultivées permet de simplifier l'allotement de lots et de variétés par qualité panifiable semblable. Cela est bénéfique à la constitution de lots de qualité plus homogène destinés à la meunerie-boulangerie. Cette pratique est possible avec les variétés les plus cultivées et de qualité Q2 vu leur représentativité. Il est aussi nécessaire d'alloter les variétés avec les meilleures qualités panifiables (Q1A et Q1) pour en préserver la valeur ajoutée. A priori, les variétés cultivées en Wallonie sont essentiellement orientées vers une utilisation en amidonnerie (Q3 et Q2) ou fourragère (Q4 et Q3).

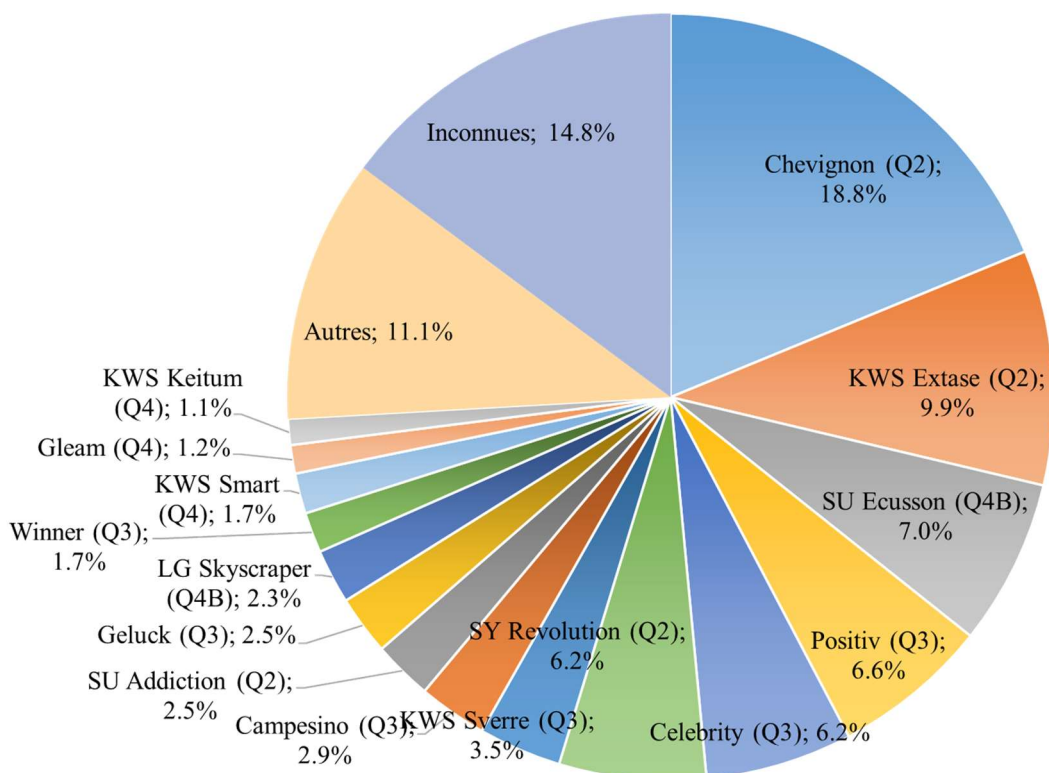


Figure 1 – Représentativité des variétés de froment de la récolte 2024 (analyses des stockeurs).

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

- **Seulement 3% sont de qualité Q1** (Froment panifiable premium belge). Les variétés les plus fréquentes dans cette catégorie sont en ordre décroissant : **LG Keramik**, **KWS Dag**, **Mentor** et **KWS Emerick**. La Q1 est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des VRM (Variétés Recommandées par la Meunerie) en France et de qualité A en Allemagne.
- **49% sont de qualité Q2** (Froment panifiable supérieur belge). Q2 est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des BPMF (Blés Pour la Meunerie Française) en France et de qualité B en Allemagne. En Belgique, ils sont essentiellement destinés à l'amidonnerie surtout si elle est très exigeante en protéines.
- **31% sont de qualité Q3** (Froment amidonnerie belge ; blé standard belge). Q3 est une catégorie de qualité pouvant être utilisée en amidonnerie. La qualité Q2 peut également être utilisée pour cette transformation.
- **17% 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 Q4B 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 vont avoir des rendements à l'hectare réduits. La culture de variétés de qualité panifiable premium (Q1) et améliorante (Q1A) 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 mais de rendements plus élevés. Les variétés les plus utilisées dans les meuneries du BeNeLux sont des variétés Q1A comme **Christoph** et **Moschus**. Les variétés les plus cultivées en Suisse sont les Q1A comme **Montalbano**.

### *Evolution du rendement à l'hectare, la teneur en protéines et la force boulangère*

Des froments de 4 époques (<1900, 1900-39, 1940-79, >1980) ont été cultivés à Gembloux en 2020 en agriculture biologique. Pour chaque époque, il y a environ 11 variétés dont la moitié panifiable et l'autre moitié fourragère (Figure 2).

Le **rendement à l'hectare** a progressé de 66% entre avant 1900 et après 1980 grâce aux meilleures résistances aux maladies. Pour toutes les époques, le rendement à l'hectare des variétés fourragères est plus grand que celui des variétés panifiables. Cela a toujours été le cas et le sera toujours pour des raisons physiologiques.

La **teneur en protéines** a diminué de 15% entre avant 1900 et après 1980 alors que **la force boulangère (W)** a augmenté de 70%. Cela illustre bien qu'il faut avant tout **s'attarder sur la qualité panifiable de la protéine** et non la quantité de protéines. Pour toutes les époques, la teneur en protéines des variétés panifiables est plus élevée que celle des variétés fourragères.

La **nature du gluten** a également fortement évolué depuis 1940 : augmentation de 101% pour la ténacité (P), diminution de 54% pour l'extensibilité (L) et augmentation de 18% pour l'élasticité (Ie). Cela afin de s'adapter à l'intensification de la mécanisation et réduction des temps de fermentation en boulangerie. L'évolution principale d'avant 1900 à 1939 a été d'augmenter le rendement de farine blanche par 18% et diminuer celui des sons par 10%.

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

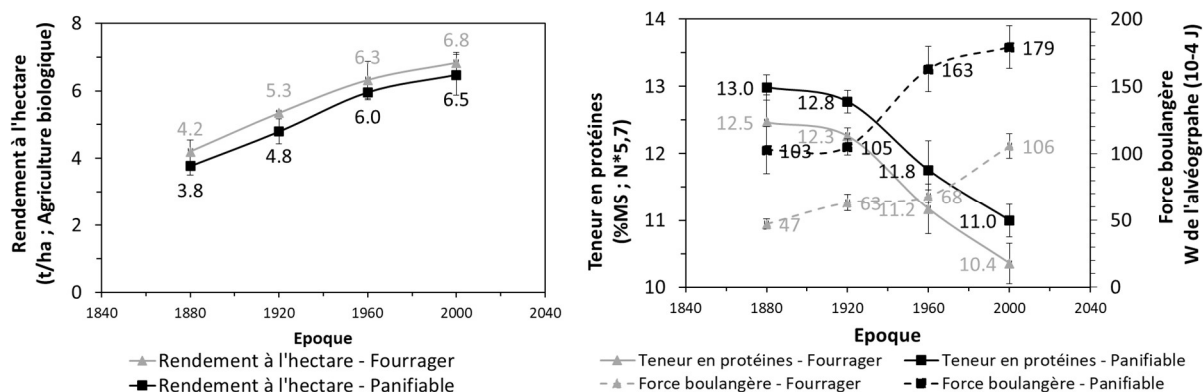


Figure 2 – Evolution du rendement à l'hectare, la teneur en protéines et la force boulangère de froments de 4 époques (<1900, 1900-39, 1940-79, >1980) cultivés à Gembloux en 2020 en agriculture biologique.

### 2.1.2 Qualité technologique

Les données relatives à la qualité technologique des froments 2024 présentées dans le Tableau 2 se basent sur les données disponibles des analyses des stockeurs avant nettoyage

Tableau 2 – Qualité technologique des froments de la récolte 2024 (analyses stockeurs avant nettoyage).

|                                   | n     | Min. | Perc. 25% | Moy. | Perc. 75% | Max. |
|-----------------------------------|-------|------|-----------|------|-----------|------|
| Humidité (%)                      | 19596 | 9.00 | 12.8      | 13.6 | 14.4      | 22.5 |
| Protéines (N*5,7 ; % MS)          | 6967  | 7.9  | 10.3      | 11.1 | 11.7      | 15.8 |
| Poids à l'hectolitre brut (kg/hl) | 19596 | 53.2 | 71.5      | 73.4 | 75.7      | 84.4 |

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

Le Tableau 3 permet de situer la récolte 2024 en termes de qualité par rapport aux années antérieures. En termes de qualité technologique, **la récolte 2024 est bien meilleure que d'autres années pluvieuses** comme 2016 et 2021 grâce aux faibles humidités des grains et les temps de chute de Hagberg très élevés.

Tableau 3 – Paramètres de la qualité technologique basique des froments avant nettoyage : comparaison avec les années antérieures (analyses stockeurs avant nettoyage) de 2015 à 2024.

| Année | Humidité % | Hagberg s | Z/P (Zélény/Protéines) | Zélény de référence ml | Protéines (N*5,7) % MS | Poids à l'hectolitre brut kg/hl |
|-------|------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 2015  | 13.6       | 301       | 2.9                    | 31                     | 10.7                   | 78.9                            |
| 2016  | 14.9       | 214       | 2.6                    | 31                     | 12.1                   | 72.2                            |
| 2017  | 14.5       | 305       | 2.8                    | 33                     | 11.6                   | 78.0                            |
| 2018  | 13.0       | 323       | 3.0                    | 35                     | 11.8                   | 80.4                            |
| 2019  | 13.4       | 301       | 2.3                    | 25                     | 11.3                   | 76.9                            |
| 2020  | 13.5       | 288       | 2.3                    | 27                     | 11.3                   | 79.3                            |
| 2021  | 14.7       | 202       | 3.0                    | 35                     | 11.7                   | 71.4                            |
| 2022  | 13.1       | 345       | 2.4                    | 26                     | 10.7                   | 79.5                            |
| 2023  | 14.1       | 164       | 2.2                    | 25                     | 11.2                   | 74.5                            |
| 2024  | 13.6       | 325       | 3.0                    | 34                     | 11.1                   | 73.4                            |

Les plus mauvaises valeurs observées sont soulignées.

Sur la Figure 3 suivante, la récolte 2024 se trouve très loin de la droite moyenne en termes d'équilibre entre le rendement et la teneur en protéines. Le rendement (production d'amidon) et la teneur en protéines sont tous les deux extrêmement faibles à cause des problèmes d'absorption et remobilisation de l'azote ainsi que du faible nombre et remplissage des grains. Cela vient des précipitations importantes et des températures fraîches de la mi-avril à la mi-juin à des stades critiques de la croissance de la plante : montaison, méiose, floraison et remplissage des grains. Il y a également l'impact de la forte pression des maladies et la compétition avec les adventices ainsi que des problèmes de structure du sol, de phytotoxicité et de fertilité des épis.

Les conditions météorologiques ont été normales de la floraison à la récolte au niveau du rayonnement lumineux et du cumul des pluies. Les causes du très faible rendement à l'hectare et de la teneur en protéines sont donc à rechercher avant cette période. Ces stress avant le 01/06 ont été tel que, malgré un rayonnement lumineux et un cumul des pluies normales du 01/06 au 10/08, le remplissage du grain n'a pas pu se dérouler normalement. C'est une première d'avoir des grains avec des faibles poids à l'hectolitre (encombrement) qui n'est pas dû à la prégermination des grains (venant d'une moisson pluvieuse et retardée).

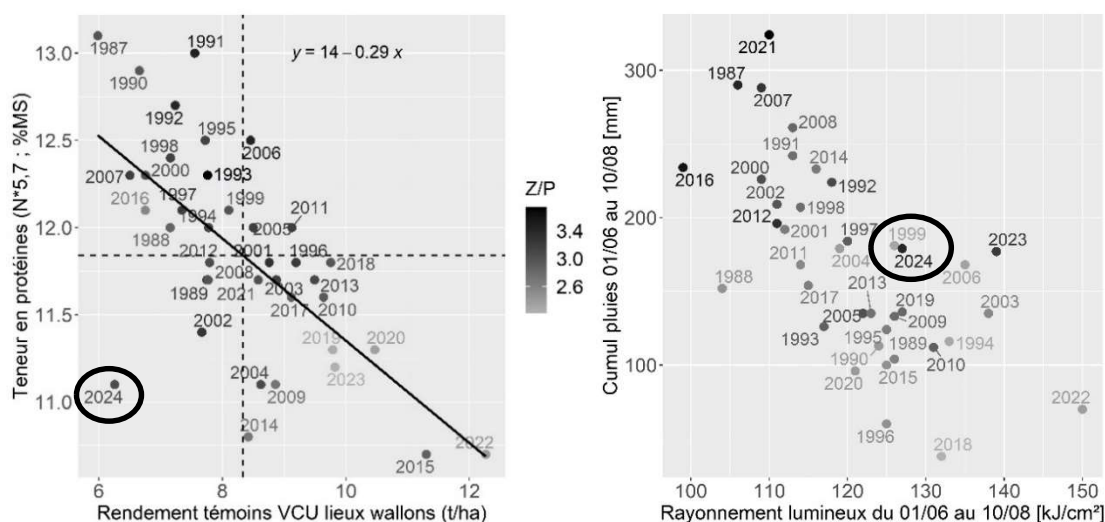


Figure 3 – Relation entre rendement et teneur en protéines (à gauche) et rayonnement lumineux et cumul des pluies (à droite) de la culture de froment au cours du temps.

La relation négative entre rendement à l'hectare et teneur en protéines pour les variétés est illustrée à la fin de ce chapitre pour les froments en culture conventionnelle et biologique.

### 2.1.3 Humidité de la récolte

En ce qui concerne l'humidité de la récolte 2024, la moyenne est de 13,6%. Elle est en moyenne de 14,2%, 13,1% et 13,9% pour respectivement les périodes du 19/07-26/07, 28/07-02/08 et 05/08-12/08. La période du 28/07 au 02/08 présente donc des grains très secs.

L'humidité de la récolte 2024 (76% des lots) est en adéquation avec le barème Fegra (<14,5%). Très peu de lots (5%) présentent une humidité supérieure à 15,4% (Tableau 4) où le séchage est nécessaire.

Les lots contenant des adventices nécessitent 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. C'était particulièrement le cas de lots d'agriculture biologique cette année à cause de l'enherbement important des parcelles. A

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

cause des adventices, ces lots biologiques étaient humides malgré un grain sec. Certains agriculteurs ont séché la récolte par andainage pour pallier à cette problématique de lot humide. 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-batteuse portable.

Tableau 4 – Répartition de l'humidité des récoltes de froment (analyses stockeurs avant nettoyage).

|              | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--------------|------|------|------|------|
| Humidité (%) | %    | %    | %    | %    |
| < 14.5       | 49   | 86   | 59   | 76   |
| 14.5- 15.4   | 23   | 10   | 28   | 18   |
| 15.5-17.4    | 22   | 3    | 13   | 5    |
| ≥ 17.5       | 6    | 0    | 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 2024 en froment est **moyenne (11,1% MS)** vu les dernières années. Toutefois, elle est en réalité très faible vu les très faibles rendements (production d'amidon) qui d'habitude permettent de concentrer la teneur en protéines.

La grande majorité des lots (72%) de 2024 présente une valeur en protéines supérieure au seuil de 10,5% pour une utilisation en amidonnerie belge (Tableau 5).

Il y a tout de même 15% et 19% de lots avec une teneur en protéines respectivement entre 11,5-11,9% MS et supérieure à 11,9% MS (Tableau 5). Ces lots sont adaptés à l'utilisation en meunerie-boulangerie. En Belgique, ces lots riches en protéines sont majoritairement valorisés par l'amidonnerie belge très exigeante. Il n'y pas d'incitant pour réaliser un allotement sur base de la protéine et qualité panifiable de la variété pour la meunerie-boulangerie. Pour la valorisation en meunerie-boulangerie, il est fondamental d'opter au moins pour une variété panifiable premium belge (Q1) voir mieux améliorante (Q1A) afin de s'assurer une quantité et une qualité technologique de protéine assez élevée.

La qualité panifiable de la protéine de la récolte 2024 est élevée avec en moyenne un indice de sédimentation de Zélény de 34 ml et un Zélény/Protéines (Z/P) de 3,0. C'est remarquable vu la teneur en protéines moyenne.

Les **variétés Q1A** (comme **Christoph**, **Montalbano** et **Moschus**) de cette récolte ont une qualité panifiable de la protéine (force boulangère) et de la teneur en protéines très élevées.

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

|                         | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Protéines (N*5,7 ; %MS) | %    | %    | %    | %    |
| < 10.0                  | 2    | 11   | 6    | 15   |
| 10.0 - 10.4             | 2    | 13   | 8    | 15   |
| 10.5 - 10.9             | 12   | 20   | 16   | 19   |
| 11.0 - 11.4             | 20   | 17   | 18   | 19   |
| 11.5 - 11.9             | 21   | 11   | 16   | 15   |
| ≥ 12.0                  | 37   | 12   | 24   | 19   |



### 2.1.5 Poids à l'hectolitre

La moyenne du poids à l'hectolitre brut de la récolte 2024 est **très faible (73,4 kg/hl)**. Une quantité importante des lots (40%) présente une valeur de poids à l'hectolitre inférieure à 73,0 kg/hl (Tableau 6). Ils ne seront pas utilisés par l'amidonnerie belge très exigeante. 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 nettoyage).

|                                   | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Poids à l'hectolitre brut (kg/hl) | %    | %    | %    | %    |
| < 69.0                            | 22   | 0    | 5    | 10   |
| 69.0 - 72.9                       | 44   | 1    | 31   | 30   |
| 73.0 - 75.9                       | 27   | 7    | 28   | 38   |
| 76.0 - 77.9                       | 5    | 17   | 16   | 17   |
| ≥ 78.0                            | 3    | 76   | 20   | 5    |

### 2.1.6 Temps de chute de Hagberg

Les temps de chute de Hagberg de la récolte sont **très élevés (souvent supérieurs à 300 s)** malgré des poids à l'hectolitre très faibles qui sont habituellement un signe de grains prégermés.

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

|                               | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Temps de chute de Hagberg (s) | %    | %    | %    | %    |
| 60 - 120                      | 13   | 0    | 79   | 0    |
| 121 - 150                     | 10   | 0    | 5    | 0    |
| 151 - 180                     | 15   | 0    | 4    | 0    |
| 181 - 220                     | 18   | 0    | 4    | 0    |
| ≥ 220                         | 44   | 100  | 8    | 100  |

#### A. Temps de chute de Hagberg et son évolution pour différentes céréales

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**, **LG Skyscraper** et **Moschus**) 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 – Beffroi** ; **Blé dur d'hiver (semis décembre) – Anvergur et RGT Belalur** ; **Orge brassicole de printemps – RGT Planet**.

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  $\alpha$ -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.

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

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 l'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 les fusarioses des épis. Si cela arrive rapidement, ils ne seront plus valorisables par les filières alimentaires. Les espèces susceptibles d'être 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, le triticale et le seigle.**

### Froment d'hiver

Les froments d'hiver à Gembloux ont atteint leur maturité à partir du 20 juillet pour **Chevignon** et du 25 juillet pour **LG Skyscraper** et **Moschus** (Figure 4). Il faut également éviter de récolter trop précocement pour éviter d'avoir un gluten immature. On observe que la tenue à la chauffe du gluten (Mixolab Couple C2) augmente encore du 25 juillet au 08 août.

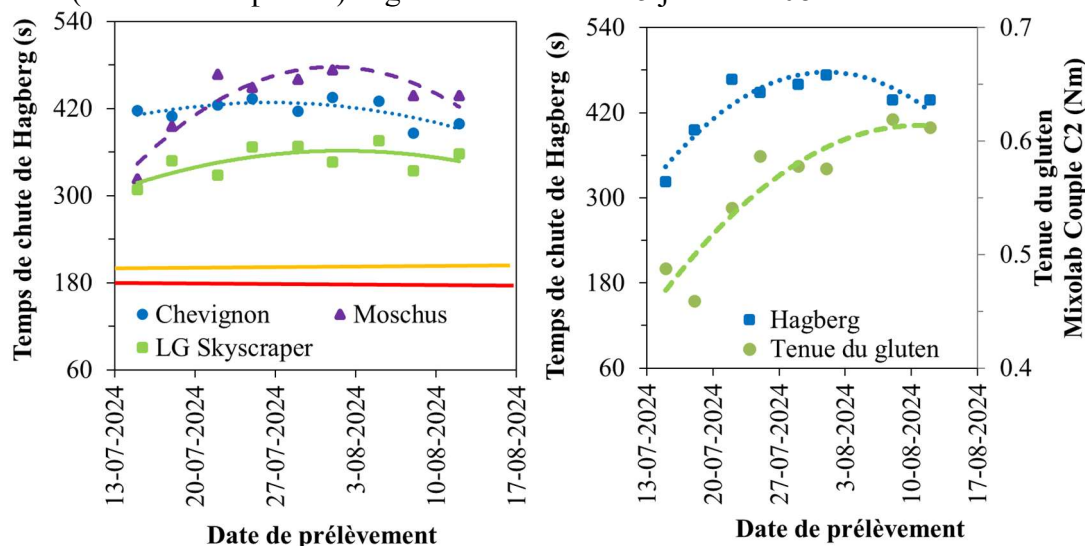


Figure 4 – Evolution du temps de chute de Hagberg (seuil strict à 220 s et souple à 180 s) et de la tenue du gluten Mixolab Couple C2 (pour la variété Moschus) avant et après la date optimale de récolte. Suivi des variétés Chevignon, LG Skyscraper et Moschus (CePiCOP-CRA-W).

*Epeautre d'hiver*

L'épeautre d'hiver **Beffroi** (variété en cours d'inscription, précocité et qualité similaires à **Cosmos**) à Gembloux a atteint sa maturité en termes de temps de chute de Hagberg à partir du 1<sup>er</sup> août (Figure 5). Cependant, le gluten met plus de temps pour arriver à maturité avec une importante augmentation de sa tenue à la chauffe (Mixolab Couple C2) du 01 août au 13 août.

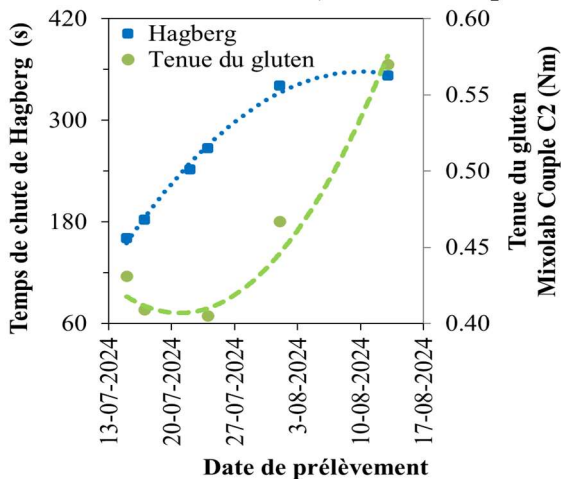


Figure 5 – Evolution du temps de chute de Hagberg et de la tenue du gluten Mixolab Couple C2 avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété Beffroi (CRA-W).

*Blé dur d'hiver*

Les blés durs d'hiver **Anvergur** et **RGT Belalur** à Gembloux en semis de décembre ont atteint leur maturité respectivement à partir du 01 août et 03 août (Figure 6). Leur temps de chute de Hagberg a ensuite diminué rapidement à cause des pluies. Un semis a une date normale aurait atteint son optimum de maturité environ une semaine plus tôt, c'est-à-dire vers le 26 juillet.

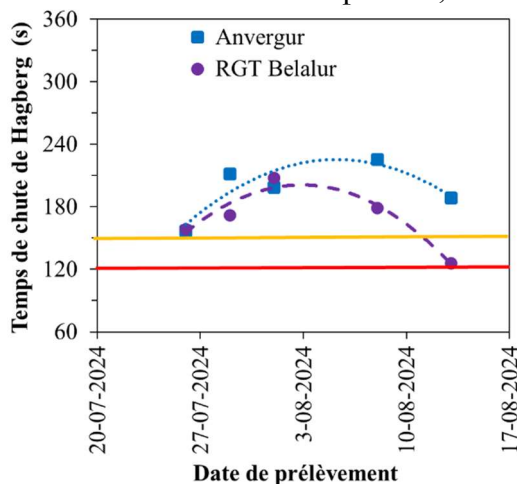


Figure 6 – Evolution du temps de chute de Hagberg (seuil strict 150 s et souple 120 s). Suivi des variétés Anvergur et RGT Belalur en semis de décembre (CRA-W).

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

### Orge brassicole de printemps

L'orge brassicole de printemps **RGT Planet** à Gembloux a atteint sa maturité à partir du 29 juillet (Figure 7). Son poids à l'hectolitre et son temps de chute de Hagberg ont ensuite lentement diminué à cause des pluies.

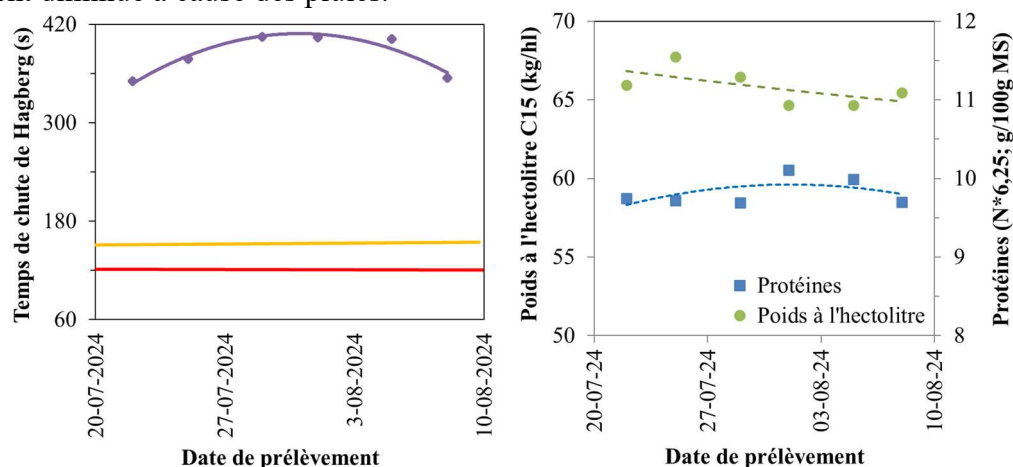


Figure 7 – Evolution du temps de chute de Hagberg (seuil strict 150 s et souple 120 s), de la teneur en protéines et du poids à l'hectolitre avant et après la date optimale de récolte. Suivi de la variété RGT Planet (CePiCOP-CRA-W).

## 2.2 Qualité sanitaire

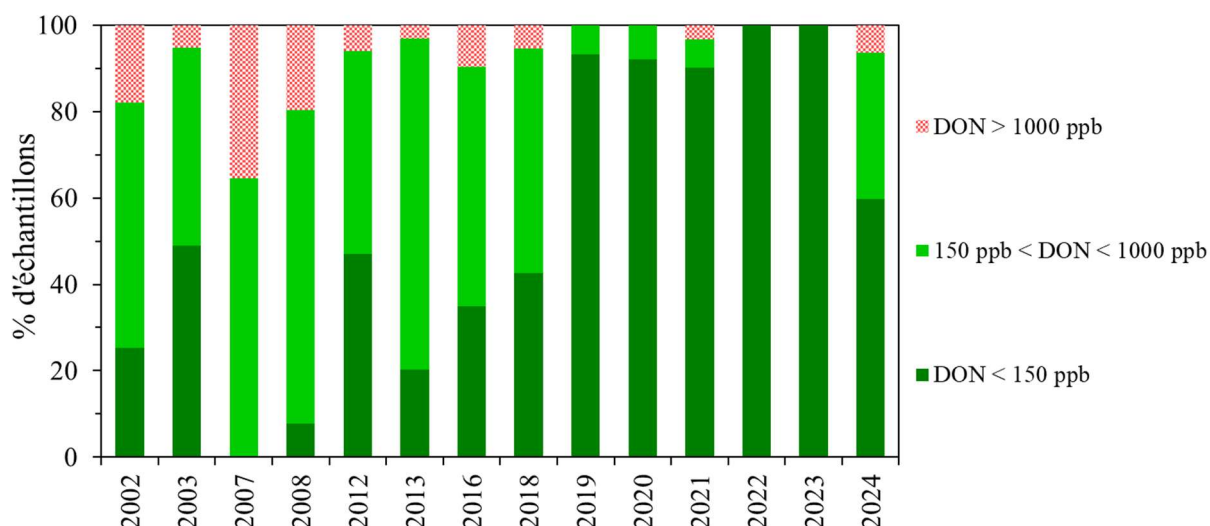
La législation sur les limites maximales pour différentes mycotoxines dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine a été mise jour, notamment pour le déoxynivalénol (DON) et le T2+HT2. Les limites actuellement d'application pour le froment brut sont reprises dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Teneur maximale d'application pour différentes mycotoxines dans le froment brut destiné à l'alimentation humaine et animale

| Mycotoxine                        | Déoxynivalénol<br>DON | Zéaralénone<br>ZEA | T2+HT2 | Ochratoxine A<br>OTA | Somme 12<br>alcaloïdes<br>d'ergot | Sclérote<br>d'ergot |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|--------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Limite alimentation humaine (ppb) | 1000                  | 100                | 50     | 5                    | 150                               | 0,2 g/kg            |
| Limite alimentation animale (ppb) | 8000                  | 2000               | 500    | 250                  | /                                 | 1,0 g/kg            |

Sous l'égide du Collège des Producteurs et grâce à la collaboration de plusieurs institutions en Wallonie (CRA-W, CePiCOP, CPL-Végémar, CARAH) et en Flandre (Inagro et UGent), 104 échantillons de froment d'hiver ont été prélevés à travers la Belgique quelques jours avant la moisson (Figure 10). Des analyses ont été réalisées pour déterminer la teneur en DON. Cette mycotoxine est produite par des champignons responsables des fusarioses des épis. Ce sont les pluies et les températures élevées survenant autour du moment de la floraison (fin mai à début juin) qui sont déterminantes pour l'infection des épis par les *Fusarium*.

Cette année, 7 échantillons (3 en Flandre et 4 en Wallonie) dépassaient la teneur maximale autorisée en DON de 1000 ppb dans les céréales brutes destinées à l'alimentation humaine. Les analyses de laboratoire montrent un **niveau faible en DON** pour les récoltes de froment d'hiver. Il faut toujours être vigilants avec des lots venant de champs cultivés après maïs sans labour au moins superficiel car ils sont connus pour avoir une teneur plus élevée en DON.



**Figure 8 – Pourcentage d'échantillons de froment en Belgique pour leur teneur en déoxynivalénol (DON). En 2024, analyses réalisées en pré-récolte sur 102 échantillons répartis sur 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. Il faut être vigilant avec cette mycotoxine pour les lots dont la récolte a été retardée par les pluies.

Sur les céréales de printemps en sur-maturité, les *Fusarium* peuvent produire plutôt les mycotoxines T-2/HT-2 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.

Il faut également rester vigilant à l'état sanitaire général des récoltes lié à l'évolution vers des pratiques agricoles moins intensives. Une présence accrue de champignons pathogènes aujourd'hui oubliés (ergot, carie, charbon, ...) et d'adventices peut être observée. Pour pallier cela, il faut s'assurer d'appliquer les bonnes pratiques agricoles liées à ces problématiques. Au niveau du stockage, le nettoyage et les opérations de tri simple apportent des solutions. Il existe des chaînes mobiles de tri à grilles sur camion. Le tri optique est essentiel pour retirer l'ergot d'un lot après son nettoyage avec un trieur à grilles.

Cette année, l'importante présence d'adventices graminées (vulpin, jouet du vent, raygrass, ...) et/ou de problème de fertilité d'épis ont permis le développement de l'ergot dans les épis. Les espèces les plus sensibles à l'ergot sont en ordre décroissant : le seigle, le triticale, le blé tendre/dur, l'orge et l'avoine. Après la contamination d'une parcelle à l'ergot, le labour à plus de 10 cm de profondeur puis un travail superficiel du sol les années suivantes est un levier très efficace. De plus, il faut éviter de semer une céréale les 2 années suivant une contamination.

### 3 Qualité technologique des froments au regard des besoins des transformateurs

Le **choix variétal est le levier déterminant pour atteindre la qualité technologique** visée et adaptée à sa filière. Il conditionne le produit final et le procédé de transformation envisageable. Il est primordial en panification de disposer d'une protéine de qualité élevée plutôt que d'en viser une quantité importante de faible qualité.

La **variété parfaite n'existe pas**. Il faut trouver la variété avec le meilleur équilibre entre rendement à l'hectare, quantité de protéines et qualité de la protéine. Les trois ne vont pas de pair. La relation entre le rendement à l'hectare et la teneur en protéines est inverse pour un même système production. Une variété de blé ne peut pas physiologiquement à la fois avoir un rendement très élevé et une qualité technologique très élevée.

Les critères d'aptitude à la transformation sont spécifiques à chaque filière. Il faut **définir ses propres critères des seuils limites stricts** pour les années avec une moisson de qualité habituelle et des seuils souples pour celles qui sont critiques. C'est nécessaire pour s'assurer de pouvoir approvisionner sa filière locale et garantir un débouché à ses producteurs. **Le froment n'est pas une commodité aussi standard que le sucre, les œufs et le beurre**. L'ordre d'importance de ses propres critères technologiques est également critique. Il est de plus important au moins important :

1. **Qualité des constituants chimiques** (comme la force et la nature du gluten) dépendant du choix de la variété
2. **Quantité des constituants chimiques** (comme la teneur en protéines)
3. **Paramètres physiques du grain** (comme le poids à l'hectolitre)

Généralement, cet ordre importance est appliqué de manière inversée. Cela résulte sur des lots de qualité technologique standard trop élevée. Cette qualité supérieure n'intègre pas la flexibilité spécifique de son propre procédé de transformation. La qualité des lots sera donc souvent inutilement trop élevée. Une matière de moindre qualité technologique et moins chère aurait été suffisante. Parfois la transformation de ces lots de qualité standard sera problématique alors que le cahier des charges est respecté. Cela a également un coût.

L'évaluation de la **qualité technologique** pour la panification est réalisée en étapes successives par des analyses :

1. **Très rapides** sur les grains comme celles de la teneur en protéines, en humidité et le poids à l'hectolitre qui servent de garde-fous.
2. **Basiques** sur une mouture rapide comme le temps de chute de Hagberg (qualité fermentaire partielle) et l'indice de sédimentation Zélény (qualité rhéologique des protéines partielles).
3. **Elaborées** sur une mouture blanche comme l'alvéographe Chopin et Mixolab Chopin + (qualité rhéologique des protéines et de l'amidon ainsi que qualité fermentaire).
4. **Test de panification standardisé**.

Il est toujours essentiel de connaître le nom de la variété analysée pour interpréter au mieux les résultats, surtout avec les méthodes très rapides.

**Qualité technologique =  
Variété X Fumure X Autres facteurs (année, climat, sol, précédent, densité de semis, ...)**

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

Pour les froments de qualité alimentaire, il est fortement **recommandé de réaliser une analyse pré-récolte**. Elle permet de détecter et anticiper les parcelles, localités et/ou variétés à éviter dans l'allotement de lots alimentaires. L'analyse en pré-récolte permet de contrôler l'humidité des grains et surtout la teneur en protéines de la parcelle. Cette dernière permet **d'anticiper l'allotement des récoltes** sur base de la teneur en protéines, en plus du nom ou groupe de qualité panifiable de la variété. Elle sert également à évaluer des problématiques spécifiques à certaines années notamment : prégermination physiologique (Hagberg) et/ou mycotoxines.

### *Tractations commerciales*

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 9 qui inclut également que le pourcentage de lots avant nettoyage et séchage.

**Tableau 9 – Barèmes de qualité recommandés pour les tractations commerciales avec les transformateurs de froment.**

| Barème de qualité                                      | Qualité     | Hum. (%)         | Hag. (s)       | Force du gluten  | Prot. (%MS)      | PHL brut (kg/hl) | % lots non nettoyés 2020-23 | % lots non nettoyés 2024 |
|--|-------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Blé Panifiable Premium améliorant belge</b>         | Variété Q1A | ≤14,5<br>(≤15,5) | ≥220<br>(≥180) | Zélény<br>≥40 ml | ≥12,0<br>(≥11,5) | ≥76,0<br>(≥73,0) | /                           | /                        |
| <b>Blé Panifiable Premium belge</b>                    | Variété Q1  | ≤14,5<br>(≤15,5) | ≥220<br>(≥180) | Zélény<br>≥35 ml | ≥11,5<br>(≥11,0) | ≥76,0<br>(≥73,0) | 13<br>[26]                  | 3<br>[9]                 |
| <b>Blé Panifiable Supérieur belge (et amidonnerie)</b> | Variété Q2  | ≤14,5<br>(≤15,5) | ≥220<br>(≥180) | Zélény<br>≥30 ml | ≥11,0<br>(≥10,5) | ≥76,0<br>(≥73,0) | 10<br>[17]                  | 3<br>[9]                 |
| <b>Blé Amidonnerie belge</b>                           | Variété Q3  | ≤14,5<br>(≤15,5) | ≥180<br>(≥150) | /                | ≥10,5<br>(≥10,0) | ≥72,0<br>(≥69,0) | 23<br>[32]                  | 33<br>[42]               |
| <b>Blé Basique belge</b>                               | Variété Q4  | ≤14,5<br>(≤15,5) | /              | /                | /                | /                | 54<br>[25]                  | 61<br>[49]               |
| <b>Blé Standard belge Fegra 2024</b>                   | /           | ≤14,5<br>(≤15,5) | /              | /                | /                | ≥75,0            | 53<br>[65]                  | 30<br>[36]               |

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

Pour l'utilisation des lots de cette moisson en **amidonnerie 36% des lots non nettoyés et non séchés conviennent**. Le tri du grain avec des poids à l'hectolitre limite (seuil limite souple) permettra d'augmenter cette proportion à 51% des lots. Les amidonneries les plus exigeantes se limiteront aux lots de qualité panifiable supérieur (Q2). Les **besoins habituels** de ce secteur en grains belges seront **couverts**.

Pour la **meunerie-boulangerie, seuls 6% des lots non nettoyés et non séchés** peuvent correspondre à des blés panifiables en 2024. Après tri du grain (seuil limite souple), cela pourrait correspondre à 18% 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 premiums (Q1) et améliorantes (Q1A)**.

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

### Recommandation variétale pour la sensibilité à la pré-germination physiologique

La sensibilité des variétés au déclenchement de la pré-germination physiologique a pu être évaluée les dernières années (récolte 2021 et 2023) par le temps de chute de Hagberg sur base des essais de post-inscription du CRA-W (Livre Blanc Céréales septembre 2023).

Les variétés les **moins sensibles** à ce niveau sont : **Christoph, Crossway, Hyking, Intensity, KWS Dag, KWS Donovan, KWS Extase, LG Apollo, Montalbano et RGT Perkussio.**

Les variétés les **plus sensibles** à ce niveau sont : **Cubitus, Champion, Chevignon, Geluck, Gleam, Johnson, KWS Sverre, KWS Keitum, LG Audace, LG Farrier, LG Keramik, SU Addiction, SU Ecusson, SY Admiration et WPB Calgary.**

### Recommandation variétale pour la teneur en protéines en amidonnerie

La majorité des froments cultivés en Belgique est destiné à l'amidonnerie. Ce sont des variétés de froment panifiable supérieur belge (Q2) et amidonnerie belge (Q3) où le rendement à l'hectare est privilégié à la qualité technologique. Cela dilue la teneur en protéines. L'intensité de ce phénomène dépend aussi de la variété.

Pour les amidonneries les plus exigeantes, il est recommandé d'opter pour des variétés arrivant à **garantir un niveau acceptable de la teneur en protéines** malgré des rendements à l'hectare élevée. Sur la Figure 10, il s'agit des variétés : **Intensity, KWS Donovan, LG Apollo, SU Addiction et SY Transition.**

### Recommandation variétale pour le poids à l'hectolitre

La comparaison de 2 années (2023 et 2024) à faible poids à l'hectolitre (PHL) des essais variétaux de post-inscription conventionnelle du CRA-W est représentée à la Figure 9. Le PHL correspond à l'encombrement du grain en lien avec sa forme qui dépend de la variété.

Elle montre que très peu de variétés **atteignent la limite Fegra du PHL de 75 kg/hl** (pour l'amidonnerie très exigeante). Seules, les variétés **Christoph et Irun** y arrivent bien. Les variétés **Campesino, Geluck, LG Keramik, Montalbano, SU Addiction et SY Revolution** y arrivent ou presque.

Elle montre que certaines variétés **n'atteignent pas la limite Biowanze du PHL de 72 kg/hl**. Uniquement, les variétés **Celebrity, Champion, Gleam, LG Farrier, LG Skyscraper et Positiv** y parviennent pas.

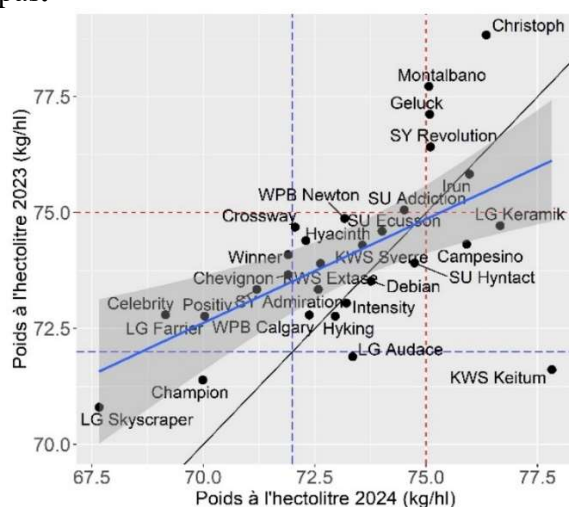


Figure 9 – Comparaison du poids à l'hectolitre entre la récolte 2023 et 2024 des essais variétaux de post-inscription du CRA-W en agriculture conventionnelle. Limite à 72 kg/hl=Biowanze (pointillés longs), Limite à 75 kg/hl=Fegra (pointillés courts)



### Problématique du poids à l'hectolitre

Les valeurs de **poids à l'hectolitre ont un impact financier négatif conséquent** sur le secteur agricole. Pour chaque kg/hl en dessous de 75 kg/hl, l'agriculteur perd 1% de la valeur de sa céréale. Cela revient financièrement à la perte de 1% rendement à l'hectare par kg/hl en dessous de 75 kg/hl. Cet impact négatif a été significatif lors de 3 des 4 dernières récoltes.

En moyenne de 2021 à 2024, **seulement 48% des lots ont atteint le seuil de 75 kg/hl**. Sur cette période, le **seuil de 72 kg/hl lui a été atteint pour 80% des lots**. Ce seuil correspond à celui de la plus grande amidonnerie belge qui transforme 34% des lots wallons. L'amidonnerie plus exigeante belge transforme 10% des lots wallons. Le secteur de l'alimentation animale utilise 46% des lots wallons. Le PHL n'ayant pas d'impact sur la valeur alimentaire, ce secteur peut utiliser tous les lots au niveau PHL. Pour des céréales proches du froment comme le triticale et le seigle, des réfections sont d'application pour un PHL inférieur à 70 kg/hl.

L'impact financier négatif du **poids à l'hectolitre (PHL) n'est pas sous contrôle, n'est pas objectif et est disproportionné vu que** :

- les appareils de mesure de PHL en Belgique ne sont pas sous l'égide d'un système officiel de contrôle indépendant et objectif assurant l'exactitude des valeurs de PHL mesurées (comme en France et Allemagne). De nombreux appareils en Belgique pour la mesure du PHL ne sont pas, peu ou mal contrôlés. La valeur de PHL pour un même lot sera donc trop différente d'un appareil à l'autre.
- il est mesuré sur des échantillons non-nettoyés. Cela diminue les valeurs de PHL.
- il n'est pas standardisé par rapport à l'humidité de l'échantillon. Au plus un lot est humide, au plus son PHL non-corrigé de l'humidité sera faible. Le PHL est sous-estimé pour des humidités supérieures à 15%.
- il n'a pas d'impact significatif sur la valeur alimentaire et technologique (d'après des études suisses de l'Agroscope, française d'Arvalis, belges du Livre Blanc Céréale et d'autres).
- les années avec des faibles PHL certains transformateurs maintiennent des exigences de PHL trop élevés sans justification étayées et sans bonifications pour les lots avec des PHL plus élevés.

L'usage du PHL est toutefois justifié pour évaluer l'encombrement des grains au transport. Cependant, les lots de céréales belges ne vont jamais parcourir de longues distances.

**Ne serait-il pas nécessaire de réévaluer l'utilisation commerciale du poids à l'hectolitre et son impact, particulièrement dans le contexte de la simplification des surcharges qui pèsent sur le secteur agricole ?**

### 4 Les catégories de qualité technologique des variétés de froment

#### 4.1 Froment

Les 5 catégories de qualité technologique des variétés de froment cultivées en Wallonie présentées ci-dessous ont été établies en se basant principalement sur la valeur de la qualité technologique à la panification des protéines, le W/P (W : Force boulangère à l'alvéographe Chopin ; P : Protéines) ; en tenant compte également des valeurs critiques du temps de chute de Hagberg, de la teneur en protéines et des autres paramètres (Alvéographe Chopin et Mixolab Chopin +). Les échantillons sont issus d'essais variétaux wallons de post-inscription des dernières années.

1. **Q1A (Froment panifiable premium améliorant belge)** est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des blés améliorants en France et qualité E en Allemagne.
2. **Q1 (Froment panifiable premium belge)** est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des blés VRM (Variétés Recommandées par la Meunerie) en France et qualité A en Allemagne.
3. **Q2 (Froment panifiable supérieur belge)** est une catégorie de qualité panifiable semblable à celle des blés BPMF (Blés Pour la Meunerie Française) en France et qualité B en Allemagne. En Belgique, cette qualité est destinée à l'amidonnerie surtout si elle est très exigeante en protéines.
4. **Q3 (Froment amidonnerie belge ; blé standard belge)** est une catégorie de qualité pouvant être utilisée en amidonnerie. La qualité Q2 peut également être utilisée pour cette transformation.
5. **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 panifiable premium améliorant (Q1A), puis 20-30% de froment panifiable premium (Q1) puis plus de 50% de froment panifiable supérieur (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 variété 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.

Les variétés Q4B (comme **LG Skyscraper** et **SU Ecusson**) sont de type biscuitière. Elles ont une faible force boulangère du gluten mais avec un gluten très extensible.

Des classements distincts sont réalisés entre agriculture conventionnelle (Tableau 10) et biologique (Tableau 11) 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 lorsqu'une fumure azotée moins favorable est appliquée.

Dans les Figures 10 et 11 ci-dessous, 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.

### 4.1.1 Agriculture conventionnelle

Tableau 10 – Classement des variétés de froment en cinq catégories de qualité technologique pour la panification en pur et sans additifs en agriculture conventionnelle basées sur les essais variétaux de post-inscription du CRA-W (\*, données limitées ; variété biscuitière<sup>B</sup> ; h, hybride).

| Q1A<br>Panifiable<br>premium<br>améliorant<br>belge | Q1<br>Panifiable<br>premium<br>belge | Q2<br>Panifiable<br>supérieur<br>belge<br>(et amidonnerie) | Q3<br>Amidonnerie<br>belge<br>(Blé standard<br>belge) | Q4<br>Basique<br>belge<br>(Blé standard<br>belge) |
|---|--------------------------------------|--|---|---|
| (Alessio*)  | Cubitus                              | Chevignon  | Campesino   | Champion  |
| Arminius  | KWS Dag                              | Hyacinth (h)   | Celebrity   | Debian  |
| Christoph   | KWS Emerick                          | Hyking (h)   | Crossway  | Gleam   |
| Montalbano  | LG Keramik                           | Irun   | Garfield  | Johnson   |
| Moschus   |                                      | Intensity  | Geluck  | KWS Keitum  |
|   |                                      | KWS Donovan  | KWS Sverre  | LG Skyscraper <sup>B</sup>                        |
|   |                                      | KWS Extase   | LG Apollo   | SU Ecusson <sup>B</sup>                           |
|   |                                      | RGT Perkussio  | LG Audace   |   |
|   |                                      | SU Addiction   | Positiv   |   |
|   |                                      | SU Hyntact (h)   | SY Admiration   |   |
|   |                                      | SY Revolution  | Winner  |   |
|   |                                      | WPB Calgary  | WPB Newton  |   |

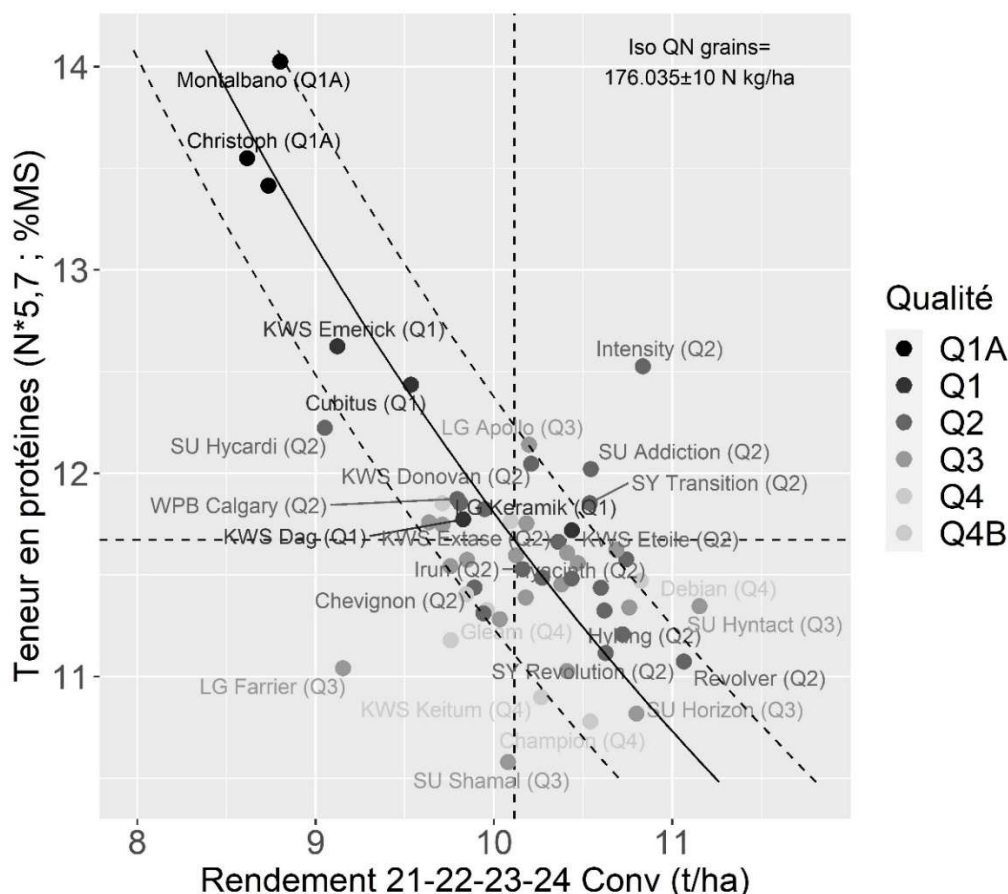


Figure 10 – Compromis entre les protéines et le rendement à l'hectare des froments conventionnels basé sur les essais variétaux de post-inscription du CRA-W de 2021 à 2024.

## V. Qualité technologique et sanitaire des froments d'hiver

### 4.1.2 Agriculture biologique

Tableau 11 – Classement des variétés de froment BIO de qualité technologique pour la panification en pur et sans additifs t en agriculture biologique basées sur les essais variétaux de post-inscription du CARAH, CPL-Végémar et CRA-W (données limitées\*, variété biscuitière<sup>B</sup>).

| Q1A BIO<br>Panifiable<br>premium<br>améliorant<br>belge | Q1 BIO<br>Panifiable<br>premium<br>belge | Q2 BIO<br>Panifiable<br>supérieur<br>belge<br>(et amidonnerie) | Q3 BIO<br>Amidonnerie<br>belge | Q4 BIO<br>Basique<br>belge |
|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|
| Adamus  | Christoph                                | (Abracadabra*)   | Emotion                        | Chevignon                  |
| Alessio   | Energo                                   | (Camillus*)  | Geny                           | (Gergovie*)                |
| Arameus   | Montalbano                               | Chaussy  | (Glenan*)                      | Gwenn                      |
| Arminius  | Moschus                                  | Cubitus  | LD Cape                        | SU Ecusson <sup>B</sup>    |
| Grannosos   | Mossette                                 | (Glaz*)  | LG Keramik                     | Winner                     |
| Tillexus  | (Phildor*)                               | Imperator  | (KWS Corole*)                  |                            |
| Togano  | Renan                                    | KWS Emerick  | KWS Eternel                    |                            |
|   | Wital                                    | (RGT Farneo*)  | (SU Tarrafal*)                 |                            |
|   |  | Wendelin   | (SY Revolution*)               |                            |

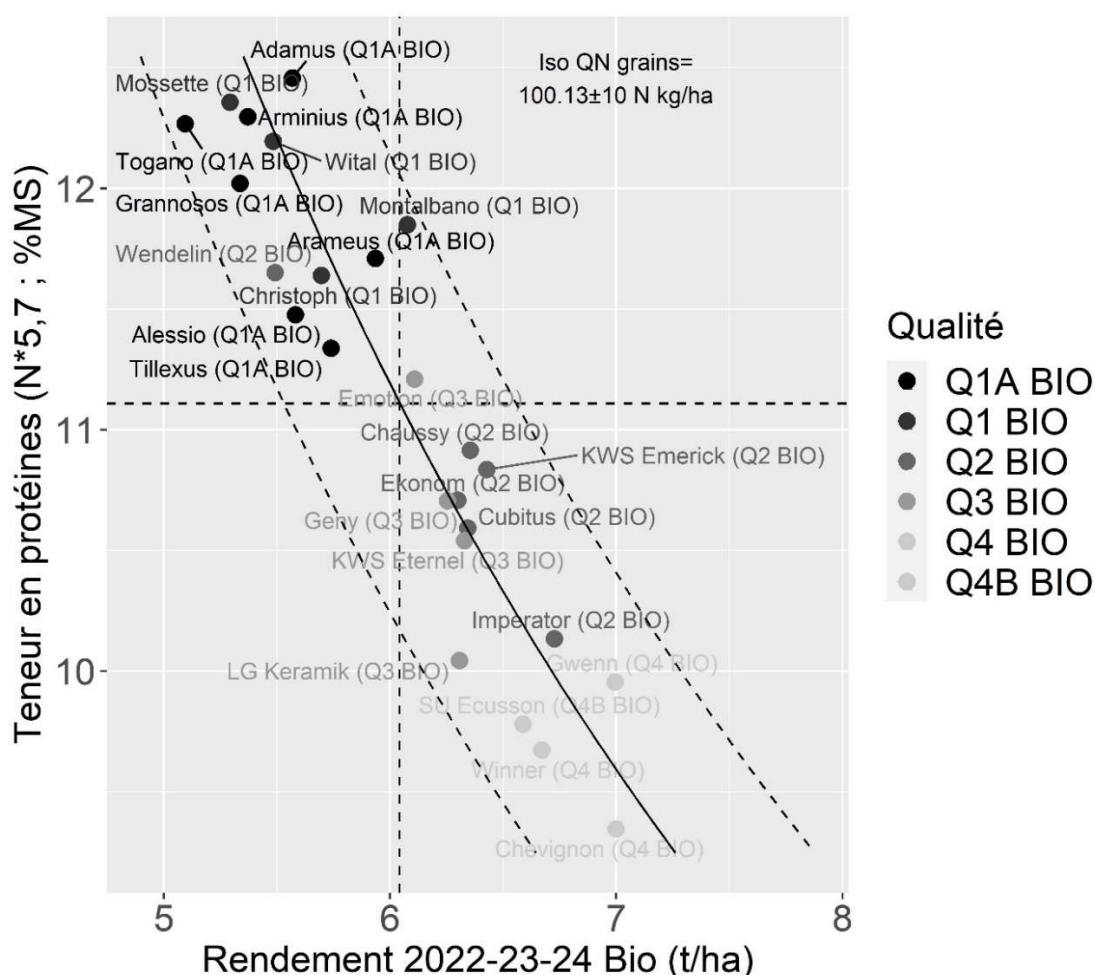


Figure 11 – Compromis entre les protéines et le rendement à l'hectare des froments biologiques basé sur les essais variétaux de post-inscription du CARAH, CPL-Végémar et CRA-W de 2022 à 2024.