

Soutenir le développement d'une nouvelle filière basée sur la production de blé dur en Wallonie

Projet N°89

Qualité technologique du blé dur en agriculture conventionnelle et biologique



PLATEFORME DE TECHNOLOGIE DES CÉRÉALES, OLÉAGINEUX ET PROTÉAGINEUX – CRA-W
BRUNO GODIN

10/09/26



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU



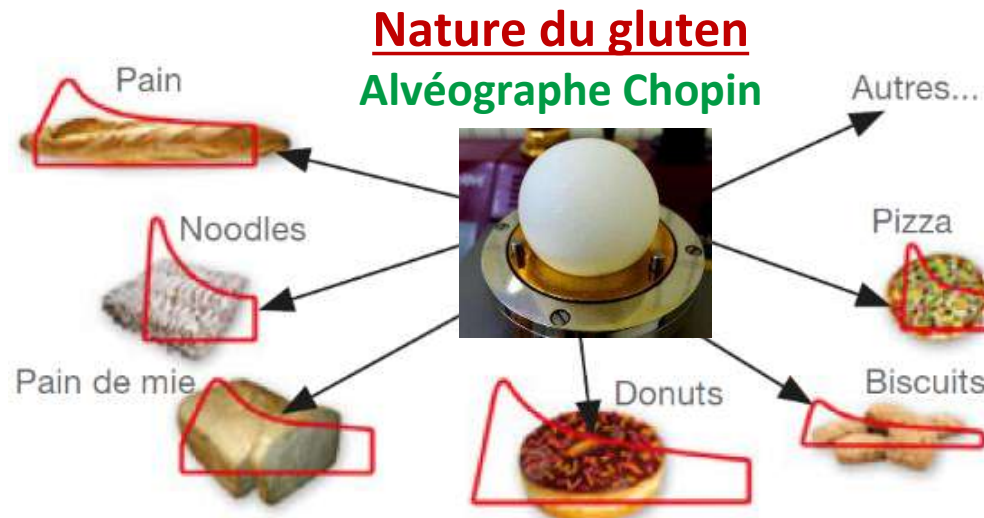
Centre wallon de Recherches agronomiques

Répondre aux questions d'aujourd'hui et relever les défis de demain

www.cra.wallonie.be

1. C'est quoi un bon grain/semoule ?

- **Pas de réponse à cette question**
 - **Dépend de l'acheteur final, du transformateur et du produit visé**
→ Pas une commodité
- **Choisir ses propres critères pertinents et le bon ordre d'importance**
 1. Qualité des constituants chimiques → Variété
Ténacité du gluten, Activité α -amylasique (Hagberg), Texturation amidon
 2. Quantité des constituants chimiques → Variété
Teneur en protéines
 3. Paramètres physiques du grain/sem. → Variété
Taille grain/PHL, Dureté grain/Vitrosité, Granulométrie sem., Couleur sem.

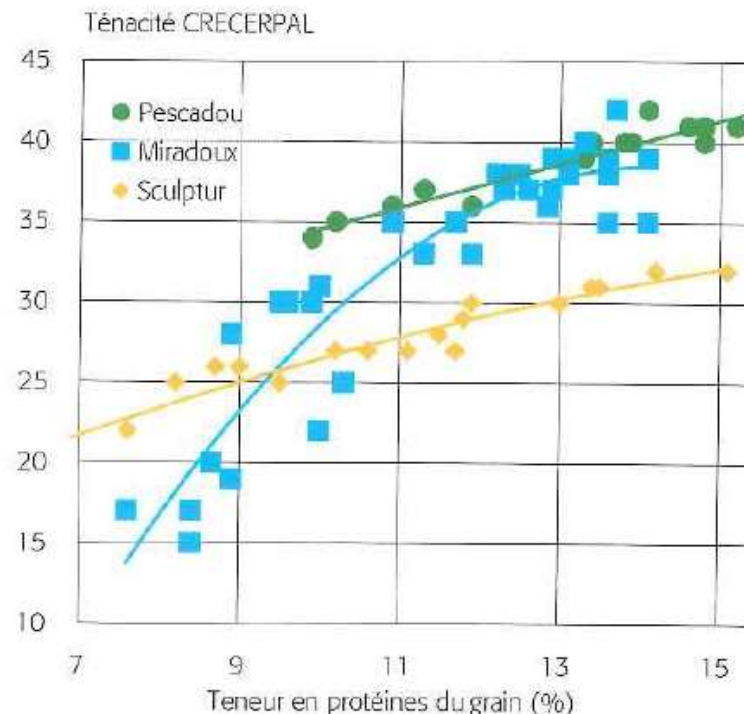


1. C'est quoi un bon grain/semoule ?

- **Pas de réponse à cette question**
 - **Dépend de l'acheteur final, du transformateur et du produit visé**
→ Pas une commodité
- **Choisir ses propres critères pertinents et le bon ordre d'importance**
→ Quantité de protéines et Qualité pastière de la protéine sont choses différentes

Figure 15 : Teneur en protéines et ténacité

Pour 3 variétés - essai de Fourques (30) - 2010, 2013, 2014



1. C'est quoi un bon grain/semoule ?

- **Pas de réponse à cette question**
 - **Dépend de l'acheteur final, du transformateur et du produit visé**
→ Pas une commodité
- **Partir des utilisateurs**
 - Exemple d'une semoule qui a bien fonctionné
 - Exemple d'une semoule qui n'a pas bien fonctionné
 - Exemple d'une semoule qui a tout juste fonctionné
- **Traduire en critères de qualité + nom de la variété/catégorie qualité**
 - Sur la semoule
 - Sur le grain

2. Analyses technologiques



Le grain

Alimentation humaine
Structure vitreuse
≠ blé tendre
≈ 2 Mt (France)

La mouture

Extraction de l'albumen
Broyage
Blutage
& Sassage

La pastification

Hydratation
Malaxage
Extrusion
Séchage

Les pâtes

Evaluation de la qualité :
- couleur
- texture

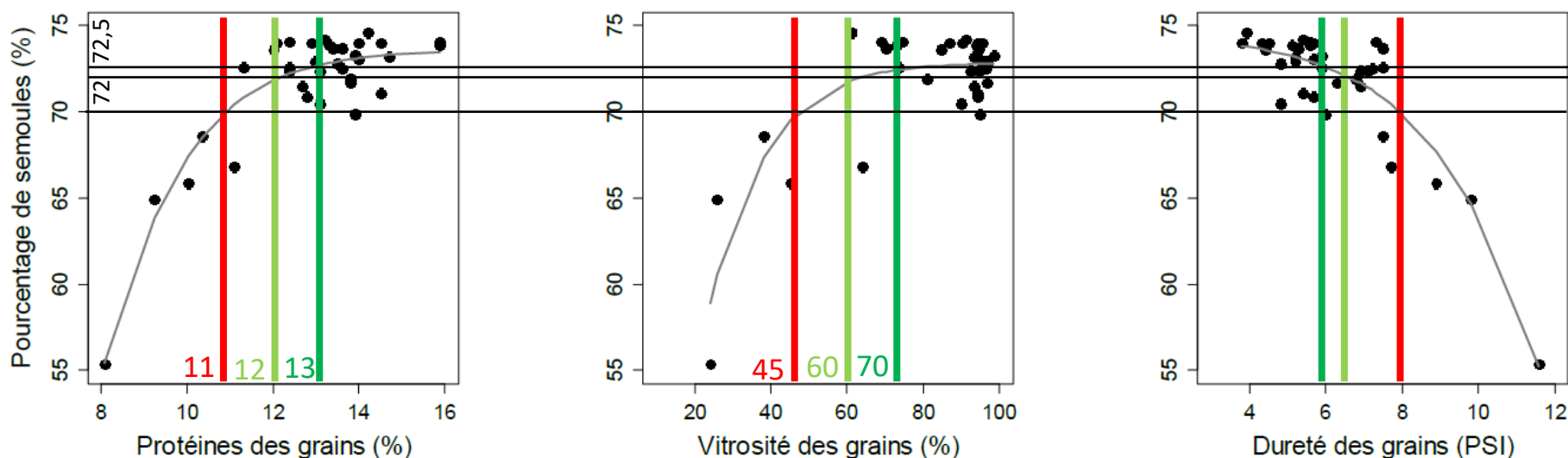
Pas de fermentation

2.1 Analyses technologiques

• Production de semoule

- Seuils de qualité dépendront du niveau de rendement en semoule visé

Figure 4 – Pourcentages de semoule obtenus à la mouture pour les 35 lots de grains en fonction de la teneur en protéines, de vitrosité et de la dureté des grains de blé dur



Selon les semouliers

- Mitadinage : Diminution du rendement semoulier
 - de 1% à partir de 30% de mitadinage
 - de 3% à partir de 40% de mitadinage
 - de plus en plus important au delà de 55%
- PHL : Diminution du rendement semoulier de 1 à 2 % par diminution de 2 points de PHL

2.2 Analyses technologiques

Le procédé de fabrication des pâtes Le rôle des protéines

- Formation d'un réseau de gluten autour des granules d'amidon (hydratation/malaxage/extrusion)

- Une exigence quantitative



protéines < 10.9 %



protéines > 14 %

- Une exigence qualitative → Optimiser la résistance du réseau

- Insolubilisation du réseau avant la gélatinisation des granules d'amidon (séchage)

- Stabilisation de la pâte et renforcement de la structure pour maintenir l'amidon gélatinisé lors de la cuisson



+



2.3 Analyses technologiques

Teneur
en
protéines

Semoulier -
Technologie

Rendement semoulier :

Évalué par :

- Dureté du grain
- Vitrosité/Mitadinage
- Taille du grain
- Poids à l'hectolitre
- Granulométrie semoule
- Teneur en cendres

Pastier - Technologie
Tenue à la cuisson et
Machinabilité

Évaluée par :

- Ténacité du gluten
→ P alvéographe Durum
(et Indice de sédimentation SDS)
- Texturation amidon
→ Mixolab+
- Granulométrie semoule

Aspect
Couleur

Semoule et Pâtes

Évalué par :

- Indice de jaune (b*)
- Indice de brun (a*)
- Granulométrie semoule
- Grains germés (Hagberg)

Qualité technologique =

(1) VARIETE X

(2) Fumure azotée X

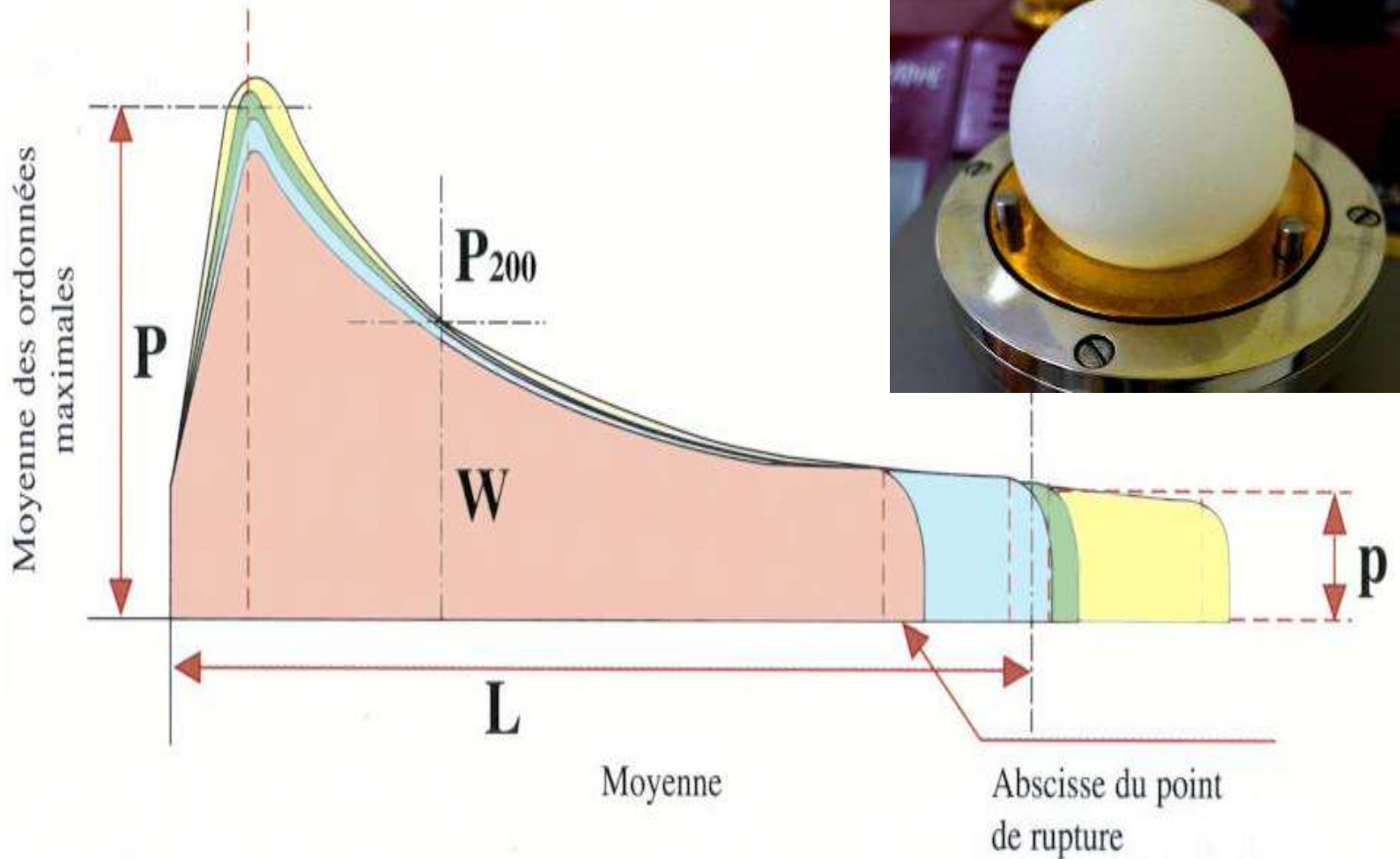
(3) Autres facteurs (année, climat, sol, précédent, semis, moisson)

La variété et la fumure parfaite n'existent pas

2.3 Analyses technologiques

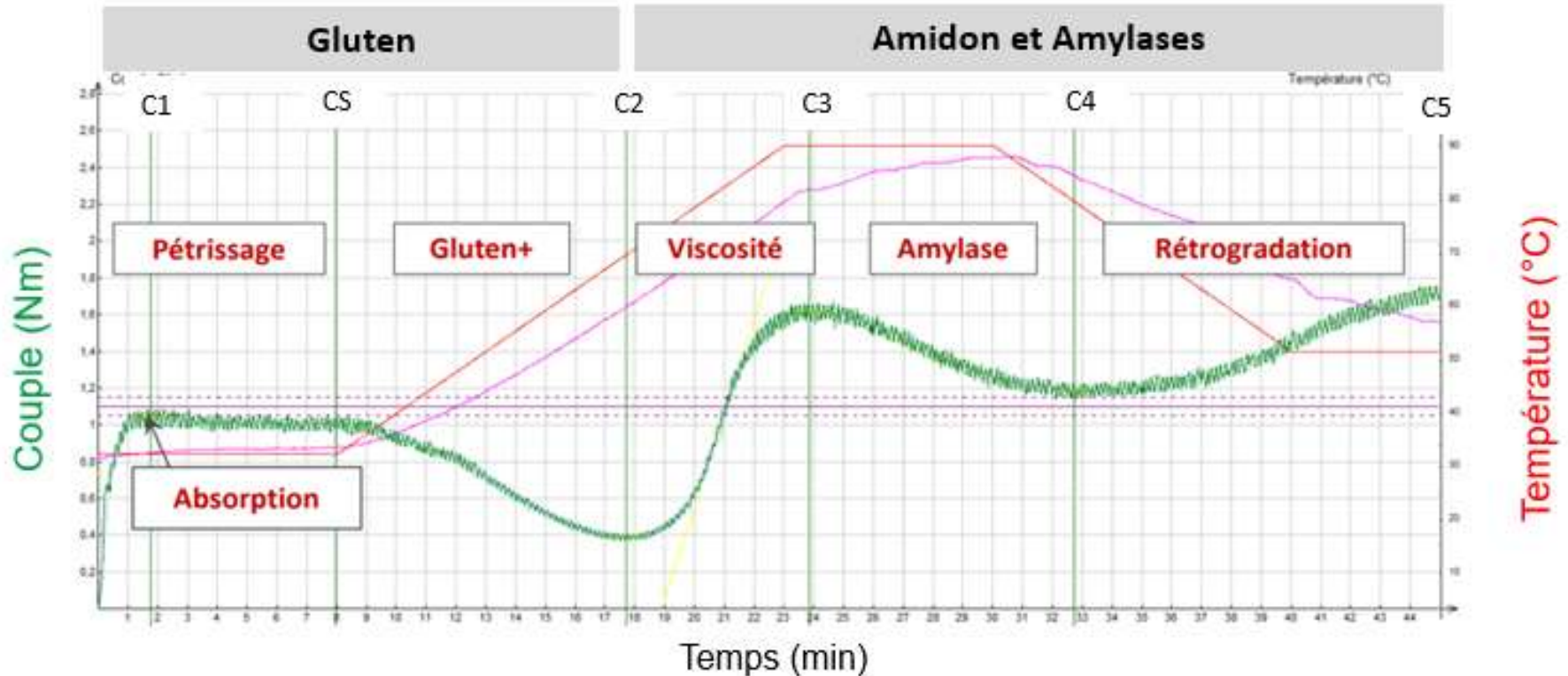
- **Alvéographe de Chopin – Méthode DURUM (UNI 10453 ; Barilla)**
 - Qualité pastière de la protéine : Ténacité du gluten

Ténacité et
résistance
à la déformation



2.3 Analyses technologiques

- **Mixolab +**
 - Comportement rhéologique des pâtes au pétrissage, chauffage et refroidissement



C1	C1 à CS	CS à C2	C2 à C3	C3 à C4	C4 à C5
Absorption d'eau	Pétrissage - Temps de développement - Stabilité - Force	Stabilité du gluten à la chauffe - C2 élevé	Texturation de l'amidon - C3 élevé	Activité amylasique forte - C4 faible Stabilité du gel à chaud - C4 élevé	Fermeté des pâtes - C5 élevé - C5-C4 élevé

3. Qualité technologique



3.1 Qualité technologique

Variétés en conventionnel - Nord sillon Sambre-Meuse

Année	Hagberg C15 grains s	Protéines grains (N*5,7) % MS	Mitadin %	Poids de 1000 grains g	Poids à l'hectolitre C15 kg/hl
2021	124	14.3	24	40.6	75.8
2022	378	15.3	0	62.9	83.2
2023	423	13.5	8	50.9	81.3
2024	270	14.6	21	48.4	74.2
2025	350	14.3	9	55.3	81.7
2026	385	16.6	2	46.5	79.2
Moyenne	322	14.8	11	50.8	79.2

Année	P Alvéo. Durum mm H2O	L Alvéo. Durum mm	Mixolab+ Hydratation %	Mixolab+ Temps dév. min	Mixolab+ Couple C2 Nm	Mixolab+ Couple C3-C2 Nm	Mixolab+ Couple C4-C3 Nm	Mixolab+ Couple C5-C4 Nm	Couleur jaune semoule b*	Rdt mouture far.+sem. %	Rdt semoule totale %	Rdt fine semoule %	Rdt grosse semoule %	Rdt farine %
2023	113	41	56.1	10.2	0.62	1.15	-0.46	1.56	27.4	62.4	57.7	27.5	30.2	4.7
2024	116	70	58.9	8.6	0.54	1.19	-0.51	0.75	25.3	56.7	51.4	21.8	29.6	5.4
2025	120	58	60.7	9.5	0.59	1.42	-0.35	1.38	27.6	58.3	54.0	23.3	30.7	4.3
Moyenne	116	56	58.6	9.4	0.58	1.25	-0.44	1.23	26.7	59.1	54.3	24.2	30.2	4.8

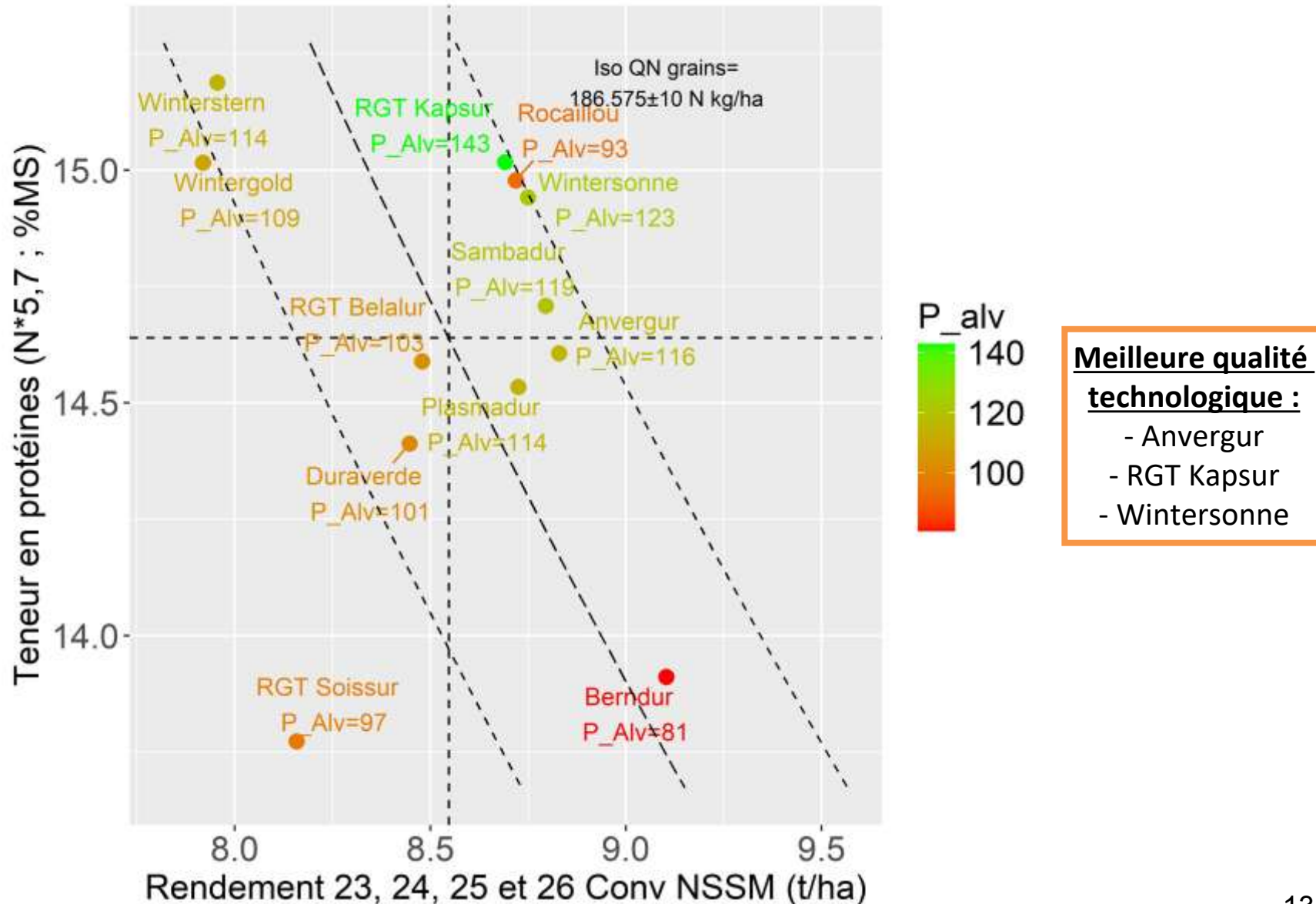
Variétés	Hagberg	Protéines	Mitadinage	Alvéographe Durum		Mixolab +			Couleur semoule jaune b*	Rendement fine et grosse CD2
	(s)	(%MS N*5,7)	(%)	P (mm H2O)	L (mm)	Hydratation (% H2O)	Stabilité gluten à 30°C (min)	Stabilité gluten à la chauffe (C2 Nm)		(%)
Anvergur	328	14.1	10	116	58	57.5	10	0.59	27.2	55.5
Berndur	403	13.3	15	81	41	56.8	9.8	0.61	25.9	52.9
RGT Belalour	266	13.8	16	103	66	57.5	7.5	0.52	24.7	52.7
RGT Kapsur	376	14.4	18	143	49	58.7	10.2	0.64	25.1	52.8
RGT Soissur	296	13.2	13	97	57	56.5	8.4	0.56	27.9	52.3
Rocaillou	349	14.2	8	93	59	58.7	8.9	0.53	27.4	51.9
Wintergold	336	14.3	5	109	67	58.8	9.8	0.57	27.9	54.7
Wintersonne	362	14.4	7	123	47	59.8	10	0.6	27.7	52.1
Winterstern	387	14.6	7	114	47	60.9	8.4	0.55	28.5	50.4

**Meilleure qualité
technologique :**

- Anvergur
- RGT Kapsur
- Wintersonne

3.1 Qualité technologique

Variétés en conventionnel - Nord sillon Sambre-Meuse



3.2 Qualité technologique

Variétés en bio - Nord sillon Sambre-Meuse

Année	Hagberg C15 grains s	Protéines grains (N*5,7) % MS	Mitadin %	Poids de 1000 grains g	Poids à l'hectolitre C15 kg/hl
2022	391	10.9	47	/	82.3
2023	377	11.8	31	54.3	80.9
2024	281	12.3	33	48.6	75.6
2025	373	12.1	37	48.7	79.7
2026	409	13.4	11	53.3	81.9
Moyenne	366	12.1	32	51.2	80.1

Année	P Alvéo. Durum mm H2O	L Alvéo. Durum mm	Mixolab+ Hydratation %	Mixolab+ Temps dév. min	Mixolab+ Couple C2 Nm	Mixolab+ Couple C3-C2 Nm	Mixolab+ Couple C4-C3 Nm	Mixolab+ Couple C5-C4 Nm	Couleur jaune semoule b*	Rdt mouture far.+sem. %	Rdt semoule totale %	Rdt fine semoule %	Rdt grosse semoule %	Rdt farine %
2023	72	43	52.0	10.3	0.58	1.02	-0.19	1.29	24.6	74.2	66.5	33.6	32.9	7.7
2024	104	44	53.2	8.9	0.58	1.17	-0.16	1.32	23.7	56.7	49.8	24.4	25.4	6.9
2025	84	55	55.2	9.7	0.58	1.54	-0.24	1.43	23.9	59.4	51.6	26.5	25.1	7.8
Moyenne	87	47	53.5	9.7	0.58	1.24	-0.20	1.35	24.1	63.5	56.0	28.2	27.8	7.5

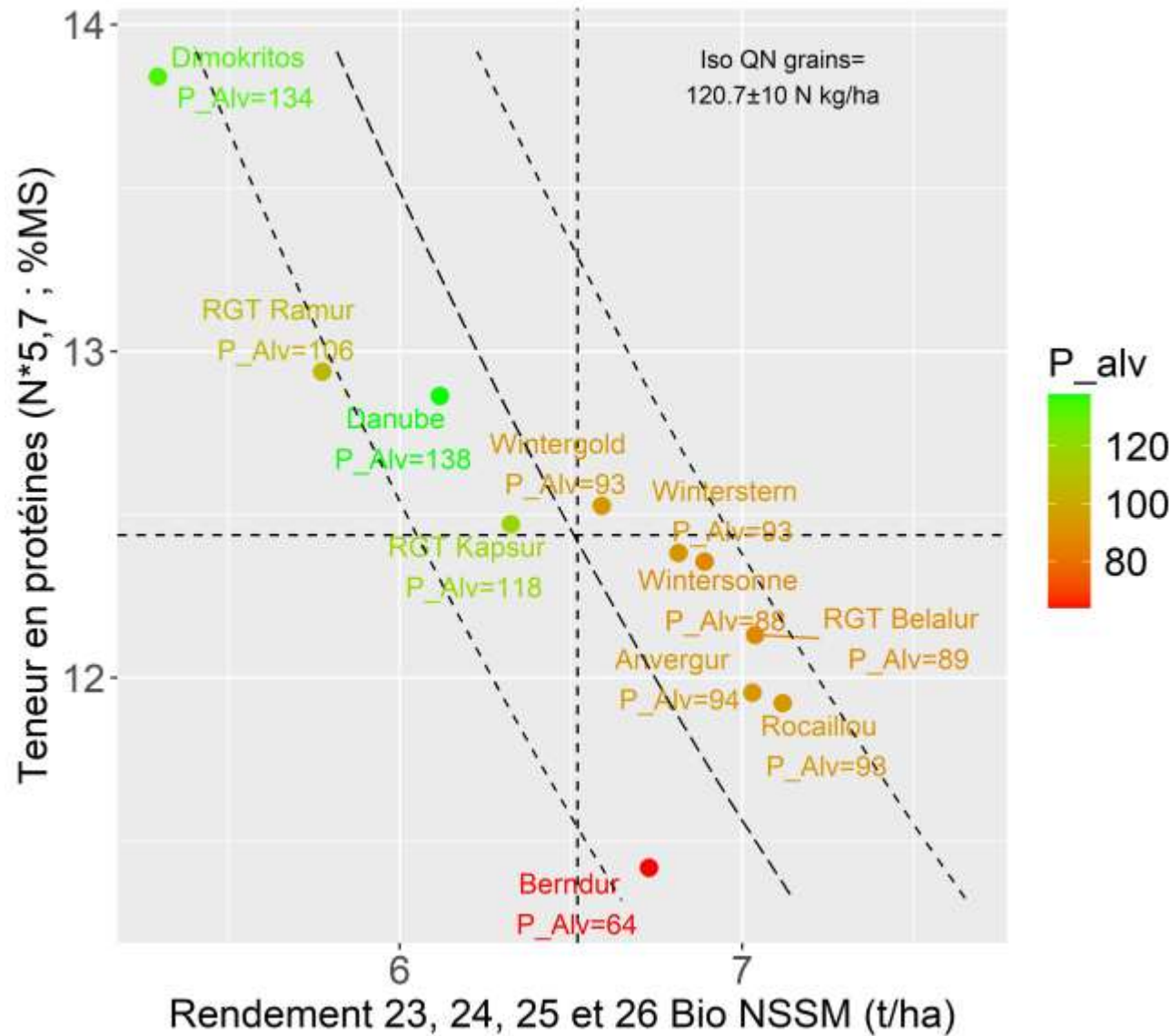
Variétés	Hagberg (s)	Protéines (%MS N*5,7)	Mitadinage (%)	Alvéographe Durum		Hydratation (% H2O)	Mixolab +		Couleur semoule jaune b*	Rendement fine et grosse CD2 (%)
				P (mm H2O)	L (mm)		Stabilité gluten à 30°C (min)	Stabilité gluten à la chauffe (C2 Nm)		
Anvergur	358	11.7	40	94	47	54.1	11.0	0.65	26.5	60.5
Berndur	373	11.1	46	64	54	53.5	10.0	0.60	24.7	58.2
Danube	254	12.8	30	138	47	56.6	8.2	0.59	22.4	58.6
Dimokritos	287	13.4	25	134	52	58.7	9.1	0.57	21.0	56.0
RGT Kapsur	392	12.2	40	118	48	54.7	9.9	0.64	25.5	57.5
RGT Ramur	356	12.6	26	106	49	56.0	10.8	0.61	26.1	56.4
Rocaillou	363	11.6	27	93	61	54.8	10.3	0.62	26.3	56.9
Wintergold	350	12.2	25	93	51	56.3	10.4	0.58	27.6	57.1
Wintersonne	381	12.1	31	88	46	56.8	9.9	0.59	26.8	56.7
Winterstern	359	12.1	27	93	44	57.3	9.0	0.58	28.5	55.5

**Meilleure qualité
technologique :**

- RGT Kapsur
- Wintersonne
- Winterstern

3.2 Qualité technologique

Variétés en bio - Nord sillon Sambre-Meuse



Meilleure qualité technologique :

- RGT Kapsur
- Wintersonne
- Winterstern

3.3 Qualité technologique

Temps de chute de Hagberg

- **Activité α -amylasique**
 - Pre-maturity sprouting en récolte 2024 (et 2025)
→ Hagberg entre 150-220 s
pour des variétés avec une précocité à l'épiaison ≤ 6
 - Danube
 - Dimokritos
 - RGT Belalur
 - RGT Soissur
 - Spineto
 - Prégermination physiologique en récolte 2021
 - Karur

3.4 Qualité technologique

Effet de la teneur en protéines

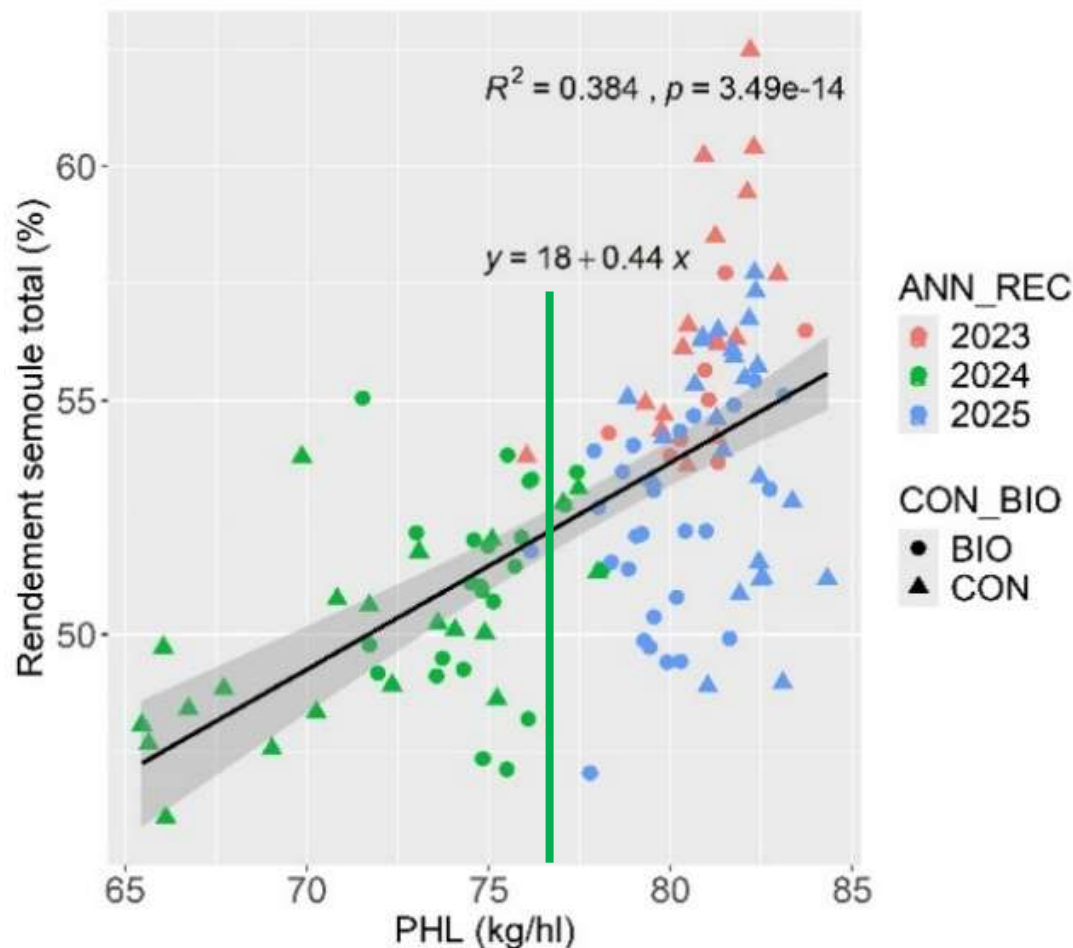
Modalité 23, 24 et 25	Hagberg C15 grains s	Protéines grains (N*5,7) % MS	Redman référence ml	Mitadin %	Poids de 1000 grains g	Poids à l'hectolitre C15 kg/hl
NSSM Conv	348	14.1	46	13	51.5	79.1
NSSM BIO	344	12.1	45	34	50.5	78.7
SSSM BIO	340	10.8	40	49	50.6	78.5

Modalité 23, 24 et 25	P Alvéo. Durum mm H2O	L Alvéo. Durum mm	Mixolab+ Hydratation %	Mixolab+ Temps dév. min	Mixolab+ Couple C2 Nm	Mixolab+ Couple C3-C2 Nm	Mixolab+ Couple C4-C3 Nm	Mixolab+ Couple C5-C4 Nm	Couleur jaune semoule b*	Rdt mouture far.+sem. %	Rdt semoule totale %	Rdt fine semoule %	Rdt grosse semoule %	Rdt farine %
NSSM Conv	116	56	58.6	9.4	0.58	1.25	-0.44	1.23	26.7	59.1	54.3	24.2	30.2	4.8
NSSM BIO	100	51	55.6	9.8	0.60	1.31	-0.36	1.25	25.9	59.9	53.7	26.2	27.6	6.2
SSSM BIO	87	47	53.5	9.7	0.58	1.24	-0.20	1.35	24.1	63.5	56.0	28.2	27.8	7.5

Les caractéristiques technologique sont acceptables
à une teneur en protéine de 12 %MS

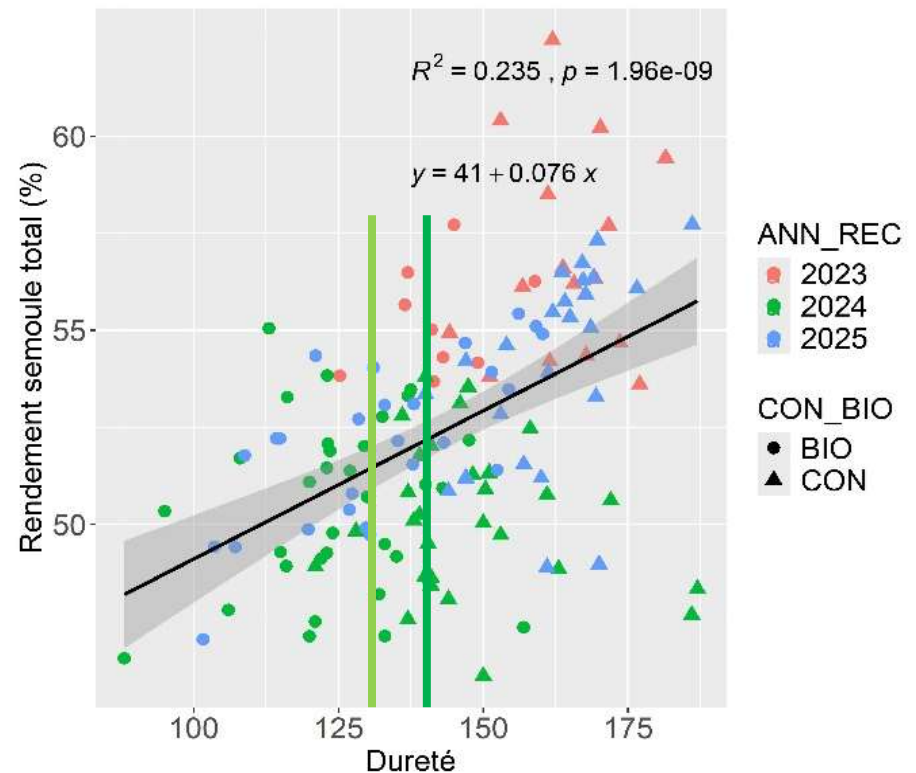
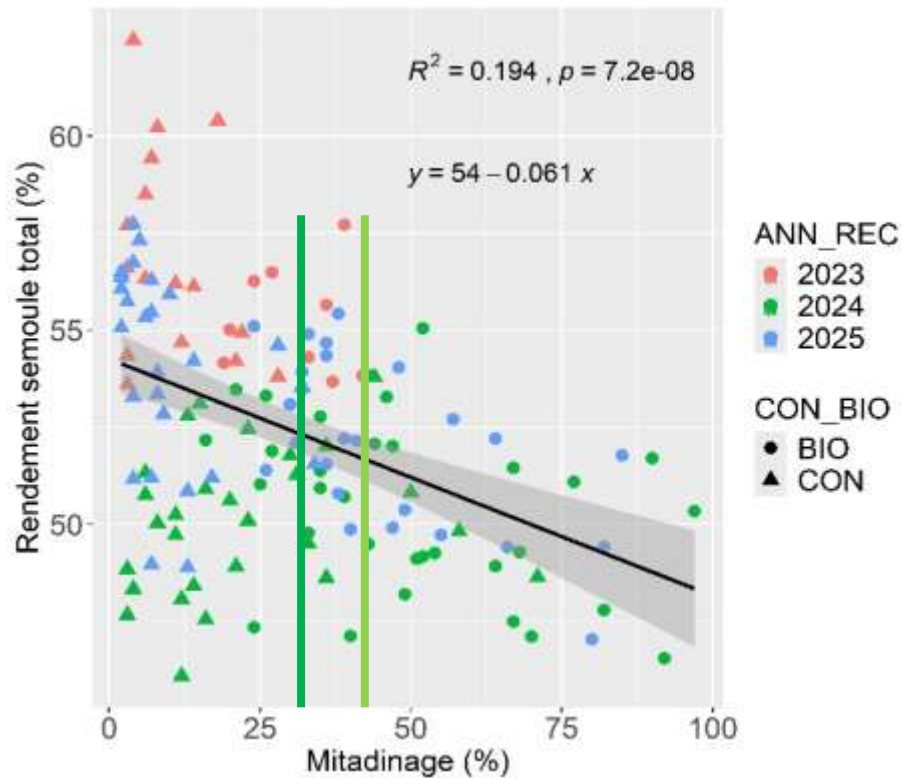
4. Paramètres technologiques : Corrélation

- **Rendement en semoule totale (fine+grosse)**
 - PHL : Pas relation assez significative avec le rendement semoulier (Arvalis)
 - PHL à mesurer sur grains nettoyés et standardisés la valeur de l'humidité



4. Paramètres technologiques : Corrélation

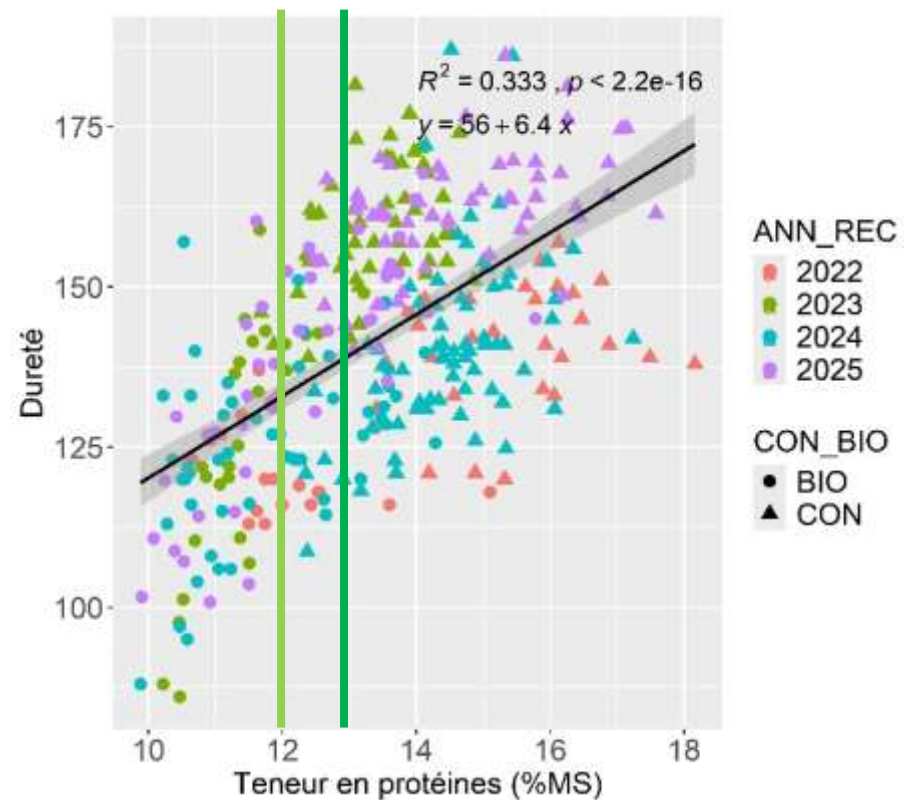
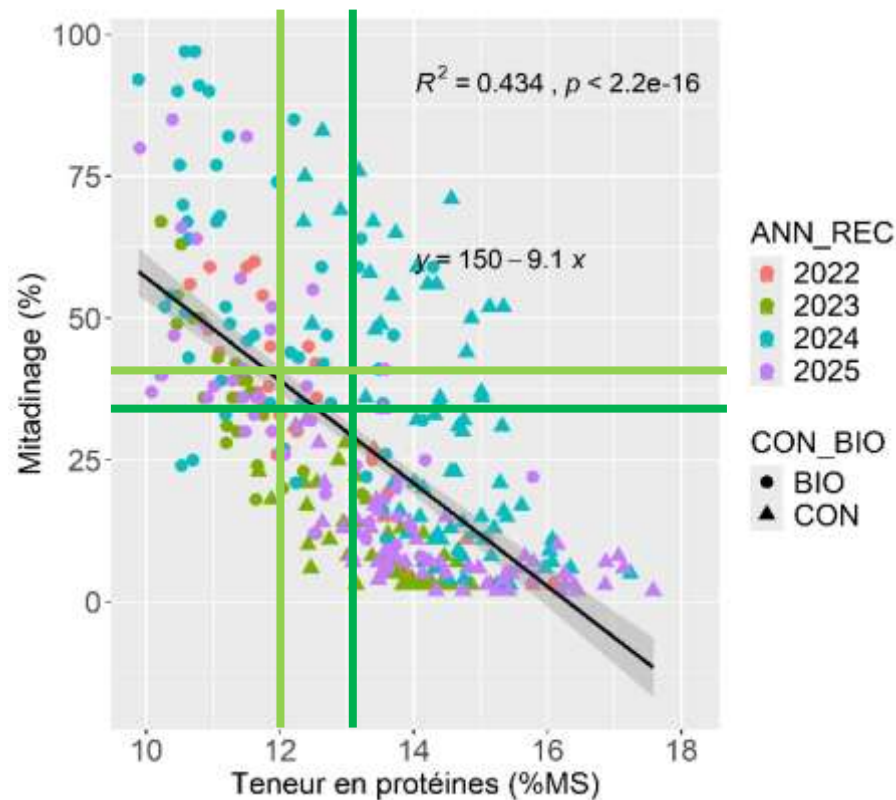
- **Rendement en semoule totale (fine+grosse)**
 - Mitadinage : Pas relation assez significative avec le rendement semoulier
 - Mesure du mitadinage référence pas assez reproductible
 - Mesure du dreté ou granulométrie mouture plus intéressante ?



4. Paramètres technologiques : Corrélation

- **Teneur en protéines**

- Teneur en protéines + Nom de la variété
→ Meilleure solution que mitadinage, dureté, granulométrie mouture



4. Paramètres technologiques : Corrélation

- Mitadinage référence : Mesure pas assez reproductible**

**Problème d'échantillonnage
(camion, échantillon, analyse) :**

2 x 50 grains = 2,5 g

Mouture intégrale = 50-300 g

Mouture semoule = 1 kg

Méthode visuelle trop subjective

Précision étendue	Méthode de référence en laboratoire	Méthode rapide de prédiction par un équipement de paillasse	Méthode très rapide de prédiction par un équipement de terrain
	Valeur officielle	Vérification	Screening
Méthode physicochimique (Teneur en protéines)	1-2%	2-4%	4-6%
Méthode rhéologique (Ténacité du gluten)	5-12%	12-20%	20-30%
Méthode visuelle utilisant très peu de grains (Mitadinage)	±40%	±65%	±100%



Mitadinage :
30±12



Teneur en protéines
13,0±0,4 %MS

5. Critères et valeurs de qualité technologique à viser

Qualité belge	Elite	Premium	Supérieur
Variété	« Pastière Elite »	« Pastière Supérieure »	« Standard Semoulerie »
Humidité (%)	≤14,5		
Hagberg mouture intégrale (s)	≥150 (≥120)		
Alvéographe Durum : P Ténacité du gluten (mm H2O)	≥105 BIO : ≥95	≥85 BIO : ≥75	/
Protéines grains (N*5,7 ; %MS)	≥13,0 BIO : ≥12,0	≥13,0 BIO : ≥12,0	≥12,0 BIO : ≥11,0
Couleur jaune (b*) sur semoule	≥22 (≥17 en mouture intégrale)		
Poids à l'hectolitre C15 (kg/hl)	≥77,0 nettoyé (≥74,0 non-nettoyé) ou poids de mille grains (g) ≥45,0		
Mitadinage par infrarouge au grain à grain (%)	≤30% BIO : ≤40%		

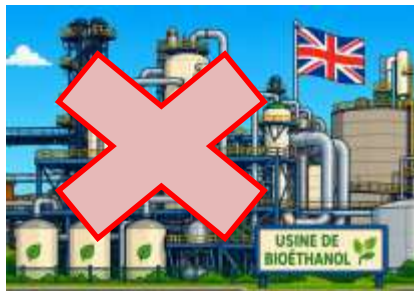
6. Conclusions

- **Variétés cultivées en Wallonie adaptées en qualité technologique**
 - Conventionnel NSSM → Anvergur, RGT Kapsur et Wintersonne
 - Biologique NSSM → RGT Kapsur, Wintersonne et Winterstern
 - Sans évaluation extrusion et cuisson → Nécessaire
- **Attention aux variétés trop précoces** → Hagberg problématique
- **Mitadinage et PHL** → Mesure pas assez non-reproductible d'un acteur à l'autre
 - Trop de poids et trop strict par rapport à l'impact en semoulerie
 - Mesurer mitadinage par infrarouge grain à grain
ou dureté (ou granulométrie mouture) plus intéressante ?
ou protéines + Nom de la variété
et PHL sur nettoyé et standardisé à une humidité de 15%
- **Perspectives données technologiques**
 - Explorer robustesse par variété en fonction de la teneur en protéines
 - Explorer données granulométriques des semoules

Produire de la céréale alimentaire en Wallonie est possible grâce au choix variétal, allotement et tri

Essentiel pour la résilience de notre économie

Usines de bioéthanol de froment au Royaume-Uni



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU



Centre wallon de Recherches agronomiques

Répondre aux questions d'aujourd'hui et relever les défis de demain

www.cra.wallonie.be