

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

Projet N°89

RODRIGO MEZA

WR.MEZA@CRA.WALLONIE.BE

COMAC N°3



Financé par
l'Union européenne

NextGenerationEU

Avec le soutien de
la



Wallonie



Centre wallon de Recherches agronomiques

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

www.cra.wallonie.be

21/11/2024 – COMAC N°3

Partenariat



LE MOULIN DU



Projet 17 – Blé dur bio

Résultats de l'évaluation du mitadinage - approches NIR (XDS, NOVA, QSorter, imagerie FX17)

CORENTIN DEMOITIE

C.DEMOITIE@CRA.WALLONIE.BE

Résultats de l'évaluation du mitadinage - approches NIR (XDS, NOVA, QSorter, imagerie FX17)

Le mitadinage est un **accident physiologique** fréquent du blé dur. Il affecte la texture de l'**albumen** des grains qui apparaît alors partiellement, voire totalement **farineux**.

Caractéristiques des grains mitadins

- Aspect blanchâtre et opaque
- Présence de micro-espaces remplis d'air entre les granules d'amidon et le réseau protéique
- Densité plus faible



Causes possibles et cumulables

- Climat humide avant récolte
- Sensibilité variétale
- Teneur en protéines plus faible

Conséquence majeure

- Baisse du rendement semoulier



Sources:

Blé dur – Guide de culture, nov. 2017, ARVALIS

Baasandorj *et al.*, 2015, Cereal Chemistry, Vol.92, issue6, p. 570-577

Symons *et al.*, 2008, NIR news, Vol.19, issue5, p. 16-18

Méthodes d'évaluation du mitadinage





- Méthode de référence: le farinotome de Pohl



Source:

Cereals and cereal products - Durum wheat (T. durum Desf.) - Determination of percentage of mitadine grains and calculation of percentage of vitreous grains, NBN EN 15585:2008, 2008.

- Méthodes alternatives par spectroscopie proche infrarouge

<i>Spectromètres NIR de paille</i>		<i>Analyseur grain à grain</i>	<i>Imagerie hyperspectrale</i>
			
XDS NIR Rapid Content Analyzer	Infratec NOVA	QSorter EXPLORER 2.0 (mini-spectrometer TG series C11482GA)	FX17

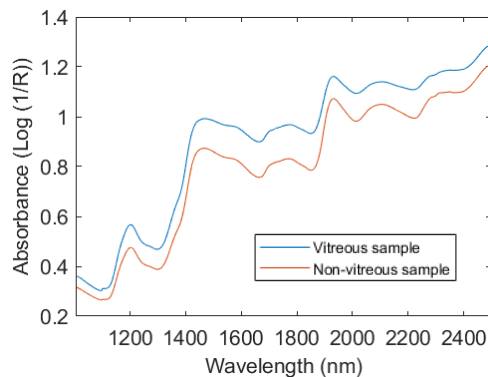
Spectromètres de paillasse NIR

→ 1 spectre/échantillon



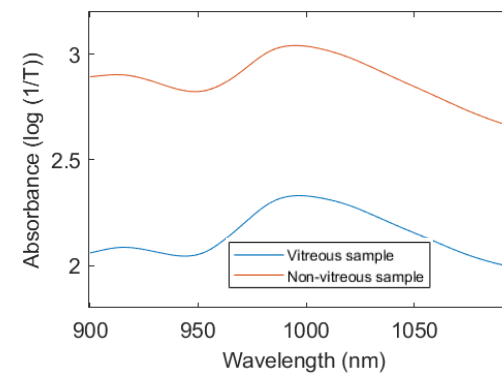
XDS NIR Rapid Content Analyzer

- Reflection mode
- Range: 400-2500 nm
- Mesure: 250g/échantillon



Infratec NOVA

- Transmission mode
- Range: 400-1100 nm
- Mesure: 10x100g/échantillon



Caractéristiques spectrales

- **Pas de différence prononcée** dans la **forme** des spectres
- Le mitadinage associé aux liaisons typiques de **l'amidon (~ 1200 nm)** et des **protéines (1400-1700 nm)**
 - **contribution de ces longueurs d'onde** observée dans les modèles développés
- **Effet de diffusion** de la lumière caractéristique générée par les **grains mitadins**
 - effet additif sur les spectres

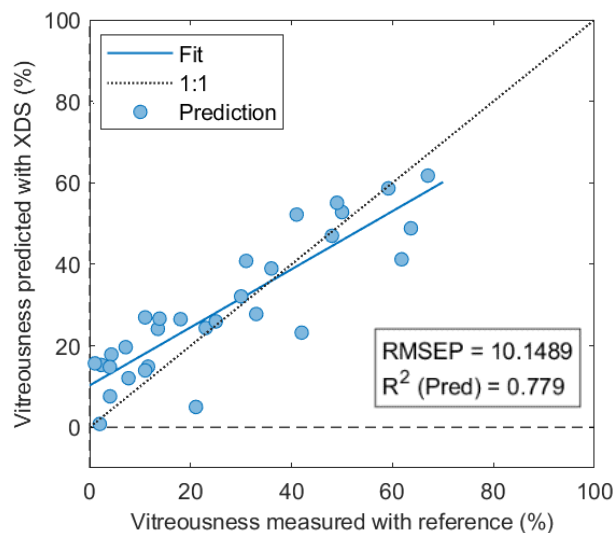
Spectromètres de paille NIR

→ 1 spectre/échantillon



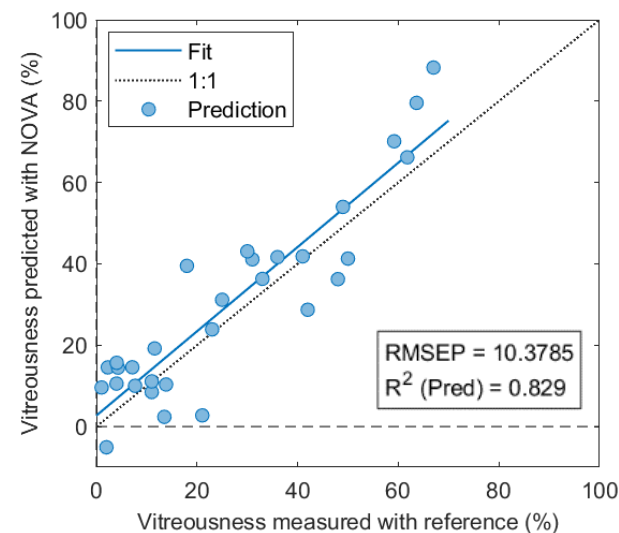
XDS NIR Rapid Content Analyzer

- Modèle PLS (7 VLs)
- Prétraitement: SNV + Detrend + Sav. Gol. 1st derivative (o: 2, w: 5)
- N cal : 196 échantillons (mitadinage 1-83 %)
- N val: 30 échantillons (mitadinage 1-67 %)



Infratec NOVA

- Modèle PLS (7 VLs)
- Prétraitement: SNV + Sav. Gol. 1st derivative (o: 2, w: 15)
- N cal : 141 échantillons (mitadinage 1-83 %)
- N val: 30 échantillons (mitadinage 1-67 %)



Malgré les différences de longueur d'onde et de mode d'acquisition → performances similaires

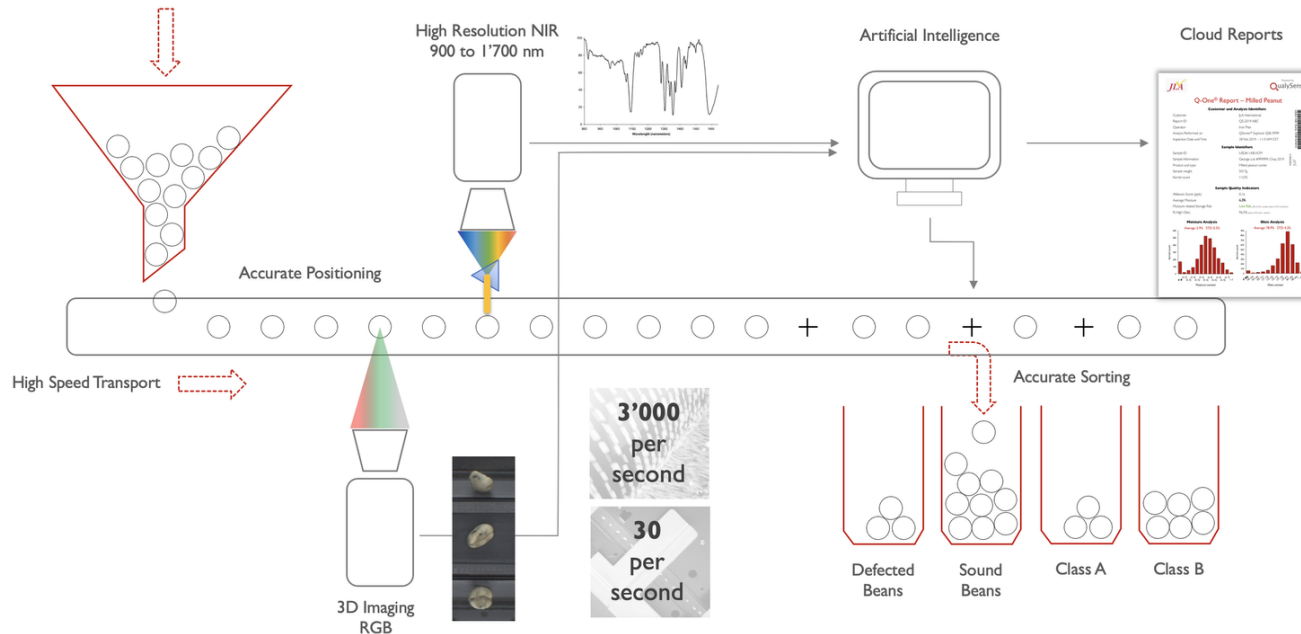
Analyseur NIR grain à grain

→ 1 spectre/grain



Acquisition des spectres

- Reflection mode
- Range: 900-1700 nm
- Mesure grain à grain sur des échantillons de 50 à 100 g



Analyseur NIR grain à grain

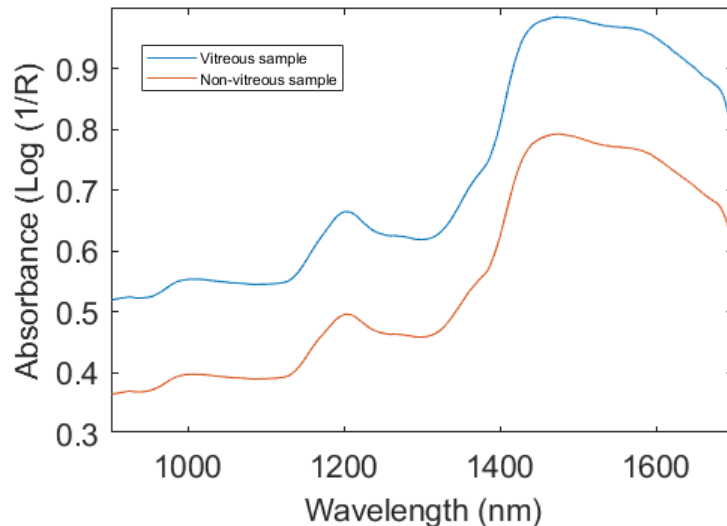
→ 1 spectre/grain



- Approche sur le spectre moyen des échantillons

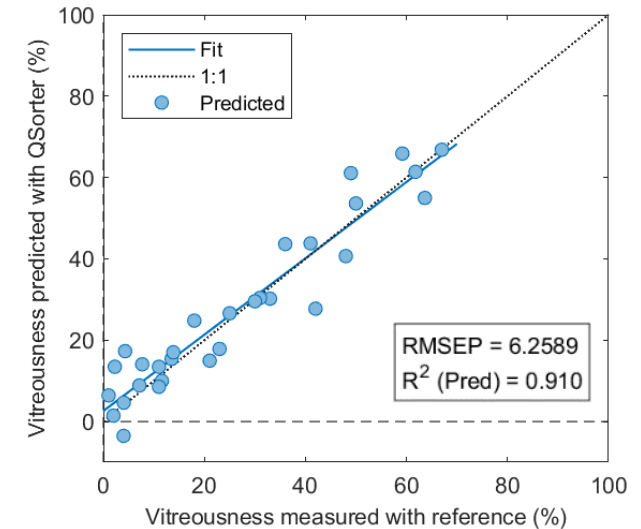
Acquisition des spectres

- Spectre de l'échantillon obtenu en moyennant les spectres individuels de chaque grain mesuré.



Modèle de prédiction (régression)

- Modèle PLS (4 VLs)
- Prétraitement: SNV
- N cal : 85 samples (mitadinage 1-83 %)
- N val: 30 samples (mitadinage 1-65 %)



Analyseur NIR grain à grain

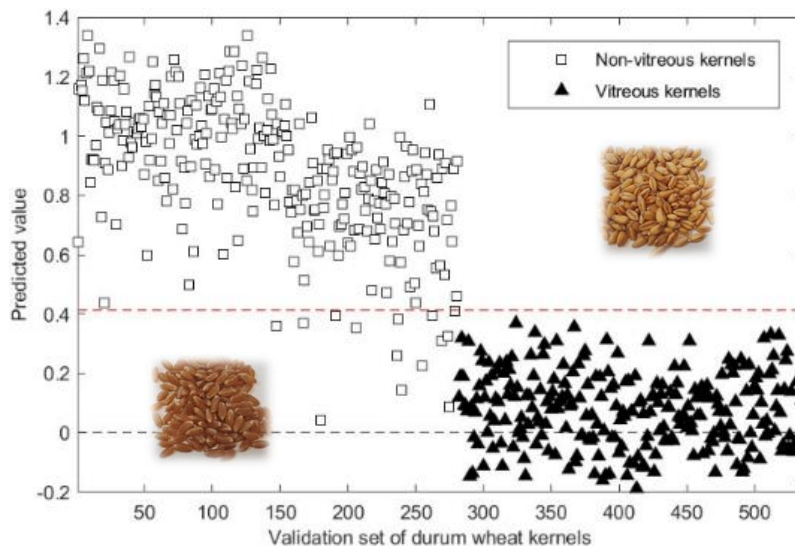
→ 1 spectre/grain



- Approche sur les spectres individuels des grains

Modèle de classification

- Modèle PLS-DA (7 VLs)
- Prétraitement: SNV



Performances

	N (grains vitreux)	N (grains mitadins)	Sensitivité (%)	Spécificité (%)	Erreur de classification(%)
Calibration	551	288	98.3	99.8	0.7
Validation	255	281	95.0	100.0	2.6

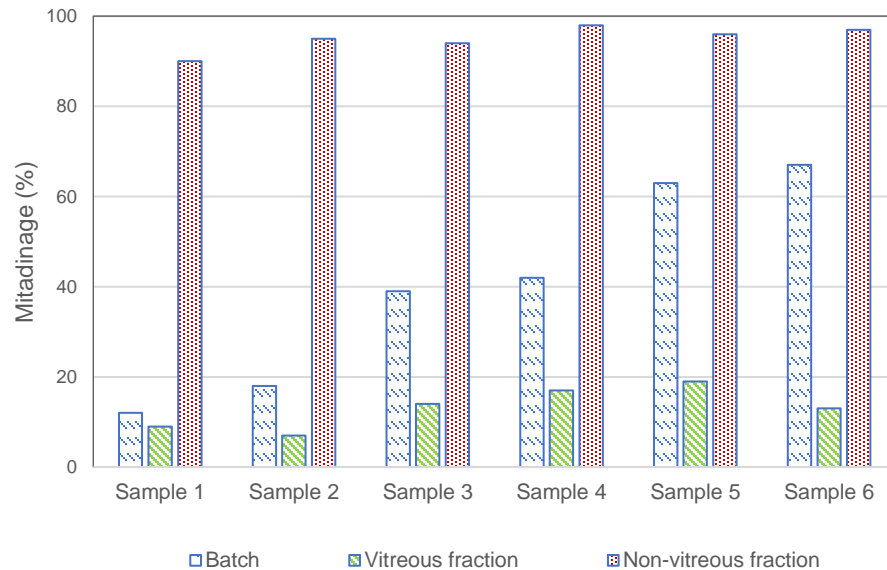
Analyseur NIR grain à grain

→ 1 spectre/grain



- Approche sur les spectres individuels des grains

Tri optique d'échantillons



- Moins de 20% de grains mitadins dans la fraction d'intérêt
- Présence de grains vitreux dans la fraction mitadine (10% ou moins)
→ à améliorer

Imagerie hyperspectrale NIR

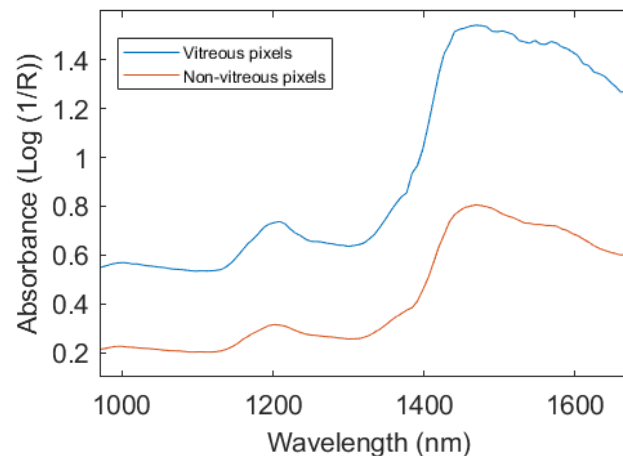
→ plusieurs spectres/grain



- Développement d'un modèle au niveau du pixel

Modèle de classification

- Modèle PLS-DA (2 VLs)
- Range: 900-1700 nm
- Prétraitement: Sav. Gol. 1st derivative (o: 2, w: 7)



Performances

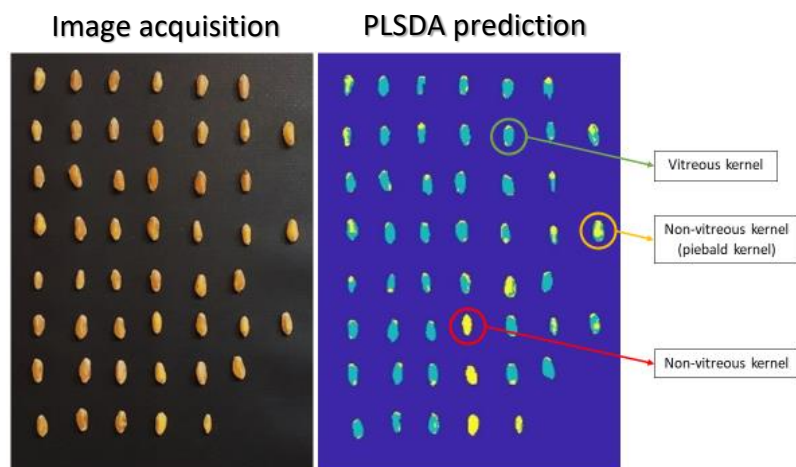
	N (pixels vitreux)	N (pixels mitadins)	Sensitivité (%)	Spécificité (%)	Erreur de classification(%)
Calibration	1000	1000	97.7	99.9	0.8
Validation	1000	1000	93.8	100.0	2.1

Imagerie hyperspectrale NIR

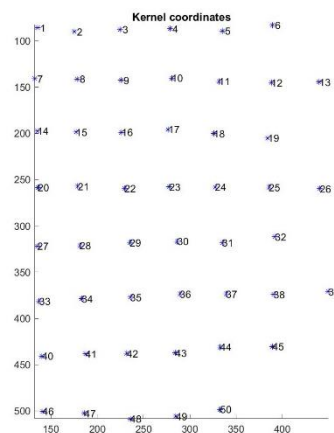
→ plusieurs spectres/grain



- Évaluation sur 50 grains



Kernels identification



Results confirmation (reference method)



- Erreur de prediction des pixels au niveau du germe et de la brosse
→ Seuil de 30% de pixels prédits mitadins dans un grain pour le classer mitadin
- Performances de classement des grains
Sensitivité: 73,5%
Spécificité: 92,4%

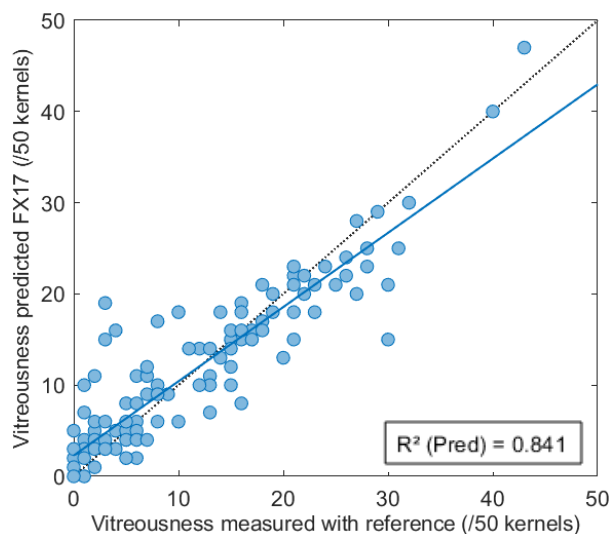
Imagerie hyperspectrale NIR

→ plusieurs spectres/grain



- Évaluation sur 50 grains

Corrélation entre les valeurs prédites et de référence sur 50 grains



- Sous-estimation :
 - Grains présentant un albumen partiellement mitadin non-visible par la camera
- Surestimation :
 - Grains blanchis ou abrasé confondu comme mitadin
 - Grains partiellement mitadins non-détectés par la méthode de référence

→ Peu de gain de temps par rapport à la méthode de référence

Imagerie hyperspectrale NIR

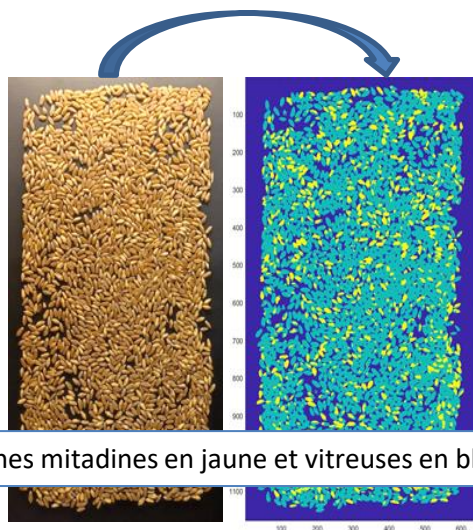
→ plusieurs spectres/grain



- Évaluation sur une monocouche d'échantillon en vrac

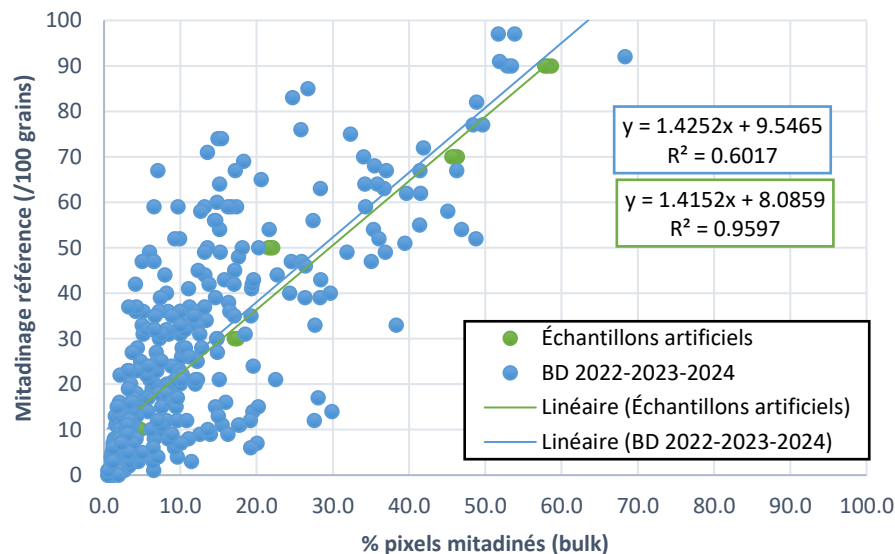


- Prédiction basée sur la proportion de pixels prédits mitadins par rapport au nombre de pixels de grains totaux



Zones mitadines en jaune et vitreuses en bleu

Mitadinage référence par rapport au pourcentage de pixels prédits mitadins sur échantillons de 100g



Conclusion et perspectives

- Spectromètre de pailleasse
 - Rapidité de mesure et possibilité de combiner avec d'autres prédictions (humidité, protéine) mais taux d'erreur plus élevé (RMSEP ~10) → nécessité d'ajouter de la variabilité dans le jeu de données pour tenter de diminuer l'erreur.
 - Mesure moins représentative de l'ensemble de l'échantillon (1 spectre/échantillon).
- Analyseur grain à grain
 - Spectre moyen de l'échantillon plus représentatif et taux d'erreur plus faible, mais temps de mesure plus long.
 - Possibilité de trier les grains → nécessité d'améliorer le modèle pour réduire la présence de grains vitreux dans la fraction mitadine.
- Imagerie hyperspectrale
 - Méthode grain à grain efficace mais pas vraiment de gain de temps par rapport à la méthode de référence
 - Méthode sur échantillon en vrac plus représentative du lot mais moins bonne corrélation avec la méthode de référence

À garder en tête

→ Erreur standard de laboratoire de la méthode de référence non-négligeable (5% selon l'étude interlaboratoire de la norme)

→ Nombre limité de grains analysés en référence (100 grains/échantillon)

Communication

- **Article scientifique**
 - Demoitié C., Vincke D., Werrie P.-Y., Pissard A., Godin B., Meza R., Fernandez Pierna J. A., Baeten V. and Vermeulen P. 2024. Different ways to assess the **vitreousness of durum wheat kernels using NIR** spectroscopy. NIR 2023 Proceedings.

Contact:

Corentin Demoitié: c.demoitie@cra.wallonie.be