

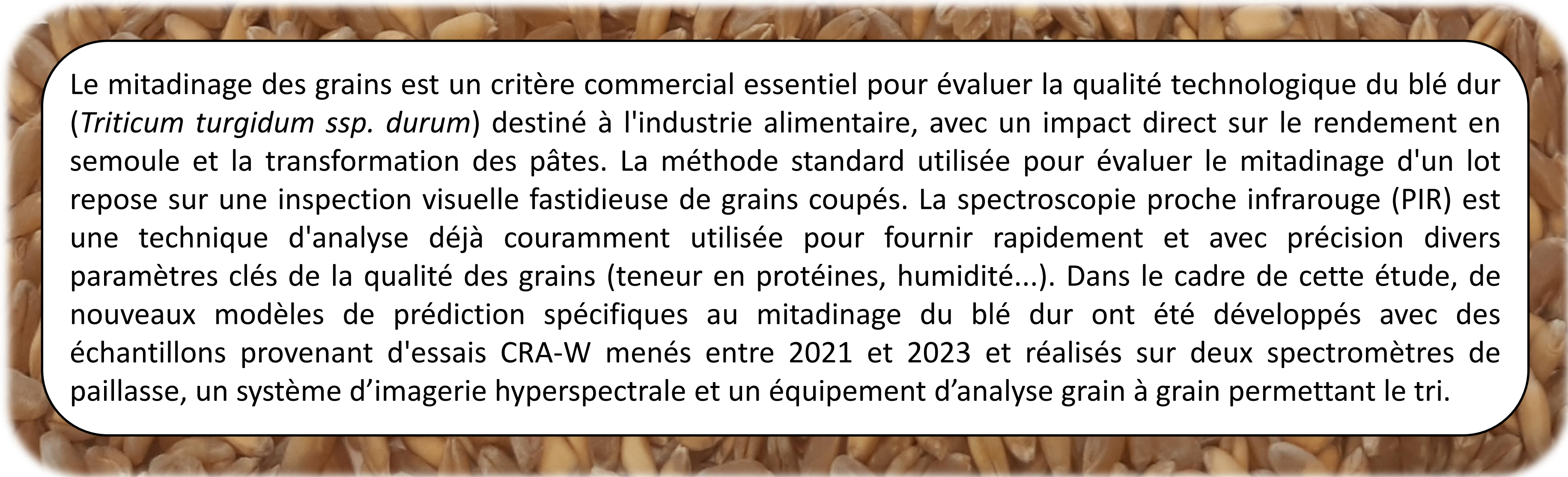
# Évaluation du mitadinage et tri optique du blé dur à l'aide de la spectroscopie et de l'imagerie proche infrarouge

C. DEMOITIÉ, P.-Y. WERRIE, P. VERMEULEN, S. GOFFLOT, B. GODIN and V. BAETEN

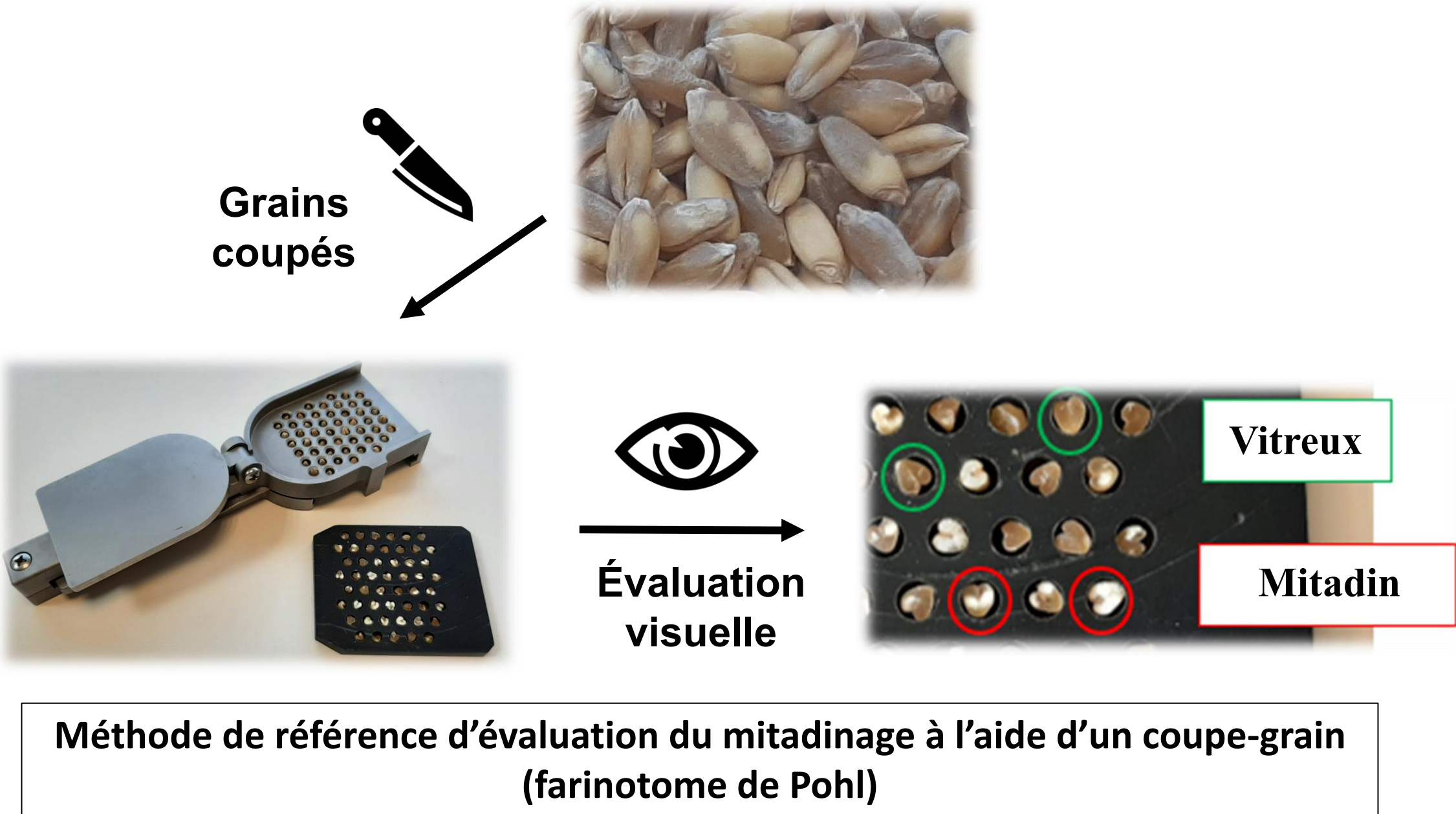
Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), Département Connaissance et valorisation des produits, Gembloux, Belgium

Contact: [c.demoitie@cra.wallonie.be](mailto:c.demoitie@cra.wallonie.be)

## Méthodes alternatives à l'évaluation conventionnelle du mitadinage du blé dur

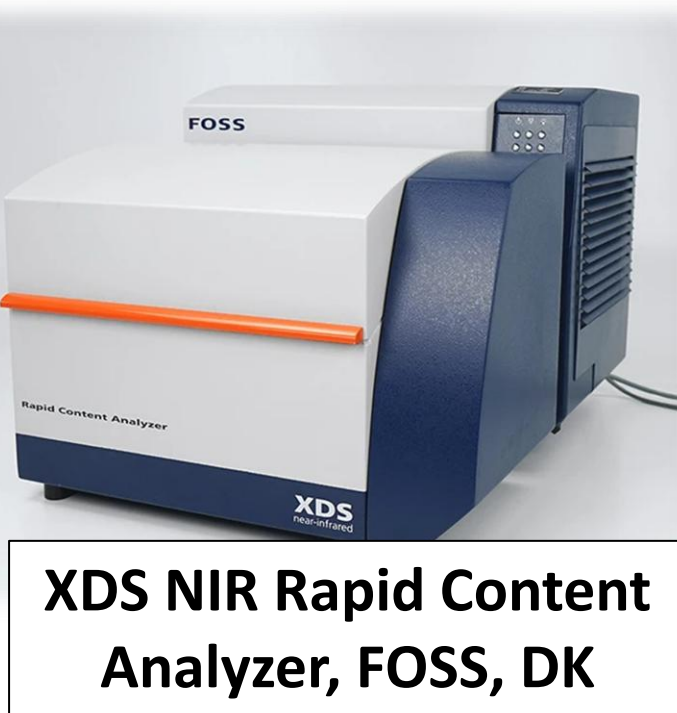


Le mitadinage des grains est un critère commercial essentiel pour évaluer la qualité technologique du blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*) destiné à l'industrie alimentaire, avec un impact direct sur le rendement en semoule et la transformation des pâtes. La méthode standard utilisée pour évaluer le mitadinage d'un lot repose sur une inspection visuelle fastidieuse de grains coupés. La spectroscopie proche infrarouge (PIR) est une technique d'analyse déjà couramment utilisée pour fournir rapidement et avec précision divers paramètres clés de la qualité des grains (teneur en protéines, humidité...). Dans le cadre de cette étude, de nouveaux modèles de prédiction spécifiques au mitadinage du blé dur ont été développés avec des échantillons provenant d'essais CRA-W menés entre 2021 et 2023 et réalisés sur deux spectromètres de paille, un système d'imagerie hyperspectrale et un équipement d'analyse grain à grain permettant le tri.



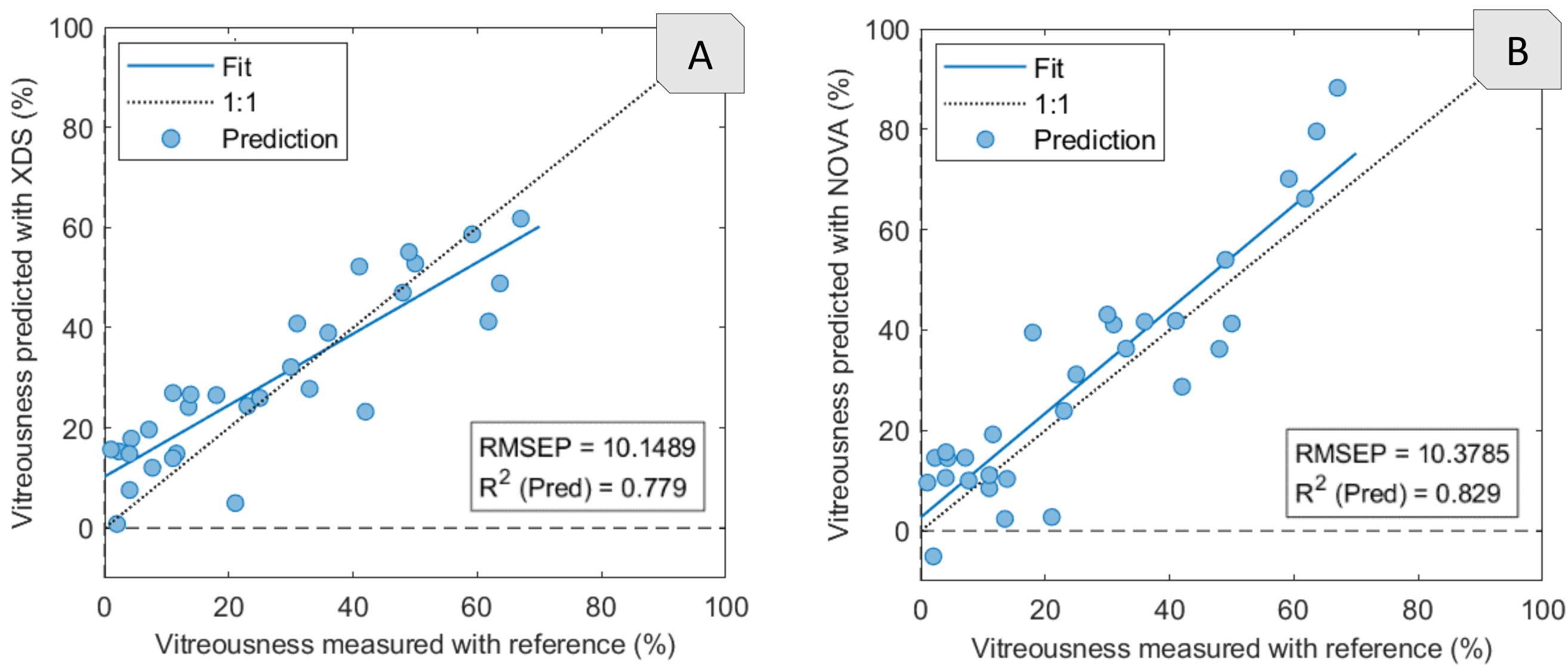
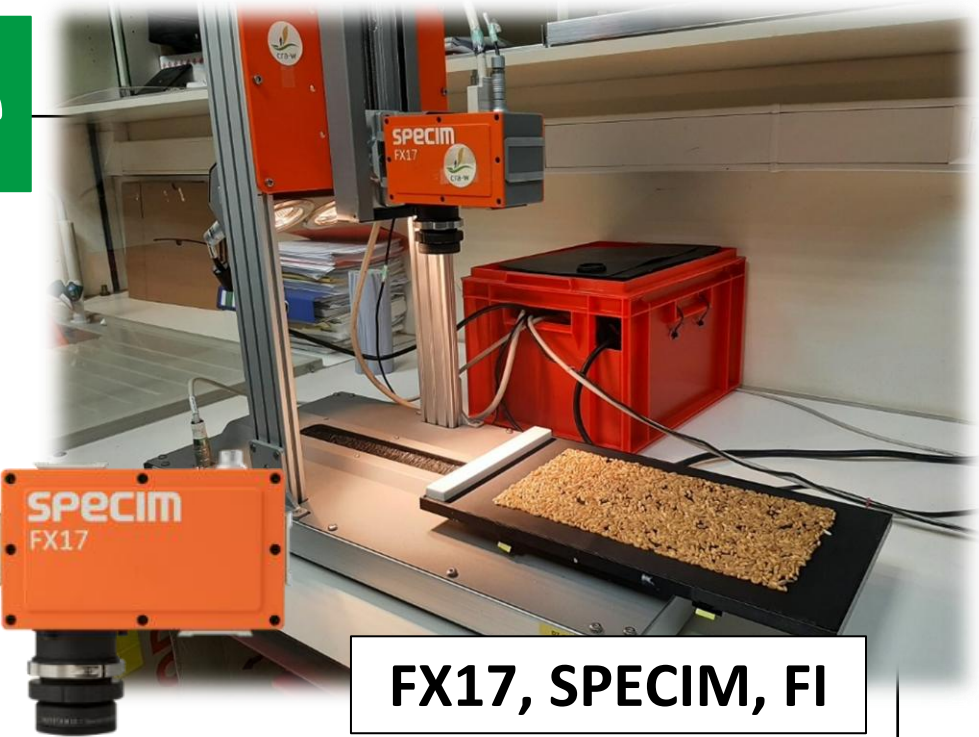
## La spectroscopie proche infrarouge

La spectroscopie PIR conventionnelle est une méthode fiable pour évaluer de nombreux paramètres de la qualité post-récolte des céréales. Des modèles de régression par moindres carrés partiels (PLS) ont été développés pour prédire le mitadinage sur le XDS (1100-2500 nm) avec 196 échantillons et sur le NOVA (900-1100 nm) avec 141 échantillons. Les résultats de prédiction obtenus lors de la validation ont atteint des ratios performance/déviations (RPD) supérieurs à 2 pour les deux instruments. La gamme spectrale plus courte du NOVA par rapport au XDS est compensée par la différence de quantité d'échantillons analysés, essentielle dans l'analyse du mitadinage. Cette approche fournit une évaluation approximative du taux de mitadinage mais peut être utilisée en combinaison avec la prédiction d'autres paramètres de qualité.

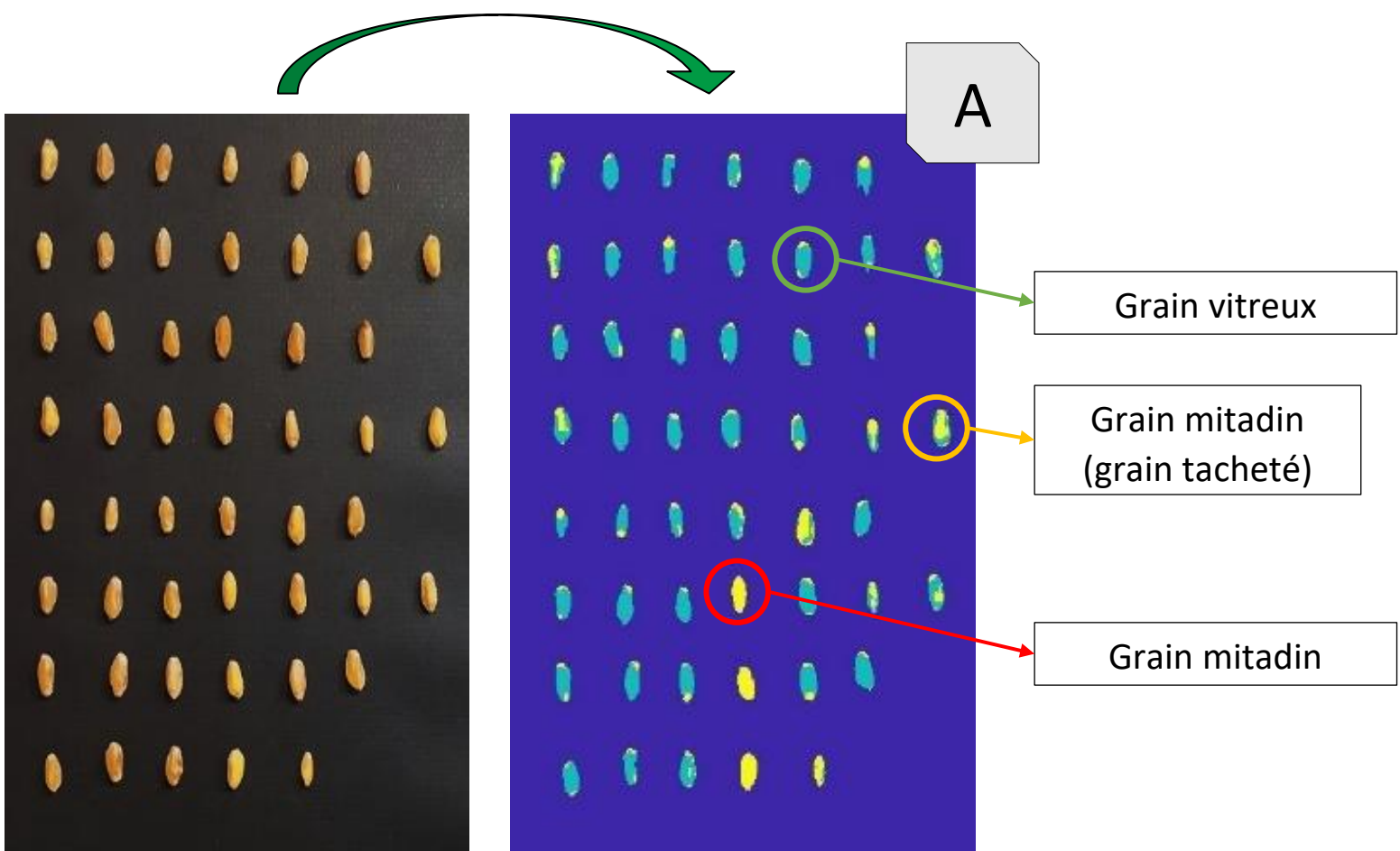


## L'imagerie hyperspectrale proche infrarouge

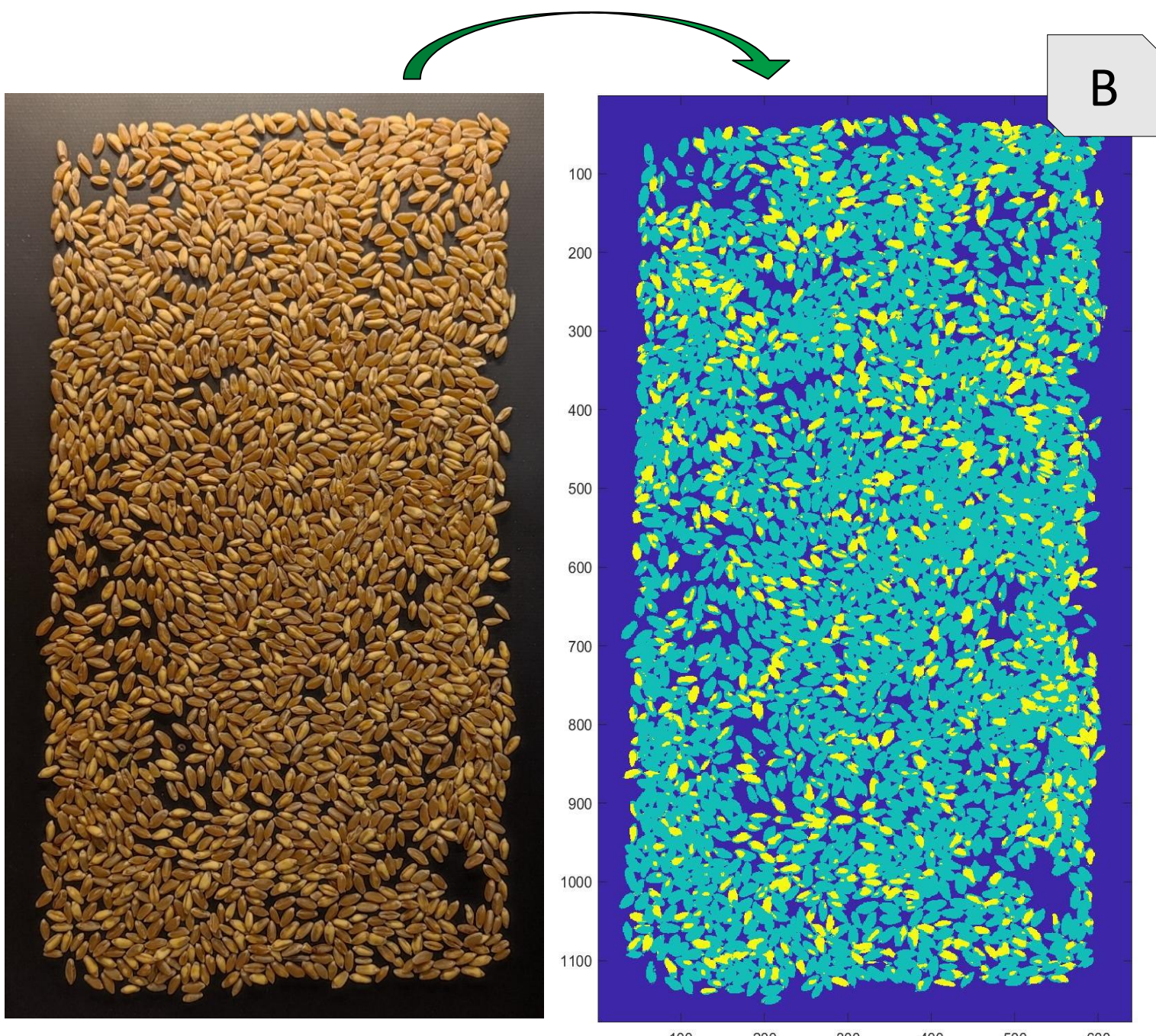
L'imagerie hyperspectrale PIR offre une résolution spatiale et spectrale élevée qui permet de caractériser des paramètres inégalement répartis dans un échantillon. Deux approches d'analyse et deux présentations d'échantillons ont été évaluées : au niveau du grain et en vrac. L'évaluation au niveau du grain a permis d'obtenir une classification avec une sensibilité de 73,5 % et une spécificité de 92,4 % pour les grains mitadins à partir de l'analyse de 81 échantillons mesurés en double. Les erreurs de prédiction concernent principalement les grains partiellement mitadins. Les résultats de l'analyse en vrac sont exprimés par le rapport entre les pixels prédits comme mitadins et le nombre total de pixels de grains. Cette approche offre une meilleure représentativité des lots car elle prend en compte des échantillons plus importants que celle au niveau du grain, mais la corrélation avec les valeurs de référence est difficile en raison des variations de la présence de grains partiellement mitadins entre les lots.



Graphiques des prédictions du mitadinage obtenues à partir des spectres acquis avec le XDS (A) et le NOVA (B) d'échantillons de blé dur d'un jeu de validation par rapport à la valeur de référence.

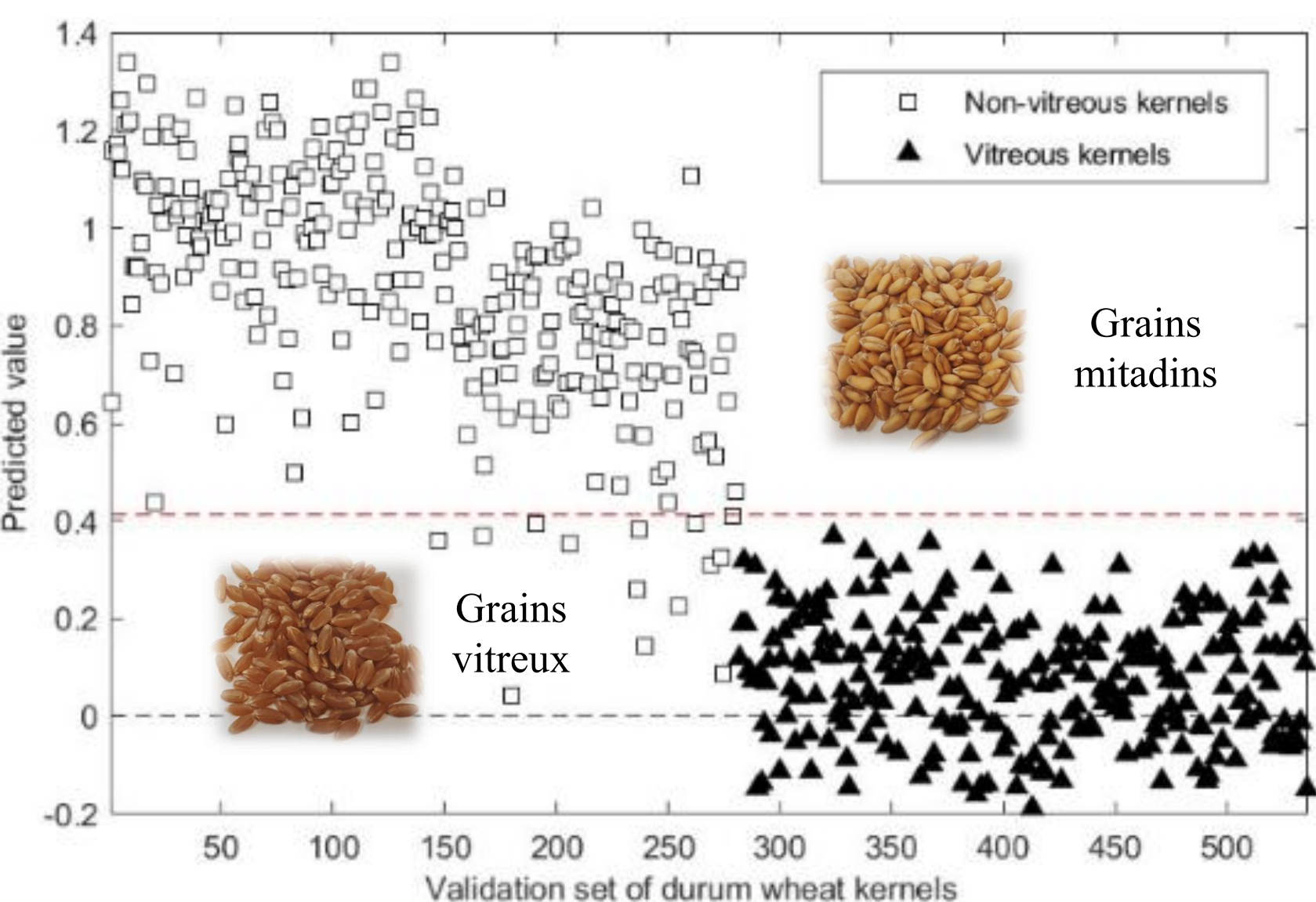


Mesures hyperspectrales avec la caméra FX17 d'un échantillon de blé dur au niveau du grain (A) et en vrac (B) illustrées par l'image RVB (à gauche) et l'image de prédiction du mitadinage (à droite).

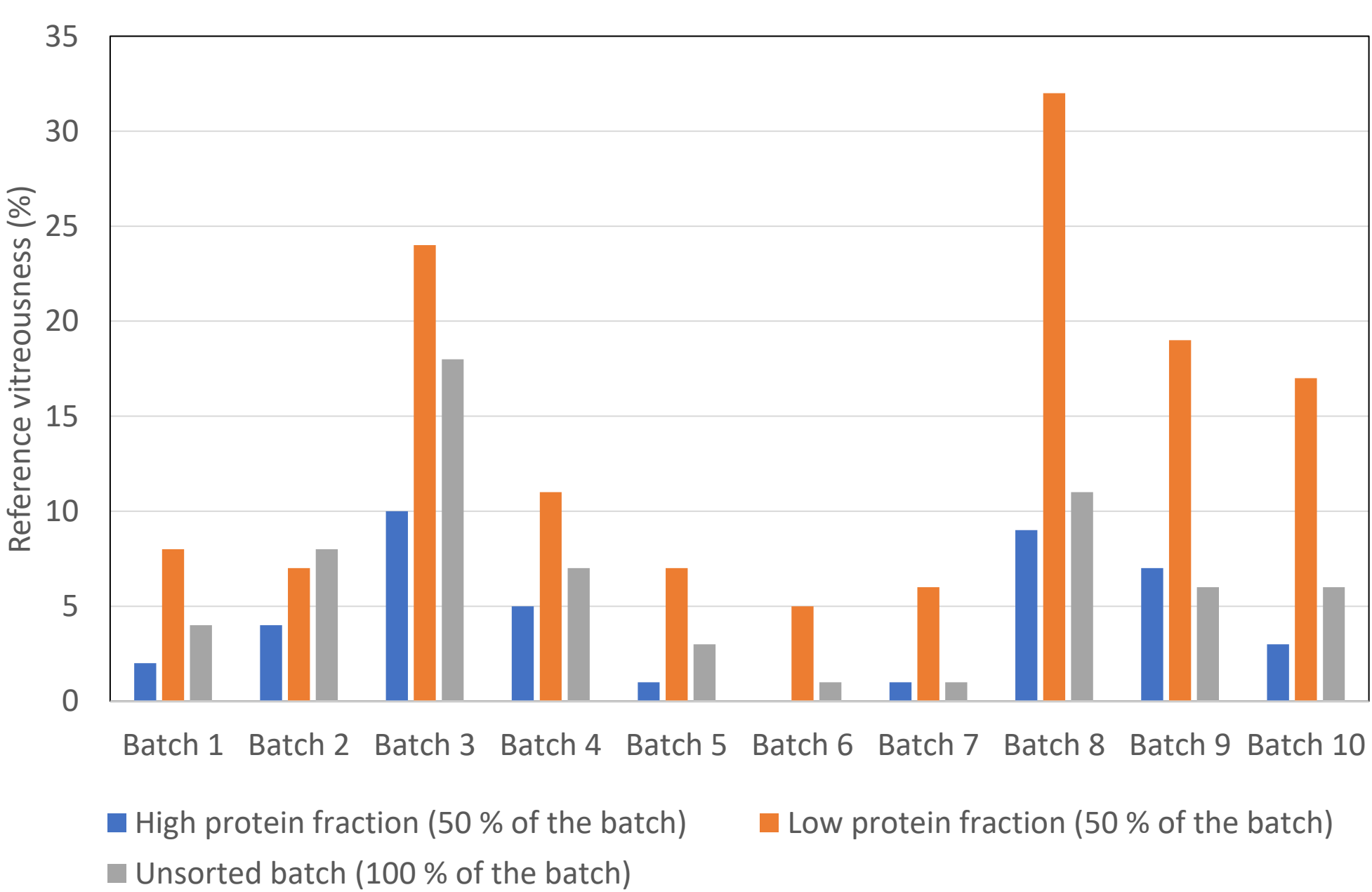


## Le tri optique : un moyen efficace d'ajouter de la valeur

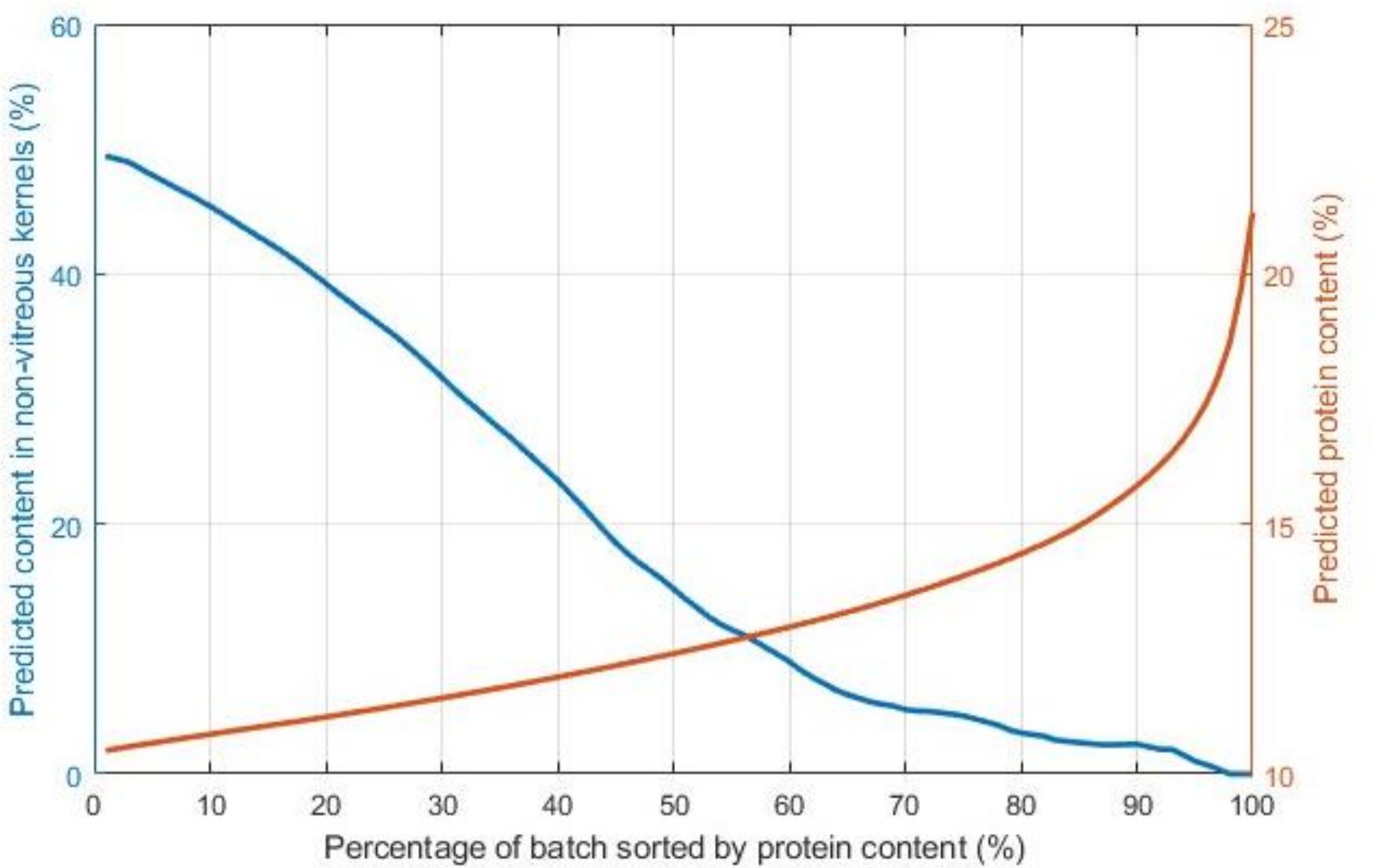
Une équipement de tri basé sur une mesure en PIR (900-1700 nm), le QSorter Explorer, a été testé pour améliorer la qualité des lots de blé dur. Ce système permet de mesurer les grains individuellement et de les classer en deux fractions à proportions préalablement fixées. Un modèle d'analyse discriminante par moindres carrés partiels (PLS-DA) a été développé pour distinguer les grains vitreux des grains mitadins. Les résultats obtenus sont prometteurs pour le tri des lots, avec une erreur de classification de 2,6 % sur un ensemble de validation. De plus, un modèle de régression PLS permettant de prédire la teneur en protéines des grains a été développé avec 400 échantillons et appliqué pour diviser les lots en deux fractions égales regroupant les grains à faible teneur en protéines et ceux à haute teneur en protéines. Bien que le mitadinage soit souvent associé à la teneur en protéines, il peut également être influencé par les conditions climatiques et la sensibilité variétale. Par conséquent, les deux méthodes de classification basées sur le mitadinage ou la teneur en protéines se sont avérées complémentaires pour améliorer la qualité d'un lot.



Performances de classification des grains de blé dur avec le modèle mitadinage (PLS-DA) développé au grain à grain sur le Qsorter – résultats obtenus sur un jeu de validation.



Mitadinage de fractions de lots triées à 50% sur base de la teneur en protéines en comparaison avec les lots non-triés.



Évolution du taux de mitadinage moyen et de la teneur en protéines de la fraction haute d'un tri à différentes proportions (0 à 100 %).