

## Le phénotypage numérique en champs: un outil de caractérisation des cultures.

A. Carlier<sup>1</sup>, S. Dandrifosse<sup>1</sup>, A. Bouvry<sup>1</sup>, E. Bustillo Vazquez<sup>1</sup>, B. Dumont<sup>2</sup>, B. Mercatoris<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ULiège – GxABT – Biosystems Dynamics and Exchanges

<sup>2</sup>ULiège – GxABT – Plant Sciences

La réduction de l'utilisation des intrants et la demande sociétale poussent à la mise en place d'une agriculture de plus en plus durable en gardant un niveau de productivité suffisant. Une des clés pour arriver à ces fins est l'amélioration variétale. Les avancées des technologies numériques permettent aujourd'hui de mettre en oeuvre des outils de caractérisation des cultures pour les chercheurs, les sélectionneurs ainsi que pour les agriculteurs. Dans ce contexte, Gembloux Agro-Bio Tech, en collaboration avec le Centre wallon de Recherches agronomiques et l'Université de Mons, développe un outil pour évaluer de manière non destructive les parcelles d'essais de froment d'hiver. Il s'agit d'une plateforme capable d'enjamber les micro-parcelles et équipée de plusieurs capteurs complémentaires (Figure 1). Les données acquises sur les micro-parcelles sont analysées avec des algorithmes d'intelligence artificielle pour obtenir des indicateurs tels que la biomasse, la hauteur du couvert végétal, l'azote contenu dans la plante ou encore le taux de dégâts occasionné par les maladies. Ces indicateurs sont mesurés plusieurs fois au cours de la saison grâce à un système de géoréférencement de précision et enrichissent le travail des sélectionneurs et évaluateurs variétaux. Le projet est actuellement en phase de développement mais les premiers résultats, dont quelques exemples sont présentés ci-dessous, sont déjà très prometteurs.

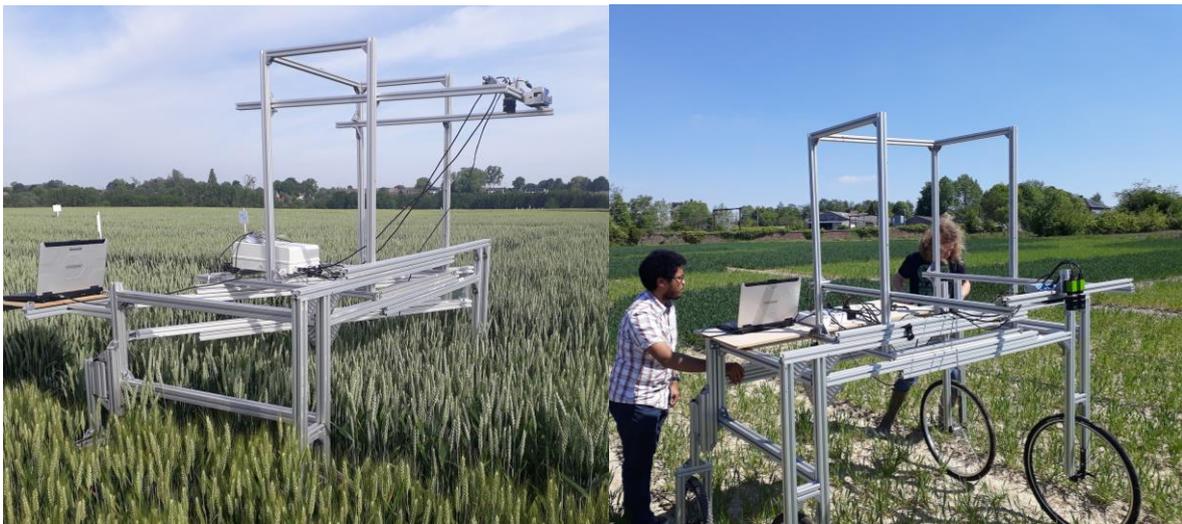


Figure 1: Plateforme mobile de phénotypage.

### Estimation du taux de couverture vert en cours de saison.

Grâce à une caméra couleur placée à la verticale au-dessus de la culture, il est possible de quantifier exactement le taux de surface verte ou taux de couverture vert, à savoir la proportion d'éléments (pixels) de couleur verte dans une image. La Figure 2 montre par exemple une image comprenant 67 % de surface de plantes vertes et 33 % de sol d'une parcelle de froment. Le taux de surface verte est lié à la surface photosynthétiquement active des feuilles et est un bon indicateur du développement de la culture, ainsi une parcelle non fertilisée aura une surface verte moins importante qu'une parcelle fortement fertilisée (Figure 3). Pour aller plus loin, on observe également sur la Figure 4 qu'en présence de maladie non maîtrisée (0 fongicide), la modalité sur-fertilisée a une surface verte davantage réduite par rapport à un froment moins fertilisé. Ce résultat est par ailleurs retranscrit dans les rendements pour cette essai atteint de rouille jaune (Figure 5) pour lequel la sur-fertilisation sans protection donne le plus petit rendement.

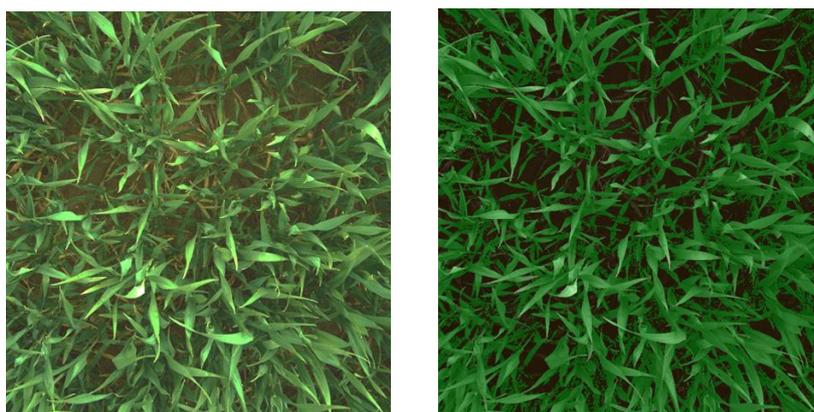


Figure 2: A gauche : Image brute en couleur d'une parcelle de froment. A droite : Image traitée par une méthode de segmentation, les algorithmes ont permis d'identifier les différents éléments, le sol apparaît en noir et les feuilles en vert.

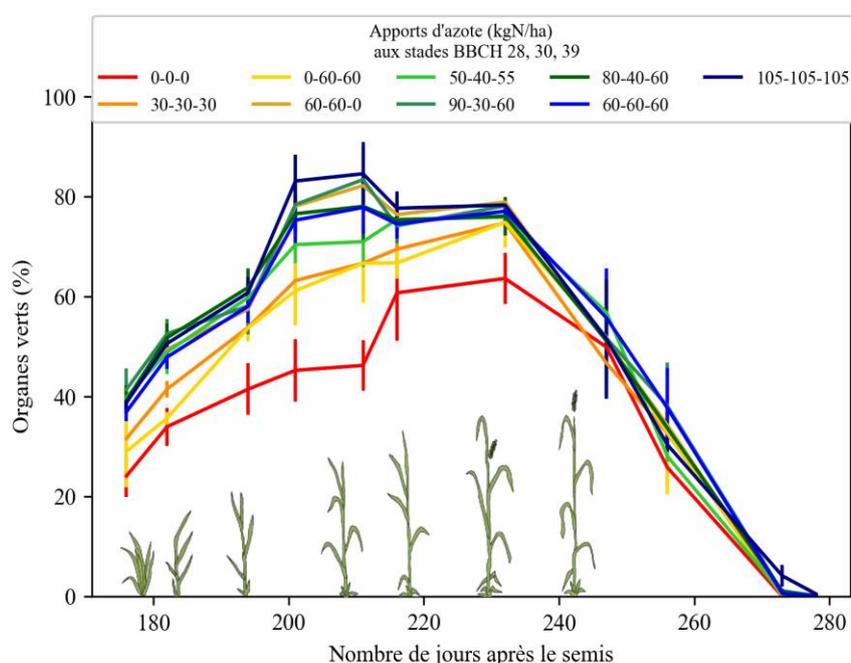


Figure 3: Évolution temporelle du taux de surface verte selon divers modes de fertilisation azotée. Variété Safari.

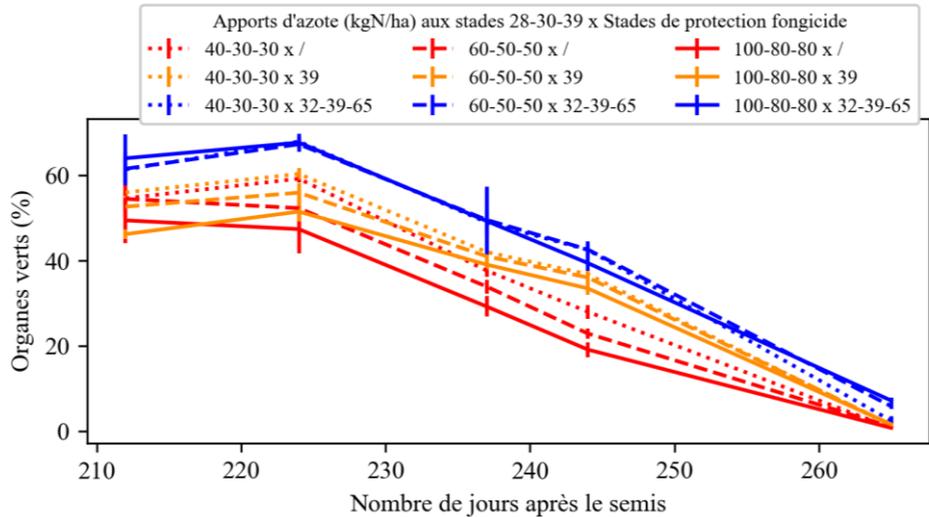


Figure 4: Evolution de la surface verte du froment selon trois modalités de fertilisation soumises à trois modalités de traitement fongicide. Variété KWS Smart.

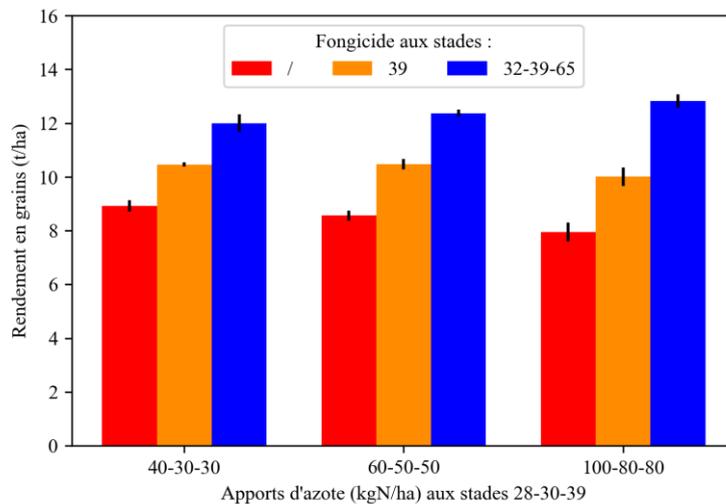


Figure 5: Rendement en t/ha selon trois modalités de fertilisation soumises à trois modalités de traitement fongicide. Variété KWS Smart.

### **Estimer la biomasse du froment en cours de saison par vision 3D.**

A l'instar de la vision humaine, l'utilisation de deux caméras couleur pointant la même scène permet de calculer les distances de profondeur en exploitant le décalage entre les images acquises simultanément par les deux caméras. De cette façon, la hauteur du couvert peut être mesurée en tout point (Figure 6). Forts des informations de taux de surface verte et de hauteur, il est possible d'estimer la biomasse de la culture avec une relation estimée à 90% (Figure 7).

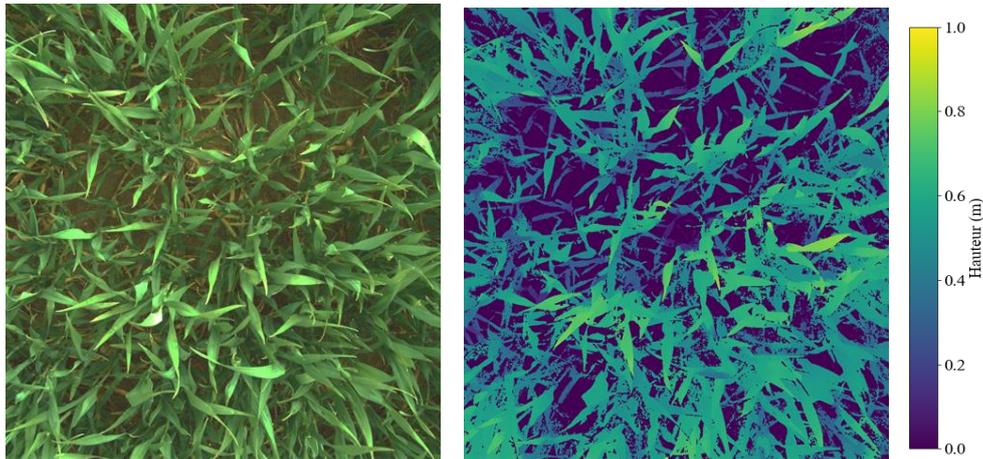


Figure 6: A gauche : Image couleur. A droite : Carte de hauteur et son échelle de couleur (en mètres).

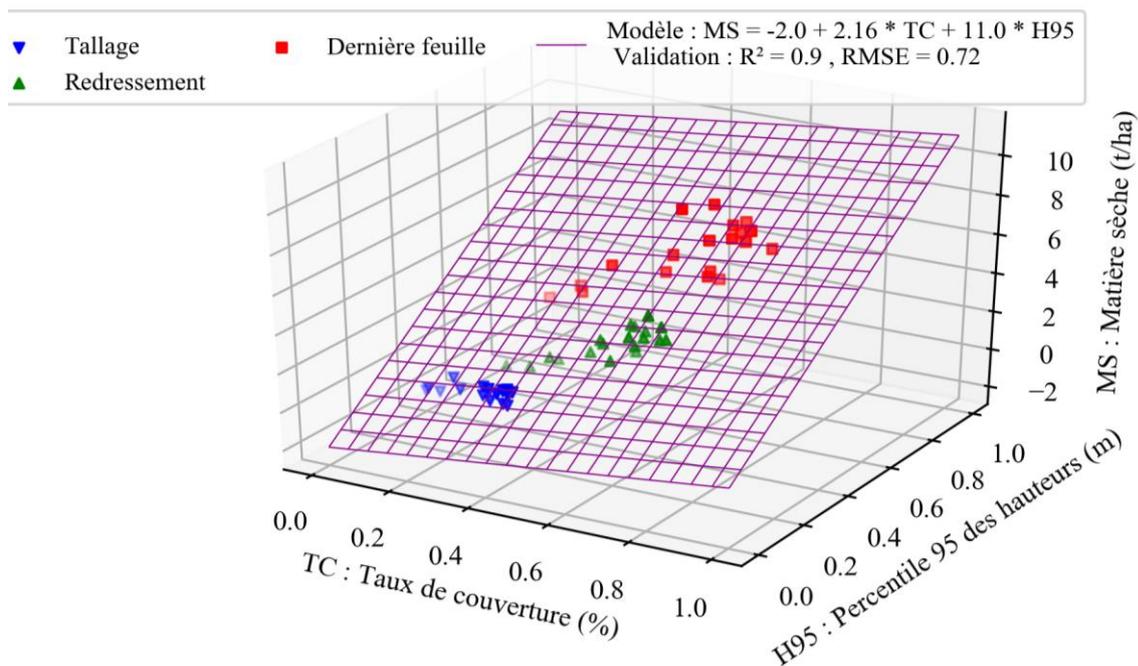


Figure 7: Modèle permettant d'estimer la biomasse sèche du froment à partir de la hauteur et du taux de couverture. Modèle validé pour la variété Safari.

### **Quantifier les dégâts foliaires par vision multispectrale.**

En plaçant des filtres optiques sur une caméra, il est possible d'isoler certaines longueurs d'onde de la lumière réfléchiée par la culture et ainsi mettre en évidence des aspects spécifiques de leur état de santé. Par exemple, en utilisant un filtre optique laissant passer la couleur rouge centrée sur une longueur d'onde de 680 nanomètres, les feuilles de froment endommagées par la rouille jaune ressortent dans l'image filtrée, ce qui permet de quantifier la surface atteinte (Figure 8).

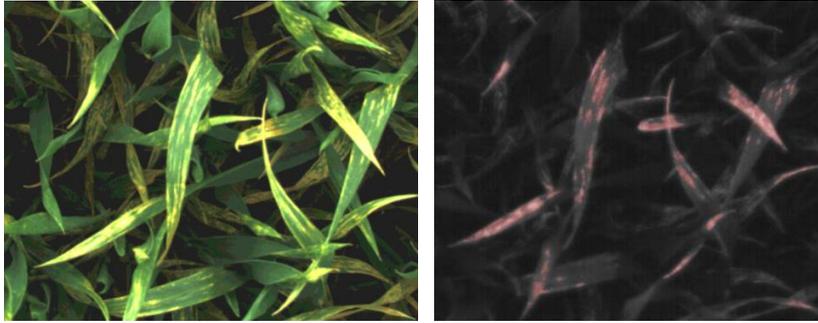


Figure 8: A gauche : Image couleur d'une parcelle de froment atteinte de rouille jaune. A droite : Image filtrée dans laquelle les dégâts dûs à la rouille jaune ont été identifiés (en rouge).

### **Conclusions et perspectives**

Une première campagne de mesure a permis d'ajuster les réglages de la plateforme et les indicateurs agronomiques extraits des images sont cohérents et très encourageants. Les modèles proposés nécessitent d'être validés sur d'autres saisons culturales et d'autres variétés afin de pouvoir être généralisés. Plusieurs objectifs techniques restent encore à atteindre comme l'implémentation d'autres capteurs tels qu'un système de vision thermographique et l'automatisation complète du système d'acquisition via GPS RTK. D'un point de vue scientifique, les recherches viseront la caractérisation automatique de la dynamique de croissance de cultures céréalières incluant les stress biotiques et abiotiques. De plus, les méthodes d'acquisitions et de traitement de données proposées pourront à moyen terme être adaptées aux engins agricoles et combinées à des outils d'aide à la décision pour agir en temps réel au champ dans un contexte d'agriculture numérique durable.

### **Remerciements**

Financement : Région wallonne : Service public de Wallonie – Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3, Projet PHENWHEAT D31-1385).

