



## **Fertilisation azotée du blé tendre à partir d'images acquises par drone – pilotage du dernier apport**

Nathalie VIGNEAU et Antoine FRANCOIS

AIRINOV – 48 rue René Clair 75899 PARIS Cedex 18, 09 72 46 19 47, [nathalie.vigneau@airinov.fr](mailto:nathalie.vigneau@airinov.fr)

**Mots-clés** : fertilisation azotée, blé tendre, INN, drone

### **AIRINOV**

AIRINOV™ est une jeune entreprise innovante spécialisée dans les applications du drone civil pour l'agronomie et l'agriculture de précision. Les compétences de son équipe concernent la conception de capteurs, le traitement des données d'images et l'interprétation agronomique. Ses services s'adressent à la fois aux agriculteurs, aux expérimentateurs et aux sélectionneurs pour le suivi de leurs parcelles ou micro-parcelles. Pour la campagne 2015-2016, AIRINOV™ propose un service de diagnostic du déficit azoté sur blé tendre.

### **Le système d'acquisition (drone, capteur, etc.)**

La particularité du savoir-faire d' AIRINOV™ repose sur son capteur multispectral quadribande développé avec l'INRA, embarqué sur un drone léger de 1 m d'envergure et d'à peine 700 g. Cette aile volante robotisée (l'Agridrone®) est automatique et guidée par GPS. Son vol est planifié à l'avance avec les coordonnées géographiques de la parcelle. L'Agridrone® est déployé en moins de 5 minutes et lancé à la main. Il survole les parcelles à une vitesse de 60 km/h, avec une largeur de travail de l'ordre de 120 mètres, pour un débit de chantier de plus de 50 ha par vol. Ses caractéristiques lui permettent de rester opérationnel dans la plupart des conditions climatiques, même sous une forte couverture nuageuse, et dans des vents jusqu'à 55 km/h en rafales. Avec une hauteur de vol de 150 m, la résolution spatiale des images multispectrales est de 15 cm.

Le capteur enregistre la lumière réfléchiée par le couvert végétal dans 4 bandes distinctes, dans le vert (550 nm), le rouge (660 nm), la gamme spectrale du red edge (735 nm) et dans le proche infra-rouge (790 nm). Ces bandes ont été définies conjointement avec l'UMR EMMAH de l'INRA d'Avignon comme étant les couleurs permettant d'accéder aux principales informations agronomiques d'intérêt (Densité foliaire-LAI, taux de chlorophylle-Cab). Pour chaque image acquise, le signal lumineux est corrigé en réflectance grâce à un luxmètre qui enregistre en continu l'intensité et l'angle de la lumière incidente.

### **Règles de conseil Airinov – Agridrone**

La finalité de la prestation AIRINOV™ – Agridrone® est de produire une carte de déficit azoté spatialisée sur la parcelle du client. Ce déficit peut-être conçu comme la quantité d'azote devant être absorbée par la plante pour exprimer l'intégralité du potentiel identifié par l'Agridrone® au moment du survol.

La détermination de cette quantité d'azote à combler est calculée dans le cadre conceptuel de l'Indice de Nutrition Azoté (INN), un indicateur mondialement reconnu pour apprécier le statut des cultures. Cet indicateur possède l'avantage d'être indépendant de la variété de blé observée.





En trois ans, AIRINOV™ a mis en place plus une cinquantaine d'essais de courbes de réponse à l'azote sur céréales, avec différents partenaires. Des vols d'Agridrone® ont été réalisés avant les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> apports aux stades 2N et DFE. De manière synchronisée, des prélèvements géolocalisés sur la parcelle ont été envoyés en laboratoire pour mesure de la biomasse sèche et de la teneur en azote. Les résultats de ces essais (mesures terrain et indicateurs drone) ont permis d'étalonner des modèles pour accéder à la biomasse, l'azote absorbé et donc l'INN des plantes à partir des indicateurs du drone.

L'INN repose sur la mesure et la comparaison du niveau de développement (biomasse) et de l'azote absorbé par la culture. Ces deux variables sont reliées par la courbe de dilution de l'azote (Justes et Al, 1994), laquelle a cependant été développée autour du développement végétatif du blé. Pour une utilisation opérationnelle de l'INN dans un conseil de fertilisation axé sur le rendement, des expérimentations aux champs ont été menées, dans le but de relier INN, stade des cultures et rendement.

Les conclusions de ces travaux ont permis d'obtenir des valeurs cibles d'INN à chaque stade (2N, 3N et DFE). À partir de ces INN cibles, un déficit en azote peut être calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Déficit en azote} = \text{INN cible} * Q_{nc} - Q_{nr}$$

Avec

- $Q_{nc}$  la quantité d'azote critique donnée par la courbe d'azote critique (à partir de la biomasse estimée)
- $Q_{nr}$  la quantité d'azote absorbé estimée par drone.

La préconisation est faite au pixel (15cm\*15cm) comme la mesure de l'indicateur mais l'épandage ne peut se faire à cette résolution. Grâce à des techniques avancées de géostatistiques, AIRINOV™ propose un zonage sur la parcelle en 1 à 5 zones homogènes. Pour les agriculteurs équipés, la préconisation au m<sup>2</sup> peut également donner lieu à une carte de modulation automatique, le service AIRINOV™ étant compatible avec toutes les marques de console de modulation.

