

# EVALUATION D'UNE METHODE DE PILOTAGE DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR CULTURE DE POMME DE TERRE

Eybalin Damien

La fertilisation azotée a de grands impacts sur le rendement et la qualité de production des pommes de terre. Cependant, un excès d'azote génère une plus faible efficacité d'utilisation de l'azote (NUE) et des risques accrus de pertes d'azote qui peuvent avoir un impact sur l'environnement (pollution de l'eau, de l'air et des sols, notamment les émissions de GES). La pomme de terre présente une NUE relativement faible (de l'ordre de 50 à 60 %) par rapport à d'autres cultures, en raison de son système racinaire naturellement peu profond et peu développé. En effet, l'optimisation de l'efficacité d'utilisation de l'azote (NUE) pour la pomme de terre constitue un défi pour les producteurs de pommes de terre, mais également pour la rentabilité et la compétitivité des agriculteurs. Parmi les nombreuses façons d'optimiser la fertilisation azotée, la répartition de l'application de l'azote constitue une approche adaptée pour mieux correspondre aux besoins en azote et à son apport. Ajuster les dates de plantation, la variété de culture et les pratiques de gestion de la fertilisation sont des leviers clés pour faire face à l'adaptation aux changements climatiques. Plusieurs systèmes d'aide à la décision ont été développés pour optimiser les apports d'engrais azotés. Parmi ceux-ci, ceux qui utilisent des technologies de télédétection ont été davantage développés et appliqués ces dernières décennies, notamment pour la culture du blé, mais peu de travaux ont été réalisés pour d'autres cultures, telles que la pomme de terre.

L'objectif du travail que nous avons mené est de répondre à la question « pouvons-nous développer un Système d'Aide à la Décision (OAD) pour la fertilisation azotée dans la culture de la pomme de terre ? »

## **Matériel et Méthodes**

*Présentation du réseau d'essai et du matériel végétal :* La construction du modèle s'est basée sur un réseau d'essais comprenant environ 45 parcelles situées dans le nord de la France (1993 – 2016). Ce modèle a été calibré et validé à l'aide de cinquante essais en microparcelle (2016-2021) et trente essais en bande agriculteur (2019-2021). Ces essais impliquaient différentes variétés de pommes de terre avec des précocités et des utilisations finales variées.

*Construction des règles d'utilisation du modèle :* La performance du modèle est intrinsèquement conditionnée par un ensemble de directives élaborées à la suite de l'analyse du jeu de données initial couvrant la période allant de 1993 à 2016. Nous avons procédé à la sélection de tous les essais dans lesquels au moins une modalité impliquait un apport unique d'azote, ainsi qu'une modalité avec une répartition fractionnée des apports d'azote. Par la suite, nous avons identifié différentes directives en comparant les distributions des modalités ayant recours à un apport unique d'azote et celles faisant usage d'apports fractionnés. De plus, nous avons effectué un classement des données en fonction des dates des seconds apports. Cette approche nous a permis d'élaborer les directives de validation du modèle.

*Technique de télédétection :* L'acquisition des images dans les essais est réalisée soit grâce au satellite (Sentinel-2) soit en utilisant un drone avec la technologie micasens.

*Protocole d'utilisation du modèle :* L'agriculteur initie l'application d'une quantité d'azote équivalant à la dose X-40 unités au moment de la plantation. Ensuite, pendant la phase de croissance de la partie aérienne des plants de pommes de terre, une évaluation des carences est effectuée au moyen de techniques de télédétection suivie d'une modélisation des paramètres biophysiques. Si cette évaluation confirme la présence de carences, le modèle conseillera à l'agriculteur de procéder à une seconde application d'azote. En revanche, si aucune carence n'est détectée, la deuxième application d'azote ne sera pas nécessaire.

Pour déterminer si la culture présente une carence : nous calculons une valeur de référence, que l'on peut également appeler la valeur surfertilisée, et comparons la valeur de chaque pixel à cette référence. Si le pixel est proche de la valeur de référence, aucun apport d'azote supplémentaire n'est nécessaire. Si la valeur du pixel est inférieure à un premier seuil de déclenchement, nous apportons 40 unités d'azote, et si elle est inférieure à un deuxième seuil de déclenchement, nous apportons 80 unités d'azote. La valeur surfertilisée est déterminée en



utilisant le produit des variables biophysiques telles que l'indice de surface foliaire (LAI) et le taux de chlorophylle de la plante, ce qui crée une nouvelle variable appelée Qchl (la quantité de chlorophylle). Pour calculer la valeur de référence, nous effectuons des mesures par satellite sur des zones surfertilisées que les agriculteurs avaient mises en place. Actuellement, le modèle a été amélioré pour se passer de la bande surfertilisée.

### **Résultats :**

Combien d'azote doit être appliqué à la plantation ? Pour minimiser l'impact significatif du premier apport sur le rendement final, nos travaux de recherche démontrent qu'il est nécessaire d'appliquer au moins 50% de la dose totale d'azote. Cependant, pour optimiser les rendements, il est recommandé de fournir 67% de la dose totale.

À quelle étape du cycle de la culture l'apport d'azote est le plus efficace ? La meilleure efficacité d'application de l'azote est observée le plus tôt possible après l'émergence des plantes entre 30 et 45 jours après la levée.

La culture de pommes de terre manque-t-elle d'azote ? / De combien d'azote la culture de pommes de terre a-t-elle besoin en fertilisation ? Pour répondre à cette question, nous utilisons le modèle que nous avons développé, à la fois sur des parcelles en bandes agriculteur et sur des microparcelles, afin de tenir compte de l'hétérogénéité des conditions. Le modèle affiche des résultats encourageants sur les microparcelles, puisqu'il prédit correctement l'apport adéquat dans 70% des cas, provoque une surfertilisation dans 19% des cas, et entraîne une sous-fertilisation dans 11% des cas. Avec le nouveau modèle, nous avons obtenu des performances encore meilleures sur les parcelles agricoles, car actuellement, nous parvenons à donner le bon conseil sans perte de rendement significative dans 85% des cas sans avoir recours à la bande surfertilisée. Il convient de noter que les résultats les plus récents du réseau pour l'année 2023 ne figurent pas sur le poster, car nous sommes en train de les intégrer.

### **Discussions :**

Nous avons travaillé sur une version initiale du modèle qui nécessite des améliorations, et nous avons plusieurs axes d'amélioration visant à élargir son champ d'application, à renforcer ses performances et à perfectionner son évaluation. Actuellement, le modèle a été validé uniquement dans certains départements en France, sans prendre en compte la diversité de précocité des variétés. Notre objectif futur est d'obtenir des données de référence dans divers contextes, tenant compte à la fois des variations pédologiques et climatiques. De plus, les domaines de validité du modèle sont actuellement exprimés en termes de jours après la levée, mais nous aspirons à les exprimer en degrés-jours.

En ce qui concerne l'amélioration des performances du modèle, nous envisageons de travailler sur la cohérence des recommandations dans des situations de variabilité du terrain en élaborant des règles d'application d'azote spécifiques en fonction du potentiel agronomique de la parcelle. De plus, nous avons conçu un modèle dépourvu de la contrainte de la bande surfertilisée, ce qui permet à l'agriculteur de se passer de la nécessité de prévoir une telle bande adjacente à sa parcelle pour utiliser le modèle.

Enfin, nous souhaitons optimiser le système d'aide à la décision en quantifiant la réduction des pertes d'azote grâce au modèle et en évaluant l'amélioration de l'utilisation de l'azote par la plante.

### **Conclusion :**

Les résultats se révèlent prometteurs, car le modèle excluant la zone de surfertilisation permet de réaliser des économies d'azote de l'ordre de 40 unités dans 79% des parcelles du réseau expérimental, tout en maintenant le rendement à des niveaux comparables, sans observer de modifications significatives. Les résultats sont donc encourageants et nous permettent d'espérer déboucher sur une méthode utilisable en grandeur réelle.

