

## **MODÈLES DE FERTILISATION LOCALISÉE POUR LA POMME DE TERRE AU QUÉBEC**

Léon E. Parent

**Projet :** IA216581

**Durée :** 05/2016 – 01/2018

### **FAITS SAILLANTS**

La recherche d'un optimum économique de fertilisation spécifique aux conditions de l'agroécosystème est un défi fondamental de l'agriculture de précision. Cependant, il n'existe pas de modèles génériques permettant de relier le dosage d'engrais pour la production de pommes de terre à un ensemble de conditions du milieu au-delà de l'analyse de sol conventionnelle. Les jeux de données historiques pour la calibration comprennent 212 essais de N, 143 essais de P et 87 essais de K qui documentent le dosage, le climat (température, pluviométrie), le sol (analyses de routine et pédologie) et le mode de gestion (cinq classes de maturité des cultivars (de hâtif à tardif), précédents culturaux) afin de mesurer l'influence de chacun de ces facteurs sur le rendement. Dans ce projet, nous testons, sur 17 sites d'essai, le modèle des rendements décroissants (« Mitscherlich ») couramment utilisé pour simuler la réponse de la pomme de terre aux ajouts d'engrais. Ce modèle inclut une donnée à l'origine qui évalue la contribution de l'environnement en équivalent-engrais, une pente qui mesure le taux de réponse, et une asymptote qui évalue le rendement maximum associé aux conditions locales. Un jeu de données de 12 nouveaux essais de N a été utilisé pour tester la performance prédictive du modèle; 2 nouveaux essais de P et 3 nouveaux essais de K contribueront à mettre à jour les grilles du CRAAQ (2010). Le modèle statistique sur N montre que le dosage optimal augmente avec des précédents qui laissent de grandes quantités de résidus, des sols de texture plus grossière, un plus haut degré de podzolisation, des conditions climatiques plus sèches et une maturité plus avancée du cultivar. Donc, l'irrigation augmente l'efficacité de l'azote. Ce prototype du modèle traditionnel de Mitscherlich s'est toutefois mal comporté en phase de test en vue de prédire les doses optimales, indiquant que des modèles numériques plus évolués devront être testés. De plus, comme la composition minérale foliaire variait significativement avec les classes de maturité, parfois difficiles à établir, les balances nutritives dans les feuilles diagnostiques (première feuille mature échantillonnée au début de la floraison), faciles à obtenir, pourront servir de mesures objectives de la maturité des cultivars dans les nouveaux modèles.

### **OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE**

Notre objectif est de tester en conditions réelles des modèles de fertilisation localisée pour la production de pommes de terre au Québec en vue d'optimiser le rendement en tenant compte de facteurs abiotiques et managériaux. La réponse de la pomme de terre à l'azote a été simulée par un modèle « multiniveaux » mesurant les effets du climat, du sol, du précédent cultural et du cultivar sur les paramètres du modèle de Mitscherlich, le plus couramment utilisé pour modéliser les essais de fertilisation. Le dosage du N obtenu par le modèle est ensuite comparé aux résultats des essais et au dosage recommandé par le CRAAQ (2010). La réponse de la pomme de terre au P et au K est aussi comparée aux modèles P et K du CRAAQ (2010) et aux doses couramment utilisées par les producteurs en lien avec l'analyse de sol.

Les données climatiques ont été obtenues d'Environnement Canada à partir de l'année et des coordonnées géographiques des sites d'essais, puis transformées en indices climatiques comme les degrés-jours, la diversité des précipitations (Shannon), précipitations cumulées, nombre d'événements de lessivage, évapotranspiration) et sélectionnés suivant une analyse multivariée. La série de sols de chaque essai ainsi que le classement sur une échelle gleysol-podzol ont été déterminés à partir de mesures effectuées sur l'emplacement du site. La texture a été mesurée par sédimentation et les analyses de sol (pH, C, N, Mehlich-3) et de tissus végétaux (digestion, ICP) quantifiées par des méthodes traditionnelles. La maturité des cultivars a été évaluée sur une échelle de 1 à 5 selon le classement de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (1 = très hâtif, 2 = hâtif, 3 = mi-saison, 4 = tardif, 5 = très tardif). Les précédents culturaux ont été classés en quatre catégories (céréales, culture à résidus abondants, culture à résidus peu abondants, prairie). Des méthodes numériques compositionnelles ont été appliquées aux données d'analyses foliaires dans le but d'évaluer si les profils nutritifs diffèrent entre les cultivars.

## RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

La compilation de 212 essais historiques d'azote sur la pomme de terre au Québec indique que le climat, le sol, le précédent cultural et la classe de maturité influencent les paramètres du modèle de Mitscherlich, soit le rendement potentiel, la contribution de l'environnement en équivalent-engrais et le taux de réponse. Le modèle de calibration (figure A) montre la dispersion des doses optimales et des rendements sur deux sites historiques. En moyenne, chaque tonne de rendement supplémentaire entre 30 et 50 tonnes par hectare requiert 1 kg de N additionnel. Cependant, la dose optimale dépend de l'ensemble des conditions locales. Les doses optimales de N pour des conditions médianes variaient de 160 à 180 kg N ha<sup>-1</sup>. Cette fourchette de doses peut toutefois être différente pour des conditions locales différentes des conditions médianes.

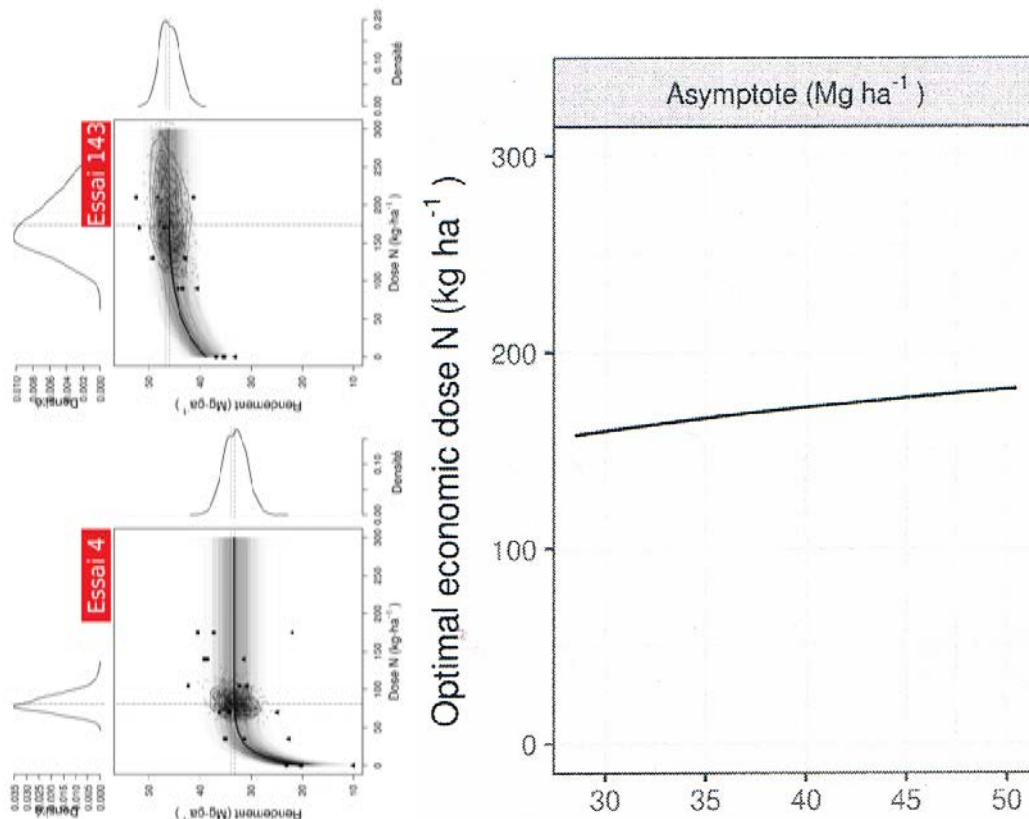
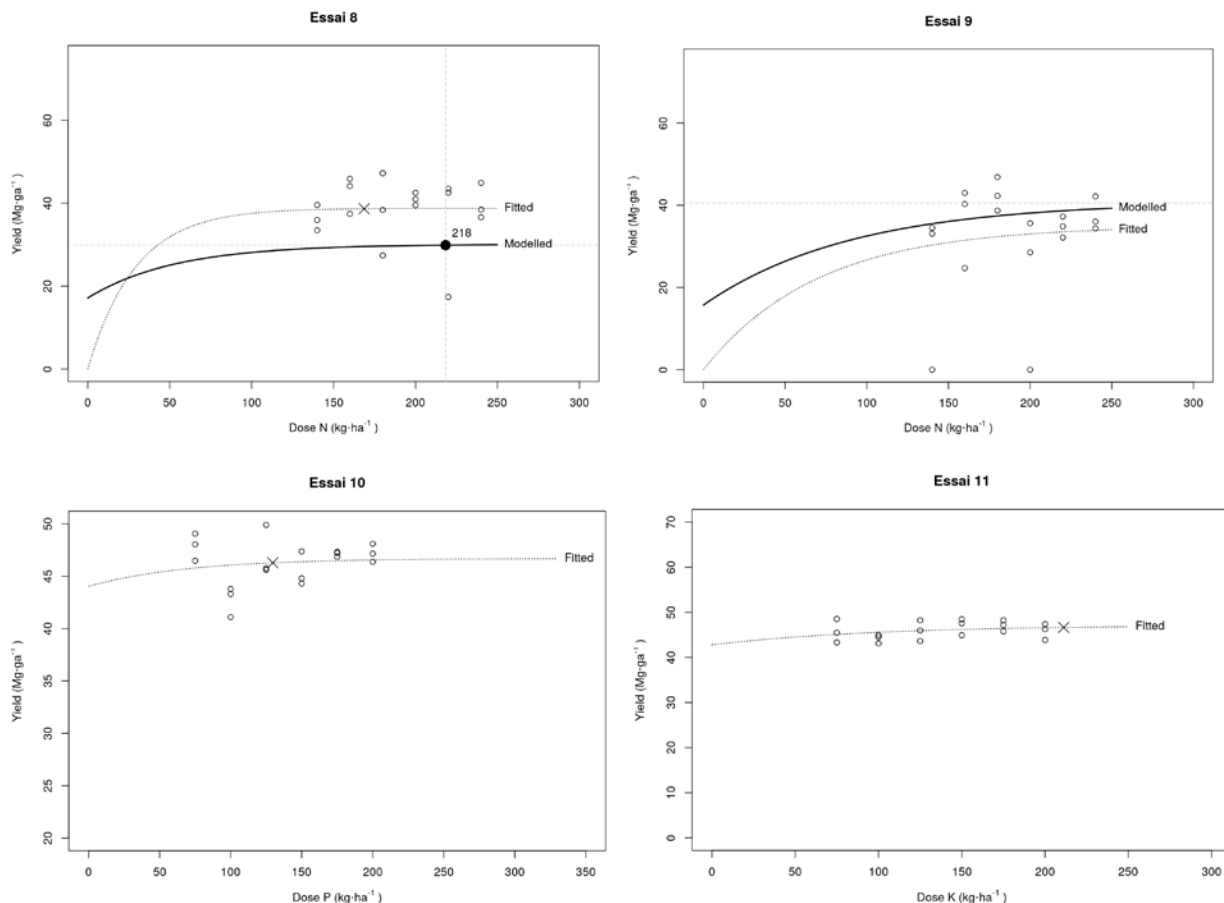


Figure A. Sorties du modèle de calibration et relation entre le rendement maximum et la dose optimale d'azote pour des conditions moyennes.

Le modèle de Mitscherlich pour l'azote s'est avéré utile en phase d'entraînement, mais décevant en phase de test (essais 8-9) pour des essais où la dose initiale était de  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$ . La dose optimale de N et le rendement ne correspondent pas bien aux observations.

Également pour P et K (essais 10 et 11), la courbe de Mitscherlich traversait un nuage de points de façon ascendante, ce qui conduisait à une dose optimale trop élevée par rapport aux résultats des essais. Il n'y avait pas d'évidence de différences significatives au-delà de 75 ou 150  $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ , et de  $75 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ . Ces résultats seront combinés à ceux des collaborateurs du prochain guide de référence en fertilisation pour la mise à jour des recommandations.



## APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Les données acquises au cours de ce projet seront combinées à celles d'autres collaborateurs pour la mise à jour du prochain guide de fertilisation. Le prototype développé dans ce projet sera amélioré en 2018 à l'aide de méthodes numériques avancées incluant les méthodes d'autoapprentissage pour la modélisation et les analyses foliaires en remplacement des classes de maturité qui ont le potentiel de prédire le dosage optimal des engrais N, P et K par cultivar, dans le but d'améliorer la précision des prédictions des rendements et du dosage d'engrais. Ces modèles avancés seront également testés sur la qualité des tubercules (poids spécifique et calibre).

## **POINT DE CONTACT**

Nom du responsable du projet : Léon E. Parent

Téléphone : (418) 656-2231, poste 3037

Télécopieur : (418) 656-3723

Courriel : [leon-etienne.parent@fsaa.ulaval.ca](mailto:leon-etienne.parent@fsaa.ulaval.ca)

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.