

Réseau de recherche canadien 4B



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



FERTILISANTS CANADA



Table des matières

02 Introduction	12 Miles Dyck, Ph. D.
04 David Burton, Ph. D.	14 Jeff Schoenau, Ph. D.
06 Claudia Wagner-Riddle, Ph. D.	16 Ivan O'Halloran, Ph. D.
08 Craig Dury, Ph. D.	18 Nicolas Tremblay, Ph. D.
10 Mario Tenuta, Ph. D.	20 Alison Eagle, Ph. D.



« 4R Nutrient Stewardship » peut contribuer à produire des cultures de façon durable

Les 4R accroissent la production et la rentabilité pour les agriculteurs en assurant l'avenir de l'industrie agricole



Introduction

Un réseau de recherche canadien 4B pour améliorer le programme Gérance des nutriments 4B pour la santé de l'environnement et la production agricole

Le Réseau canadien de recherche 4B a pour objectif de quantifier les avantages du système perfectionné de gestion des engrais établi dans le cadre du programme Gérance des nutriments 4B. Regroupant des chercheurs canadiens de premier plan, le Réseau cherche à faire progresser les connaissances sur les pratiques de gestion fondées sur la science qui profiteront à l'environnement et aux cultures agricoles dans toutes les grandes régions agricoles du Canada. Notre stratégie et nos initiatives de durabilité reposent sur la recherche appliquée faite dans le cadre des activités du Réseau canadien de recherche 4B. Les activités du Réseau de recherche 4B sont axées sur les enjeux environnementaux suivants liés à la gestion des fertilisants au Canada :

- Émissions de gaz à effet de serre et d'ammoniac
- Pertes de phosphore dans les eaux de surface
- Fuites de nitrate dans les eaux souterraines
- Établissement d'une synergie entre la recherche et l'élaboration des politiques

Les activités déployées en vertu du Réseau de recherche canadien 4B ont été sélectionnées dans le but d'éliminer les obstacles à l'adoption du programme **Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®)** comme l'absence d'évaluation des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) des multiples voies d'écoulement de nutriments d'azote de phosphore, d'évaluation des PGB en fonction des divers types de sols, des diverses conditions météorologiques et des divers systèmes culturels au Canada, et d'outils de prise de décision pour l'adaptation des PGB aux conditions et aux besoins locaux. La recherche permettra de mesurer et d'évaluer les avantages économiques, sociaux et écologiques du programme Gérance des nutriments 4B selon les PGB adoptées par les producteurs. Elle se penchera particulièrement sur la réduction des gaz à effet de serre, les pertes de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage de nitrate dans les eaux souterraines. Ces activités de recherche contribueront à faire sortir les 4B du cercle de l'industrie pour en faire une stratégie viable et évolutive et générer des avantages défendables qui amélioreront la productivité du système des récoltes et réduiront les pertes de nutriments dans l'environnement.

Les activités du réseau comprendront des essais sur le terrain et autres projets en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario, au Québec, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard couvrant des récoltes clés comme le blé, le blé cultivé sous irrigation, le maïs, la pomme de terre, le triticale, les pois, le canola, l'orge et les fourrages. Les résultats du projet seront communiqués par des sites Web, des publications dans des journaux scientifiques, des rencontres et des systèmes d'aide à la prise de décision. Cela permettra de communiquer les connaissances sur le programme Gérance des nutriments 4B aux intéressés des grandes régions agricoles du Canada. Ce faisant, nous réduirons les émissions de gaz à effet de serre, (les pertes d'azote dans l'atmosphère et dans les eaux souterraines), ainsi que les pertes de phosphore dans les eaux de surface partout au Canada. Ainsi, les systèmes agricoles canadiens prendront une place de chef de file en gérance de l'environnement.

Le Réseau de Recherche Canadien 4B, car il vise à étayer et à améliorer les PGB des 4B au moyen de travaux de recherche sur les grandes régions productrices au sol particulier, les systèmes météorologiques et de production de culture du Canada. Il tient simultanément

compte des grandes voies de pertes de nutriments qui ont des conséquences environnementales et économiques (émissions d'oxyde nitreux, lessivage du nitrate, volatilisation de l'ammoniac et ruissellement du phosphore) des systèmes de culture et donne des outils de prise de décision adaptés aux lieux et aux exigences des systèmes de production.

« [Traduction]: Les vaillants agriculteurs ne peuvent pas cultiver et fournir des produits agricoles de qualité s'ils ne disposent pas des bons outils. Fertilisants Canada et les entreprises qui en sont membres accomplissent un excellent travail en fournissant aux agriculteurs l'expertise et les engrais requis. Au cours des 30 prochaines années, il faudra augmenter la production d'aliments de 70 % à l'échelle mondiale. Je me réjouis à l'idée de travailler avec les agriculteurs et les représentants de Fertilisants Canada pour veiller à ce que le Canada saisisse cette possibilité d'exportation. »

Francis Drouin, député

Glengarry—Prescott—Russell, Ontario

Chambre des communes (18 mai 2016)

Résumé des projets du Réseau national de recherche 4B

RESPONSABLE PRINCIPAL	PROJET 4B
ÉTUDES SUR L'AZOTE – Elles permettent de concevoir et de confirmer les PGB 4B par l'évaluation des grandes voies d'écoulement de l'azote, les compléments des pratiques et l'amélioration de la compréhension des voies d'écoulement dans les grandes régions de production et les systèmes de culture du Canada.	
David Burton (Université de Dalhousie)	L'utilisation en saison de l'urée foliaire peut-elle améliorer l'efficacité de l'azote et réduire les émissions d'oxyde nitreux et le ruissellement de l'azote dans la production de pommes de terre du Canada atlantique?
Claudia Wagner-Riddle (Université de Guelph)	Une seule application d'engrais à l'efficacité améliorée au moment de la semence peut-elle réduire les pertes d'azote dans la production de grain de maïs en Ontario?
Craig Drury (AAC, Ontario)	Effets combinés d'un engrais à l'azote et des engrais à l'efficacité améliorée pour réduire les pertes d'azote dans la production de grain de maïs en Ontario
Mario Tenuta (Université du Manitoba)	Réduction des doses et non de la nitrification totale pour limiter la perte d'azote des engrais appliqués à l'automne en condition humide au Manitoba en utilisant des engrais à l'efficacité accrue.
Linda Hall (Université de l'Alberta)	Stabilisants de l'azote pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote et réduire les émissions de gaz à effet de serre en Alberta
Miles Dyck (Université de l'Alberta)	Gestion coordonnée de l'azote et du soufre dans des sols déficients en soufre et fertilisation à l'azote dans des systèmes irrigués pour réduire les pertes d'azote dans les prairies de l'Ouest en Alberta
ÉTUDES SUR LE PHOSPHORE – Il s'agit de cibler les PGB 4B pour réduire les pertes de phosphore par écoulement dans les systèmes de production et les environnements très différents des Grands Lacs et du Saint-Laurent et des prairies du Canada.	
Jeff Schoenau (Université de la Saskatchewan)	Utilisation des engrais au phosphore pour limiter les pertes de phosphore résultant de la fonte des neiges dans les prairies canadiennes
Ivan O'Halloran (Université de Guelph)	Synergistes : Gestion du moment de l'utilisation des engrais au phosphore pour réduire les pertes de phosphore en écoulement dans le bassin du lac Érié
SYNTHÈSE – Favoriser l'assimilation des découvertes du Réseau national de recherche 4B pour en faire des outils de prise de décision et de sensibilisation à l'amélioration de la santé de l'environnement et de productivité des cultures au Canada.	
Nicolas Tremblay (AAC, Québec)	Mise au point de mécanismes de soutien à la prise de décision pour l'optimisation 4B du dosage et du moment de l'utilisation des engrais à l'azote selon l'usage intégré du sol, des conditions climatiques et des données du marché
Alison Eagle (Université Duke)	Intégration des résultats du Réseau national de recherche 4B pour améliorer la santé et la rentabilité de l'environnement

David Burton, Ph. D.

L'utilisation en saison de l'urée foliaire peut-elle améliorer l'efficacité de l'azote et réduire les émissions d'oxyde nitreux et le ruissellement de l'azote dans la production de pommes de terre du Canada atlantique?

La totalité de l'eau potable de l'Île du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.) provient de sources d'eau souterraine, ce qui rend cette région unique par rapport aux autres. La planification durable de la gestion des nutriments est un aspect essentiel de la protection des sources d'eau potable.

M. David Burton est professeur de sciences des sols au département des plantes, de l'alimentation et de l'environnement de l'Université Dalhousie et membre du Réseau de recherche 4B de Fertilisants Canada, un groupe de neuf chercheurs de premier plan qui quantifieront les retombées économiques, sociales et environnementales des systèmes avancés de gestion des fertilisants dans le cadre du projet de gérance des nutriments 4B. Le projet met l'accent sur la collaboration avec les chercheurs universitaires canadiens, les conseillers professionnels, les ministères de l'Agriculture des provinces et Agriculture et Agroalimentaire Canada. La recherche porte sur de nombreux domaines liés à l'environnement, y compris la réduction des gaz à effet de serre, des gaz d'ammoniac, des pertes de phosphore dans les eaux de surface et des fuites de nitrate dans les eaux souterraines.

Au cours des dix dernières années, M. Burton et ses collègues d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et le ministère de l'Agriculture et des Pêches de l'Î.-P.-É. ont travaillé avec des producteurs de pommes de terre de la province pour développer des pratiques plus efficaces de gestion des engrais azotés (N).

Les piliers du programme de gérance des nutriments 4B sont les suivants : **Bonne source** – Il s'agit de la bonne source d'engrais présents – ou facilement convertis – dans les composés qui conviennent le mieux aux cultures ciblées; **Bonne dose** – C'est-à-dire le bon dosage d'engrais pour fournir les nutriments appropriés; **Bon moment** – Il faut appliquer les engrais au bon moment, quand les cultures ont le plus besoin de nutriments.

« Le fait de connaître les types de sols qui représentent un risque élevé de perte de nutriments peut aider les producteurs agricoles à gérer les nutriments de façon plus efficace et à protéger l'environnement. Des rectifications apportées sur les plans des sources de nutriments culturaux, des doses et de la planification de la méthode d'épandage peuvent contribuer à réduire considérablement les pertes de nutriments », explique M. Burton.

La production de pommes de terre joue un rôle central dans l'économie de l'Î.-P.-É. et génère des revenus de plus d'un milliard de dollars par année. Afin de soutenir cette activité agricole dans le Canada atlantique, on doit accroître la quantité et la qualité des pommes de terre produites tout en réduisant les effets de la culture de la pomme de terre sur les émissions de gaz à effet de serre (N_2O) et sur la qualité des eaux souterraines (NO_3^-). L'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'azote dans la production de pommes de terre présente des avantages économiques, agronomiques et environnementaux. À l'heure actuelle, les producteurs de pommes de terre de l'Î.-P.-É. ne disposent pas de moyens efficaces pour quantifier les besoins en azote de leurs terres et élaborer des recommandations relatives à la bonne dose d'engrais azotés.



Au cours des trois dernières années, on a entrepris des recherches importantes en collaboration avec le PEI Potato Board pour mesurer la capacité d'apport d'azote des sols dans un système de culture de la pomme de terre.

« Nous avons établi la quantité et la variabilité de l'apport en azote du sol dans 26 fermes de l'Î.-P.-É. en fonction du climat, du type de sol ou de la gestion agricole, ce qui permet d'évaluer les possibilités de recommandations liées à l'apport d'azote pour réduire les risques de lessivage dans les eaux souterraines et les émissions d'oxyde nitreux », déclare M. Burton.

Cette information a démontré la possibilité d'utiliser des méthodes de mesure de l'apport en azote en fonction du sol afin de déterminer la bonne dose, d'améliorer la production et de réduire les risques de conséquences environnementales.

Grâce à l'étude de l'importance de l'apport en azote dans les sols de l'Î.-P.-É. et à la discussion sur le potentiel de cette mesure dans la détermination des doses, les producteurs seront sensibilisés à l'importance du sol comme source d'azote et à l'importance du maintien de la qualité du sol dans la production des pommes de terre. L'inclusion de tests pour mesurer le contenu d'azote dans le sol permettra aux citoyens de l'Î.-P.-É. de s'assurer que les producteurs de pommes de terre font ce qu'il faut pour optimiser la gestion des engrais azotés et réduire les risques de conséquences environnementales.

« En outre, nous évaluons le potentiel de mesures simples qui permettront aux agriculteurs d'estimer les pertes d'oxyde nitreux », explique M. Burton.

Ces mesures constitueraient un moyen pratique pour les producteurs d'évaluer dans quelle mesure leurs stratégies de gestion de l'azote ont permis d'assurer un apport d'azote suffisant tout en réduisant les pertes de N_2O . La mesure de l'apport en azote fondée sur un échantillonnage bihebdomadaire du sol ou la mise en place de membranes échangeuses d'ions était fortement corrélée avec les émissions cumulatives de N_2O mesurées sur trois ans d'étude.

Ces outils ont servi de base à un projet financé par Fertilisants Canada visant à évaluer le potentiel d'application d'urée foliaire pour fournir de l'azote aux plants de pommes de terre en période de stress hydrique et limiter les émissions de N_2O . C'est une pratique adoptée par les producteurs de pommes de terre de l'Î.-P.-É. Ce projet fournira des renseignements importants qui permettront de déterminer comment les doses d'engrais azotés devraient être ajustées afin de refléter ces applications d'azote et d'évaluer les émissions de N_2O associées à cette pratique.

La bonne nouvelle est que de nombreux agriculteurs de l'Î.-P.-É. ont adopté la gérance des nutriments 4B au cours des dernières années, ce qui a entraîné une augmentation de la productivité et une réduction des répercussions environnementales. Bien que le soutien au programme de gérance des nutriments 4B continue de croître dans tout le Canada, les conclusions de M. Burton appuient les pratiques d'application visant à améliorer la gérance dans les entreprises agricoles.

“Le fait de connaître les types de sols qui représentent un risque élevé de perte de nutriments peut aider les producteurs agricoles à gérer les nutriments de façon plus efficace et à protéger l'environnement. Des rectifications apportées sur les plans des sources de nutriments cultureux, des doses et de la planification de la méthode d'épandage peuvent contribuer à réduire considérablement les pertes de nutriments.”

M. David Burton, Ph. D.
Université de Dalhousie

Claudia Wagner-Riddle, Ph. D.

Une seule application d'engrais à l'efficacité améliorée au moment de la semence peut-elle réduire les pertes d'azote dans la production de grain de maïs en Ontario?

L'image de champs de maïs dorés qui découpent le ciel bleu en contre jour est le portrait indélébile de l'agriculture canadienne.

Le maïs est l'une des cultures traditionnelles du Canada, cultivé par les Premières Nations, les premiers Canadiens et partout au pays aujourd'hui.

La plus grande partie du maïs en grain canadien est produite en Ontario et au Québec, surtout en raison du climat de ces régions. Le maïs exige des saisons de croissance prolongées et plus chaudes. Malgré le climat propice de ces régions, le maïs exige l'utilisation de fertilisants pour prévenir l'épuisement du sol et assurer des cultures productives.

Bien que l'azote se trouve naturellement, de nombreuses cultures comme le maïs dépendent de l'ajout de fertilisants afin d'en maximiser l'efficacité. Mme Wagner-Riddle, Ph. D., de l'Université de Guelph, effectue de la recherche sur la production de maïs en grain et les effets des fertilisants azotés sur l'environnement.

« Vous obtiendrez une très faible production si vous n'appliquez pas de fertilisants azotés, de sorte que les agriculteurs l'utilisent pour accroître la production. Il s'agit d'une bonne solution, car une superficie de terre moindre est requise pour produire une même quantité d'aliments. Une production intensive, dans des régions plus limitées. Le problème inhérent à l'utilisation du fertilisant azoté est sa grande mobilité. Vous l'appliquez au sol et vous espérez qu'il atteigne la plante; cependant, le processus est à l'origine de beaucoup de pertes d'azote dans ce processus. »

Le système visant à appliquer le fertilisant de manière appropriée pour assurer des productions élevées – et à prévenir des pertes d'engrais dans l'environnement à la base de la Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit ®). Ce cadre incorpore les volets suivants : la **bonne source** de fertilisants dans les composés que la culture cible utilise le mieux, ou les engrais qui peuvent être facilement transformés en ces composés. La **bonne dose** afin de répondre aux besoins en nutriments des plantes. Appliquez l'engrais au **bon moment** afin que les nutriments soient disponibles lorsque les plantes en ont vraiment besoin. Appliquez ou maintenez l'engrais au **bon endroit** là où les plantes peuvent l'assimiler le plus efficacement. En suivant ces principes, les agriculteurs de partout au pays peuvent fertiliser de manière efficace, ce qui est propice à des cultures abondantes et réduit au minimum les répercussions sur l'environnement.

La gérance environnementale est une priorité de longue date de l'industrie canadienne des fertilisants qui s'efforce d'apporter des améliorations qui entraîneront des bienfaits pour l'environnement et amélioreront la situation économique à la ferme.

En outre, Fertilisants Canada collabore avec des chercheurs agricoles canadiens de pointe afin d'entreprendre des projets de recherche comme celui de Mme Wagner-Riddle. Ces recherches couvrent de nombreux secteurs de l'environnement, dont la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de gaz ammoniac, les fuites de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines.



Par une sélection attentive des fertilisants azotés en utilisant la Gérance des nutriments 4B, les émissions d'oxyde nitreux par unité de culture produite peuvent être réduites de façon considérable, dans certains cas de moitié. Les pratiques qui visent à réduire les émissions d'oxyde nitreux ont aussi tendance à accroître l'utilisation efficace de l'azote et le rendement économique.

Mme Wagner-Riddle en explique les grandes lignes : « La Gérance des nutriments 4B vise à améliorer la gestion de l'azote appliqué de manière à réduire les pertes environnementales. Notre travail dans le cadre de ce projet consiste à examiner les pratiques préconisées par la Gérance des nutriments 4B et à quantifier les pertes. Certaines pratiques ont été proposées parce qu'elles semblent logiques selon notre compréhension du cycle de l'azote, mais nous devons quantifier ce que signifient les améliorations par rapport aux pertes. »

« La population est déjà vendue à la consommation de produits cultivés de manière soucieuse de l'environnement. Nous estimons que ce type de recherche répond à des préoccupations de cette nature. En fin de compte, non seulement nous serons capables de chiffrer les effets des pertes d'azote, mais nous pourrons aussi examiner ce que peuvent faire les agriculteurs pour réduire ces répercussions sur l'environnement. Cela augmente la confiance des consommateurs. »

L'azote prend de nombreuses formes pendant son cycle. Lorsqu'il est appliqué au sol, il se trouve dans une forme que les plantes peuvent absorber. Les microbes du sol utilisent aussi l'azote. L'une des résultantes des procédés microbiens est l'émission d'oxyde nitreux, un gaz à effet de serre.

Certaines formes d'azote, comme les nitrates, sont très mobiles et se retrouvent facilement dans l'eau, ce qui signifie que l'azote peut s'introduire dans des eaux de surface comme des rivières ou des lacs ou dans des eaux souterraines. Les nitrates ont une incidence sur la qualité de l'eau potable et l'habitat des organismes aquatiques.

Mme Wagner-Riddle met à l'épreuve différentes idées : « En théorie, lorsque vous appliquez un fertilisant plus tard en saison quand la plante a déjà amorcé sa croissance, elle peut puiser l'azote dans le sol, ce qui réduit les pertes (en nutriments). Si vous appliquez une forme de fertilisant qui n'est pas très mobile, il restera dans le sol pendant des périodes prolongées pour que les plantes puissent l'absorber ultérieurement, ce qui pourrait aussi entraîner des avantages. »

Et les avantages sont nombreux.

Si les chercheurs trouvent une façon de gérer l'azote d'une manière à ce qu'une plus grande quantité de celui-ci se retrouve dans les plantes, ils augmenteront les productions agricoles. En retour, une moins grande quantité d'azote sera rejetée dans l'environnement, ce qui réduira les effets négatifs. Des productions accrues, gérées de manière soucieuse de l'environnement produiront un rendement économique supérieur.

Pour reprendre les mots de Mme Wagner-Riddle : « Il s'agit certes d'une situation mutuellement profitable. »

« La population est déjà vendue à la consommation de produits cultivés de manière soucieuse de l'environnement. Nous estimons que ce type de recherche répond à des préoccupations de cette nature. En fin de compte, non seulement nous serons capables de chiffrer les effets des pertes d'azote, mais nous pourrons aussi examiner ce que peuvent faire les agriculteurs pour réduire ces répercussions sur l'environnement. Cela augmente la confiance des consommateurs. »

Mme. Claudia Wagner-Riddle, Ph. D.
Université de Guelph

Craig Dury, Ph. D.

Effets combinés d'un engrais à l'azote et des engrais à l'efficacité améliorée pour réduire les pertes d'azote dans la production de grain de maïs en Ontario.

Le bassin des Grands Lacs, en Ontario, comprend des écosystèmes dynamiques et une partie importante des terres agricoles les plus rentables et productives du Canada.

Afin que les agriculteurs puissent continuer à utiliser cette terre agricole hautement productive, on doit veiller à protéger les précieuses voies navigables du Canada.

L'utilisation d'engrais, fournissant principalement de l'azote et du phosphore, fait partie intégrante de la production de cultures à haut rendement. Les effets environnementaux de la production alimentaire, comme le ruissellement de l'eau, peuvent être considérablement réduits lorsque ces engrais sont appliqués selon les principes de la gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit).

M. Craig Drury, Ph. D., biochimiste à Agriculture et Agroalimentaire Canada, participe à des études portant sur l'efficacité des nutriments et la gérance de l'environnement en collaboration avec Fertilisants Canada. Ses travaux de recherche portent sur les effets combinés d'un engrais à l'azote et des engrais à l'efficacité améliorée pour réduire les pertes de nutriments dans la production de maïs-grain en Ontario.

Le Réseau national de recherche 4B est formé de neuf chercheurs canadiens de premier plan qui quantifieront les retombées économiques, sociales et environnementales des systèmes avancés de gestion des fertilisants dans le cadre du projet de gérance des nutriments 4B. Le projet met l'accent sur la collaboration entre les chercheurs universitaires canadiens, les conseillers professionnels, les ministères de l'Agriculture des provinces et les chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. La recherche porte sur de nombreux domaines liés à l'environnement, y compris la réduction des gaz à effet de serre, des gaz d'ammoniac et des fuites d'azotes.

Les piliers du programme de gérance des nutriments 4B sont les suivants : **Bonne source** – Il s'agit de la bonne source d'engrais présents – ou facilement convertis – dans les composés qui conviennent le mieux aux cultures ciblées; **Bonne dose** – C'est-à-dire le bon dosage d'engrais pour fournir les nutriments appropriés; **Bon moment** – Il faut appliquer les engrais au bon moment, quand les cultures ont le plus besoin de nutriments.

Le programme de gérance des nutriments 4B donne de la crédibilité aux agrodétaillants ontariens et fournit une occasion stratégique aux agriculteurs d'atteindre les objectifs provinciaux visant à améliorer la qualité de l'eau des Grands Lacs et des bassins d'apport tout en augmentant la productivité agricole.

Les résultats des travaux de M. Drury indiquent que l'application d'engrais selon les principes de la gérance des nutriments 4B comporte des avantages importants par rapport aux pratiques traditionnelles. L'exercice se poursuivra afin d'assurer la protection et la conservation efficaces des sols agricoles, de la qualité de l'eau et de la santé de l'écosystème de l'Ontario en ce qui a trait aux nutriments. Comme chaque ferme est différente, on adaptera la mise en œuvre des pratiques du programme de gérance des nutriments 4B selon la production agricole et les conditions uniques du climat et du sol en Ontario afin d'optimiser ces avantages.



La gérance des nutriments 4B peut servir de guide aux agriculteurs pour accroître leur production et leur rentabilité tout en améliorant la protection de l'environnement et la durabilité de leurs activités. Les travaux de M. Drury lui ont permis de conclure que les différentes méthodes de la gérance des nutriments 4B qui servent à planifier l'application des engrais peuvent accroître l'efficacité des nutriments et réduire considérablement les pertes d'azote dans l'environnement.

M. Drury dit que la différence entre les apports d'azote et les pertes de cultures a augmenté dans certaines régions du pays. Au Canada, depuis 30 ans, la quantité résiduelle d'azote qui subsiste dans les champs est passée à 20 à 21 kilogrammes par hectare comparativement à 9 kilogrammes par hectare en 1981.

Cette augmentation pose des défis en matière de rentabilité des cultures et de risques de fuites de nitrate par l'eau ou de dénitrification, explique M. Drury.

Étant donné que l'Ontario a des niveaux de précipitation plus élevés que dans l'Ouest du Canada, il est possible d'obtenir des rendements plus élevés et une plus grande gamme de cultures, mais au moyen de plus grandes quantités d'azote. La combinaison de ces facteurs entraîne également plus de risques de perte dans l'Est du Canada. En cas de sécheresse, d'inondation ou d'épidémie, l'absorption des engrais azotés par les cultures peut se révéler plus difficile et les risques de perte s'en trouvent accrus. C'est pourquoi les agriculteurs ont intérêt à appliquer les principes de la gérance des nutriments 4B.

Dans le cadre d'une étude de deux ans, M. Drury et ses collègues ont évalué l'efficacité d'inhibiteurs combinés à l'urée d'engrais de nitrate d'ammonium pour aider à atténuer les pertes d'azote en utilisant trois types différents de diffusion : la volée simple, la volée avec incorporation et l'injection. Les résultats sont prometteurs et l'inhibiteur aide à ralentir les pertes d'azote.

Les pertes d'ammoniac par volatilisation étaient « extrêmement élevées, représentant jusqu'à 50 % de la quantité d'engrais azotés appliquée », surtout lorsque l'urée était appliquée à la volée sur la surface du sol. Mais même l'injection, qui réduit les pertes par rapport à la volée simple, a entraîné une certaine perte d'ammoniac – quoiqu'en plus faible quantité – par suite de la réouverture de la fente d'injection.

Toutefois, M. Drury et l'équipe de chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ont constaté que l'on pourrait réduire les pertes d'ammoniac par volatilisation en utilisant des inhibiteurs de l'uréase comme Agrotain et en améliorant la méthode d'apport en azote (injection). De plus, lorsque ces pratiques ont été combinées, les pertes d'azote ont pu être réduites de 95 % par rapport à l'application par volée simple, et la production s'en est trouvée accrue.

L'application des principes de gérance des nutriments 4B peut aider les agriculteurs à optimiser l'efficacité de l'azote et à réduire le ruissellement des nutriments dans les bassins hydrographiques de l'Ontario, ce qui permet à la province de demeurer un marché concurrentiel pour la production agricole tout en améliorant la protection de l'environnement.

Les résultats des travaux de M. Drury indiquent que l'application d'engrais selon les principes de la gérance des nutriments 4B comporte des avantages importants par rapport aux pratiques traditionnelles. L'exercice se poursuivra afin d'assurer la protection et la conservation efficaces des sols agricoles, de la qualité de l'eau et de la santé de l'écosystème de l'Ontario en ce qui a trait aux nutriments.

M. Craig Dury, Ph. D.
AAC, Ontario

Mario Tenuta, Ph. D.

Réduction des doses et non de la nitrification totale pour limiter la perte d'azote des engrais appliqués à l'automne en condition humide au Manitoba en utilisant des engrais à l'efficacité accrue

Comme les populations canadienne et mondiale continuent de s'accroître, on prévoit une consolidation des industries agricoles canadiennes pour répondre à la demande.

Les agriculteurs doivent optimiser l'efficacité et la qualité de leur culture, tout en veillant à ce que le sol soit cultivé d'une manière durable et soucieuse de l'environnement.

L'utilisation de fertilisants, principalement de fertilisants azotés et à base de phosphore, fait partie intégrante de la production de cultures à rendement élevé; cependant, les répercussions de ces produits sur l'environnement doivent être étudiées.

M. Mario Tenuta, Chaire de recherche du Canada en écologie des sols appliquée à l'Université du Manitoba appuie la recherche effectuée avec Fertilisants Canada : « Nous disposons d'un réseau de recherche qui regroupe dix projets répartis dans chacune des grandes régions agricoles du Canada. Cette recherche porte sur les enjeux et les possibilités rattachés à l'utilisation des nutriments à l'aide de la Gérance des nutriments 4B et ce que nous entendons par elle. »

Le Réseau national de recherche 4B est composé de neuf chercheurs canadiens de premier plan qui quantifient les avantages économiques, sociaux et environnementaux inhérents aux systèmes de gestion des fertilisants évolués de Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®). Le projet met l'accent sur la collaboration entre les chercheurs universitaires canadiens, les spécialistes, les ministères provinciaux de l'Agriculture et Agriculture et Agroalimentaire Canada. La recherche couvre de nombreux secteurs d'intérêt pour l'environnement, dont la réduction des gaz à effet de serre et de gaz ammoniac, les fuites de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines.

La Gérance des nutriments 4B peut être utilisée comme ligne directrice par les agriculteurs qui désirent accroître leur production et leur rentabilité tout en améliorant la protection environnementale et la durabilité.

Les principales composantes de l'initiative de Gérance des nutriments 4B sont les suivantes : la **bonne source** d'engrais, qu'il soit intégré aux nutriments ou converti en nutriments, en fonction de la culture cible. La **bonne dose**, afin de répondre aux besoins en nutriments des plantes. L'épandage de l'engrais au **bon moment** afin que les nutriments soient disponibles lorsque les plantes en ont vraiment besoin. L'épandage de l'engrais au **bon endroit**, là où les plantes peuvent l'assimiler le plus efficacement.

La recherche effectuée par des chercheurs canadiens de premier plan en agriculture est axée sur l'utilisation de la Gérance des nutriments 4B pour étudier les nombreux secteurs de préoccupation environnementale, dont la réduction des gaz à effet de serre et des gaz ammoniac, les fuites de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines.

Les résultats de ces travaux visent à favoriser une adoption accrue de la Gérance des nutriments 4B par les agriculteurs et à pallier les différences régionales dans les conditions de culture au Canada.



« Les chercheurs du domaine des fertilisants reconnaissent que l'industrie agricole est un joueur dominant pour ce qui est de la réduction des gaz à effet de serre. Ainsi, utilisation de la Gérance des nutriments 4B semble une bonne solution pour faire évoluer les pratiques afin de régler les problèmes environnementaux. »

M. Mario Tenuta, Ph. D.
Université du Manitoba

« Nous voulons que les agriculteurs utilisent la Gérance des nutriments 4B, même si chaque agriculteur travaille avec un équipement différent, dans des climats différents, sur des sols différents et avec cultures différentes. Les variables sont nombreuses, aussi, nous ne pouvons pas prescrire la combinaison ultime de pratiques qui conviendra à chacun, explique M. Tenuta, car ce qui fonctionne en Alberta et en Saskatchewan peut ne pas fonctionner au Manitoba. Nous voulons mettre au point une combinaison de pratiques adaptée aux besoins propres de chaque région ».

La recherche de M. Tenuta est axée sur les provinces des Prairies et la façon de réduire les émissions d'oxyde nitreux. « Mon projet vise principalement à trouver une façon de réduire les émissions d'oxyde nitreux en utilisant la Gérance des nutriments 4B, la principale composante étant le choix du moment. Il importe donc de comparer les résultats d'applications en automne par comparaison au printemps, de même que les sources de fertilisants, qu'il s'agisse d'un fertilisant granulaire à base d'urée ou d'ammoniac anhydre. »

L'oxyde nitreux (N_2O) est un sous-produit de la transformation de l'ammoniac en nitrates dans le sol, suivi par la perte d'oxyde nitreux dans l'atmosphère sous forme de gaz. L'oxyde nitreux est un gaz à effet de serre 300 fois plus puissant que le dioxyde de carbone et il entraîne des répercussions sur l'environnement et le climat.

« Les chercheurs du domaine des fertilisants reconnaissent que l'industrie agricole est un joueur dominant pour ce qui est de la réduction des gaz à effet de serre. Ainsi, utilisation de la Gérance des nutriments 4B semble une bonne solution pour faire évoluer les pratiques afin de régler les problèmes environnementaux. »

Par leurs travaux, M. Tenuta et son équipe espèrent recueillir de l'information sur la meilleure façon de maintenir l'azote dans les plantes, là où il est le plus utile, tout en réduisant la quantité rejetée dans l'atmosphère. Leurs résultats contribueront à dégager des pratiques de gestion exemplaires en matière d'application des fertilisants appropriés, au bon moment pour accroître la production agricole et réduire les répercussions sur l'environnement.

M. Tenuta étudie également des engrais à efficacité améliorée qui régulent l'absorption de l'azote par les plantes et la façon dont ces fertilisants modernes peuvent réduire les émissions d'oxyde nitreux.

« Certaines techniques d'optimisation de l'efficacité des fertilisants ont été mises au point au Canada. Je crois qu'il s'agira de la voie que nous emprunterons dans l'avenir. Il s'agit d'une conjoncture formidable pour la recherche et le développement de nouveaux produits. L'industrie ne peut que prendre de l'expansion et le Canada est à l'avant-garde de cette innovation. »

Le Canada est à l'avant-garde des efforts visant à promouvoir et à encourager l'utilisation de la Gérance des nutriments 4B, et M. Tenuta ne tarit pas d'éloges à l'égard des travaux accomplis par Fertilisants Canada. « Ils ont très bien réussi à faire des 4B une approche et un concept que les agriculteurs peuvent facilement adopter. Le Canada a réussi à rendre cette idée accessible aux agriculteurs. Il s'agit d'une approche novatrice. Les approches que nous utilisons depuis longtemps en recherche sont maintenant à la portée de tous les agriculteurs et leur offrent une gamme élargie d'options pour gérer leurs réalités agricoles. »

La Gérance des nutriments 4B offre aux agriculteurs canadiens l'information dont ils ont besoin pour accroître leur capacité de concurrence, augmenter leur productivité et leur capacité d'adaptation aux besoins du marché tout en gérant l'intensification durable de l'agriculture. Il en résultera des données scientifiques qui démontrent, par la recherche en agronomie, les avantages rattachés à la Gérance des nutriments 4B pour améliorer les décisions des agriculteurs sur les questions d'ordre économique tout en protégeant l'environnement et l'assiette alimentaire mondiale

Miles Dyck, Ph. D.

Gestion coordonnée de l'azote et du soufre dans des sols déficients en soufre et fertilisation à l'azote dans des systèmes irrigués pour réduire les pertes d'azote dans les prairies de l'Ouest en Alberta

L'agriculture canadienne a un passé riche et a toujours été l'un des moteurs de l'économie du pays.

Les agriculteurs vivent de la terre, et bien que les pratiques de gestion aient changé au fil des ans, ils adoptent volontiers un mode d'exploitation environnementalement durable et économiquement rentable.

L'agriculture durable est l'avenir.

M. Miles Dyck, Ph. D., professeur agrégé à l'Université de l'Alberta, étudie les répercussions de la gestion agricole à long terme des sols sur la croissance des récoltes et les émissions de gaz à effet de serre. Ses travaux de recherche reposent sur les concepts décrits dans le programme Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®).

Le programme Gérance des nutriments 4B vise à accroître la production et la rentabilité pour les agriculteurs tout en améliorant la protection de l'environnement et la durabilité. Ce cadre comprend quatre éléments : **bonne source** – Il s'agit de la bonne source d'engrais présents – ou facilement convertis – dans les composés qui conviennent le mieux aux cultures ciblées; **bonne dose** – C'est-à-dire le bon dosage d'engrais pour fournir les nutriments appropriés; **bon moment** – Les nutriments doivent être fournis au bon moment, quand la demande est forte; **bon endroit** – Indique qu'il faut appliquer et maintenir les engrais au bon endroit pour qu'ils soient aussi efficaces que possible.

Les recherches de M. Miles Dyck et d'autres éminents chercheurs en agriculture du Canada sont menées dans le cadre du Réseau national de recherche 4B de Fertilisants Canada. Elles couvrent de nombreux domaines liés à l'environnement, y compris la réduction des gaz à effet de serre, les pertes de phosphore dans les eaux de surface et la pénétration de nitrates dans les eaux souterraines. Les données scientifiques recueillies permettront de démontrer davantage les avantages du programme Gérance des nutriments 4B pour une meilleure économie agricole, pour l'alimentation mondiale et pour la protection de l'environnement.

L'Université de l'Alberta possède un site de recherche à long terme près de Breton, en Alberta, établi en 1930. C'est là que M. Miles Dyck étudie des années de pratiques de gestion des terres. « Nous avons recueilli des données fiables sur la gestion des sites depuis 1930. Nous avons mesuré divers niveaux de sols et de matières organiques, et divers niveaux de productivité en ce qui concerne le rendement et la croissance des récoltes. Cela nous permet, en un lieu, de voir comment des pratiques de gestion différentes ou variables ont influé sur le rendement des cultures d'année en année, et de mesurer les émissions d'oxyde nitreux des sols. »

Ce type de données à long terme est important pour comprendre comment l'azote demeure dans le sol pendant de longues périodes, et voir comment il interagit avec une application d'engrais annuelle.

« Nos recherches – et de nombreuses autres menées au Canada et ailleurs dans le monde – montrent que l'oxyde nitreux est produit non seulement par les engrais, mais aussi par les processus de gestion du cycle de l'azote naturel. Nous contrôlons ce cycle en partie avec le programme Gérance des nutriments 4B. »



Quand un engrais à l'azote est appliqué au sol, il peut prendre différentes formes, dont certaines sont assimilables par les plantes. Le sol contient également de l'azote résiduel des cultures précédentes, ce qui lui fournit un apport d'azote organique avant même que des engrais y soient ajoutés. Il faut également tenir compte de cet apport en azote dans la gestion à long terme des terres.

« Ces réserves d'azote interagissent avec le milieu, et durant la saison des cultures, à mesure que le sol se réchauffe, les micro-organismes utilisent cet azote et le convertissent en azote organique assimilable par les plantes. »

« Durant ce processus, l'oxyde nitreux est produit et libéré dans l'atmosphère. Nous voulons voir comment la gestion des nutriments influe sur le processus naturel, la production naturelle d'oxyde nitreux. Nous voulons aussi savoir quelles pratiques de gestion produisent les récoltes les plus utilisables. »

Les deux projets de M. Myles Dyck avec Fertilisants Canada lui permettent d'explorer diverses parties du spectre en matière de gestion des terres. Il peut étudier les effets de diverses cultures, de la rotation des cultures, des applications d'engrais et de ces variables sur la croissance des plantes, leur utilisation de l'azote, la production d'oxyde nitreux dans le sol et la libération d'oxyde nitreux dans l'atmosphère. Son équipe étudie également les nouvelles technologies et les nouveaux produits d'engrais. Les engrais à efficacité accrue agissent de façon différente des engrais traditionnels. Ils tendent à réduire la perte de nutriments dans l'environnement tout en augmentant la quantité disponible pour les cultures.

« Le Canada a certainement une longue tradition de ce type de recherche et nous avons un secteur des engrais bien établi. L'Ouest canadien est à l'avant-garde dans l'adoption de nouvelles technologies et on y travaille constamment à des méthodes plus efficaces. »

L'information recueillie par M. Myles Dyck servira à concevoir de meilleures pratiques de gestion dans le cadre du programme Gérance des nutriments 4B. En appliquant des pratiques de gestion adaptées dans le cadre du programme Gérance des nutriments 4B, les agriculteurs peuvent optimiser l'efficacité de leurs engrais et réduire les émissions de gaz à effet de serre.

M. Myles Dyck pense que ses travaux de recherche dans le cadre du programme Gérance des nutriments 4B aideront à créer de meilleures pratiques de gestion pour les producteurs canadiens en leur permettant de choisir les bons nutriments et de réduire les pertes pour obtenir de meilleurs résultats.

« Le cadre du programme Gérance des nutriments 4B est un guide. Tous les agriculteurs peuvent mettre en pratique ce modèle de gérance, mais chacun a ses propres pratiques de gestion. L'approche est suffisamment souple pour que les agriculteurs puissent l'adapter selon leurs besoins. L'idée est de faire en sorte que ce guide aide les producteurs à prendre des décisions de gestion qui augmenteront leur productivité et réduiront les pertes d'engrais dans l'environnement. »

M. Miles Dyck, Ph. D.
Université de l'Alberta

Jeff Schoenau, Ph. D.

Utilisation des engrais au phosphore pour limiter les pertes de phosphore résultant de la fonte des neiges dans les prairies canadiennes

Selon les estimations, d'ici 2050, la production alimentaire mondiale devra augmenter de 70 pour cent pour pouvoir nourrir la population.

Les terres servant à l'agriculture et à la production alimentaire mondiale se raréfient. Les engrais, essentiels au rendement élevé des cultures agricoles, aideront à maintenir la production ainsi que la capacité des terres à l'échelle mondiale à fournir suffisamment de nourriture pour la population croissante.

Bien au fait de ces besoins, la communauté mondiale des engrais est consciente que davantage doit être fait pour assurer non seulement le développement durable, mais également les bonnes pratiques environnementales. À cette fin, le programme Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®) offre une ligne directrice pour la production alimentaire efficace et durable.

Le programme Gérance des nutriments 4B procure un cadre qui permet d'accroître les productions et d'augmenter la rentabilité de celles-ci tout en améliorant la protection de l'environnement et la durabilité. Pour atteindre ces objectifs, le programme 4B recommande d'utiliser la **bonne source** d'engrais, qu'ils soient intégrés aux nutriments ou convertis en nutriments, en fonction de la culture cible. Il prévoit l'utilisation de la **bonne dose** d'engrais afin de répondre aux besoins en nutriments des plantes. L'épandage de l'engrais doit se faire au **bon moment** afin que les nutriments soient disponibles lorsque les plantes en ont vraiment besoin et au **bon endroit**, là où les plantes peuvent l'assimiler le plus efficacement.

Fertilisants Canada insiste sur l'importance de gérer et d'équilibrer l'apport de nutriments pour prévenir à la fois une surabondance ou une déficience de fertilisants, les principaux éléments du programme Gérance des nutriments 4B. Menées en collaboration avec les principaux chercheurs agricoles au Canada, les recherches de Fertilisants Canada visent à déterminer de quelle façon s'appliquent les principes du programme Gérance des nutriments 4B au Canada.

Ces recherches portent sur de nombreux domaines liés à l'environnement, y compris la réduction des gaz à effet de serre et de gaz d'ammoniac, la déperdition de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines. Les activités, y compris les essais sur le terrain, ont été sélectionnées dans le but d'éliminer les obstacles à l'adoption du programme comme l'absence de pratiques de gestion bénéfiques (PGB), l'évaluation de multiples voies d'écoulement de nutriments, tels que l'azote et le phosphore, l'évaluation des PGB en fonction des divers types de sols, des diverses conditions météorologiques et des divers systèmes culturaux au Canada, et d'outils de prise de décision pour l'adaptation des PGB aux conditions et aux besoins locaux.

M. Jeff Schoenau, Ph. D., est professeur en fertilité des sols et agronome professionnel à l'Université de la Saskatchewan. Étant donné qu'il a grandi au sein de l'exploitation agricole familiale en Saskatchewan et qu'il continue de se consacrer à l'agriculture, il possède une expérience concrète de l'application du programme Gérance des nutriments 4B à ses cultures.

Actuellement, M. Schoenau collabore avec Fertilisants Canada à la recherche sur les stratégies d'épandage d'engrais, sur les différentes formes et quantités d'engrais qui sont laissées dans le sol à la fin de la saison de croissance, ainsi que sur l'influence qu'exercent



les stratégies sur les déplacements possibles d'engrais dans les champs sous l'action du ruissellement lié à la fonte des neiges.

Ses recherches visent à déterminer comment l'épandage efficace d'engrais peut réduire la pollution et les émissions de gaz à effet de serre.

« Nous voulons que le phosphore aille dans les cultures plutôt que de rester à la surface du sol où il peut être déplacé sous l'action des eaux de ruissellement qui peuvent à leur tour pénétrer dans les plans d'eau comme les lacs et les cours d'eau. »

L'engrais est essentiel à la production de cultures agricoles durable, et le Canada figure parmi les producteurs agricoles les plus efficaces au monde. Au cours des vingt dernières années, l'industrie a réussi à réduire de manière importante les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre tout en augmentant la production totale des cultures agricoles.

M. Schoenau explique comment cela est possible. « Tout type de stratégie de gestion des engrais qui augmente la récupération nutritive dans les cultures et les récoltes aura tendance à réduire les pertes de ce nutriment dans l'environnement. Dans le cas du phosphore, et cela s'applique tant aux engrais commerciaux qu'au fumier, la préoccupation est que lorsque les méthodes d'épandage appropriées ne sont pas utilisées, des quantités excessives de phosphore peuvent pénétrer dans l'eau, stimuler la prolifération d'algues et provoquer la détérioration de la qualité de l'eau. »

Les recherches de M. Schoenau ont contribué à déterminer la meilleure façon d'épandre l'engrais au phosphore afin d'en maximiser l'efficacité et d'en minimiser les répercussions sur l'environnement.

Avec l'aide de ses étudiants, M. Schoenau a déterminé qu'en appliquant l'engrais au phosphore dans le sol avec les graines, en bandes ou selon la méthode volée-incorporation, la récupération du phosphore par la culture était meilleure et offrait un meilleur rendement par rapport à l'épandage simple à la volée.

Étant donné que l'épandage simple à la volée fait en sorte que les concentrations de phosphore soient plus élevées à la surface du sol ou près de cette dernière, les pertes de phosphore sous l'action du ruissellement lors de la fonte de neige simulée étaient plus élevées que si le phosphore avait été appliqué en bandes, en profondeur, alors que la perte de phosphore sous l'action du ruissellement était semblable à celle d'un champ de contrôle non fertilisé.

« Cela renforce l'idée que le meilleur rendement du phosphore est obtenu lorsqu'il est placé en bandes ou qu'il est incorporé dans le sol, ce qui atténue du même coup le risque que le phosphore quitte le système sous l'action du ruissellement lors de la fonte des neiges. »

Les travaux de M. Schoenau démontrent les avantages liés au programme Gérance des nutriments 4B pour l'industrie agricole en Saskatchewan, au Canada, et à l'échelle mondiale : « Ce que les travaux de recherche démontrent clairement est que, en ce qui concerne le programme Gérance des nutriments 4B, l'épandage au bon endroit augmente la récupération par les cultures, le rendement des récoltes, la réaction économique tout en minimisant le risque que le phosphate quitte le système sous l'action du ruissellement. »

« D'abord, à titre de professeur œuvrant dans le domaine de la gestion de la fertilité des sols, les principes du programme Gérance des nutriments 4B font partie intégrante de la production agricole durable. Ensuite, à titre de président de la chaire de recherche stratégique sur la gestion de l'approvisionnement du sol en éléments nutritifs du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, il est important d'examiner des approches permettant l'amélioration de la récupération par les cultures des nutriments provenant de l'engrais et de minimiser leur pénétration dans l'environnement. »

M. Jeff Schoenau, Ph. D.

Université de la Saskatchewan

Ivan O'Halloran, Ph. D.

Synergistes : Gestion du moment de l'utilisation des engrais au phosphore pour réduire les pertes de phosphore en écoulement dans le bassin du lac Érié

Les agriculteurs de l'Ontario sont les plus grands producteurs de céréales mélangées et de soja au pays.

Étant donné que la province compte certaines des terres agricoles les plus viables et productives du Canada, la qualité de son eau est une question de première importance. En Ontario, le succès de l'industrie agricole dépend de l'atteinte d'un juste équilibre entre les pratiques d'épandage d'engrais et la gestion durable des enjeux environnementaux dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

M. Ivan O'Halloran, Ph. D., de l'Université de Guelph, étudie la gestion de la fertilité des sols et la gérance des terres, y compris les approches visant à améliorer les pratiques de gestion afin d'augmenter l'efficacité de l'épandage de fumier et d'engrais tout en atténuant les risques posés aux ressources en eau.

Le projet auquel M. O'Halloran collabore actuellement avec Fertilisants Canada porte sur l'incidence de l'endroit et du moment de l'épandage d'engrais et le ruissellement potentiel de phosphore de les terres agricoles.

« Dans l'ensemble, notre projet consiste à comparer les pertes en fonction de divers scénarios pour différentes sources de nutriments provenant d'engrais commerciaux et de fumier. »

De nombreux nutriments utiles, dont l'azote et le phosphore, sont des engrais efficaces. En revanche, ces nutriments peuvent également devenir une source de pollution et contaminer l'eau ou contribuer à l'émission de gaz à effet de serre.

Fertilisants Canada insiste sur l'importance de gérer et d'équilibrer l'apport de nutriments pour prévenir à la fois une surabondance ou une déficience de fertilisants, les principaux éléments du programme Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®).

Le programme Gérance des nutriments 4B procure un cadre qui permet d'accroître les productions et d'augmenter la rentabilité de celles-ci tout en améliorant la protection de l'environnement et la durabilité. Pour atteindre ces objectifs, le programme 4B recommande d'utiliser la **bonne source** d'engrais, qu'ils soient intégrés aux nutriments ou convertis en nutriments, en fonction de la culture cible. Il prévoit l'utilisation de la **bonne dose** d'engrais afin de répondre aux besoins en nutriments des plantes. L'épandage de l'engrais doit se faire au **bon moment** afin que les nutriments soient disponibles lorsque les plantes en ont vraiment besoin et au **bon endroit**, là où les plantes peuvent l'assimiler le plus efficacement.

En collaboration avec les principaux chercheurs agricoles au Canada, Fertilisants Canada soutient la recherche visant à déterminer la meilleure façon de mettre en œuvre le programme Gérance des nutriments 4B au Canada.

La recherche porte sur de nombreux domaines liés à l'environnement, y compris la réduction des gaz à effet de serre et de gaz d'ammoniac, la déperdition de phosphore dans les eaux de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines. Les activités, y compris les essais sur le terrain, ont été sélectionnées dans le but d'éliminer les obstacles à l'adoption du programme comme l'absence de pratiques de gestion bénéfiques (PGB), l'évaluation de



« Dans l'ensemble, notre projet consiste à comparer les pertes en fonction de divers scénarios pour différentes sources de nutriments provenant d'engrais commerciaux et de fumier. »

M. Ivan O'Halloran, Ph. D.
Université de Guelph

multiples voies d'écoulement de nutriments, tels que l'azote et le phosphore, l'évaluation des PGB en fonction des divers types de sols, des diverses conditions météorologiques et des divers systèmes culturaux au Canada, et d'outils de prise de décision pour l'adaptation des PGB aux conditions et aux besoins locaux.

Le programme Gérance des nutriments 4B repose sur des principes scientifiques fondamentaux en matière de sciences du sol et des végétaux. Étant donné que le programme repose sur des principes, il fonctionne pour tout système de culture et pour toutes les sources de nutriments, y compris l'engrais. Bien entendu, les pratiques varient en fonction de la ou des sources de nutriments utilisées à la ferme. Les agriculteurs qui utilisent des systèmes mixtes d'engrais et de fumier constateront selon toute vraisemblance que l'adoption du programme Gérance des nutriments 4B permet une utilisation plus efficace du fumier.

Les recherches menées par M. O'Halloran sur l'utilisation du programme Gérance des nutriments 4B afin de mieux comprendre le mécanisme de pertes de phosphore sous l'action du ruissellement en fonction des différentes sources et méthodes d'épandage devraient donner lieu au développement de meilleurs outils d'aide à la décision.

« Nous tentons évidemment de maintenir le phosphore dans le sol, où il est le plus utile aux plantes. Les recherches démontrent que la meilleure façon d'utiliser le phosphore est de l'appliquer en bandes. Cette méthode semble également résoudre le problème du ruissellement, puisque l'engrais n'est pas à la surface, mais plutôt dans le sol, près de la racine de la plante et loin de l'eau de ruissellement à la surface du sol. »

Toutefois, selon M. O'Halloran, la question ne s'arrête pas là.

« Selon la quantité de phosphore présente dans le sol et le système de travail du sol de culture utilisé, il peut s'avérer impossible d'appliquer de manière efficace tout l'engrais nécessaire en bandes dans le sol. Par conséquent, dans certains cas, l'épandage en surface est la seule solution possible. Selon certains, plus la matière demeure longtemps dans le champ avant le premier événement de ruissellement, moins la perte de matière sera importante. Toutefois, cela dépendra selon toute vraisemblance des conditions environnementales, en particulier les précipitations et la température, enregistrées à la suite de l'application de la matière. Plus le nombre d'événements de précipitation qui favorisent la décomposition de l'engrais et sa pénétration dans le sol est élevé, moins les pertes seront importantes sous l'action du premier événement de ruissellement.

Les PGB visant à optimiser l'endroit et le moment de l'épandage d'engrais sont importantes puisqu'elles font en sorte que les nutriments sont absorbés par les plantes de manière efficace. L'absorption efficace par les plantes réduit les taux d'utilisation et de ruissellement d'engrais, et protège l'environnement.

« Il faut tenir compte du moment du premier événement de ruissellement et du temps que la matière est demeurée dans le champ et dans quelles conditions avant le premier événement de ruissellement. »

La pluie provoque le ruissellement de phosphore. Le phosphore est évacué du champ soit par l'érosion ou le ruissellement, ou à travers le sol et les installations de drainage qui éliminent l'excès d'eau du sol. Le ruissellement peut avoir des conséquences préjudiciables sur la qualité de l'eau, donnant lieu à la prolifération des algues par l'intermédiaire de l'eutrophisation.

« Le ruissellement de phosphore présente un défi. Il peut y avoir des pertes de phosphore sans qu'elles aient des conséquences agronomiques, mais elles peuvent avoir des répercussions sur l'environnement. Un agriculteur doit perdre environ entre 60 et 70 kilos de phosphore par hectare pour voir un effet agronomique qu'un demi-kilo aurait sur l'environnement. »

L'importance de garder propre le réseau hydrologique du Canada est évidente, surtout étant donné que le ruissellement de phosphore cause la prolifération d'algues nuisibles comme dans le lac Érié, ce qui fait que des solutions comme le programme Gérance des nutriments 4B deviennent des outils de protection de l'environnement.

« Nous savons qu'il existe de meilleures pratiques. Nous savons qu'il existe des façons plus efficaces d'utiliser les nutriments. Nous devons trouver d'autres méthodes pour gérer les pertes. L'environnement ne peut plus composer avec des événements comme ceux survenus dans le lac Érié et qui ont donné lieu à ce genre de recherche. »

M. O'Halloran aide à démontrer les avantages du programme Gérance des nutriments 4B. Cette recherche mène à des avancées dans la détermination de la meilleure méthode d'épandage d'engrais tout en minimisant les incidences environnementales en Ontario et partout au Canada.

« Le programme Gérance des nutriments 4B vise à comprendre les différences qui existent entre les divers types de sols ou de sites. Selon moi, l'approche peut s'appliquer à d'autres régions canadiennes; il suffirait de l'adapter afin de comprendre ces autres climats. »

« L'objectif du programme Gérance des nutriments 4B est d'assurer la meilleure gestion possible de vos systèmes; pas sur le plan de la moyenne provinciale, régionale ou nationale, mais sur le plan très précis de la gestion de votre ferme. Je plaiderai toujours en faveur de la gestion propre à un site donné qui procure des PGB propres à la ferme ou au champ. Quelles sont les meilleures approches pour vous, quels sont vos risques et de quelle manière pouvez-vous les atténuer? »

Nicolas Tremblay, Ph. D.

Mise au point de mécanismes de soutien à la prise de décision pour l'optimisation 4B du dosage et du moment de l'utilisation des engrais à l'azote selon l'usage intégré du sol, des conditions climatiques et des données du marché

Le Canada est un pays vaste où le climat et les paysages sont diversifiés d'un océan à l'autre.

Pour un pays qui dépend de l'industrie de l'agriculture et de l'agroalimentaire, ces écarts, jumelés aux conditions météorologiques, font en sorte qu'il peut être difficile de cultiver des plantes de manière efficace.

M. Nicolas Tremblay, Ph. D., chercheur à Agriculture et Agroalimentaire Canada, étudie ces incertitudes en profondeur dans le cadre d'un projet avec le réseau de la recherche 4B de Fertilisants Canada afin de créer de meilleures pratiques de gestion en matière d'application de fertilisants azotés.

« L'incertitude réside dans le fait qu'il est difficile de déterminer le taux d'azote approprié, le moment où il convient d'appliquer l'azote aux cultures et le système de gestion le plus rentable pour le faire », explique-t-il.

L'azote est un nutriment essentiel à la croissance des plantes; même s'il se trouve naturellement, son utilisation comme fertilisant favorise la croissance des plantes de manière efficace et efficiente.

Les plantes exigent un apport équilibré en azote, en phosphore, en potassium et en soufre, et elles puisent ces nutriments dans le sol pendant la saison de croissance. Ces nutriments doivent être remplacés par des fertilisants afin d'assurer une culture productive.

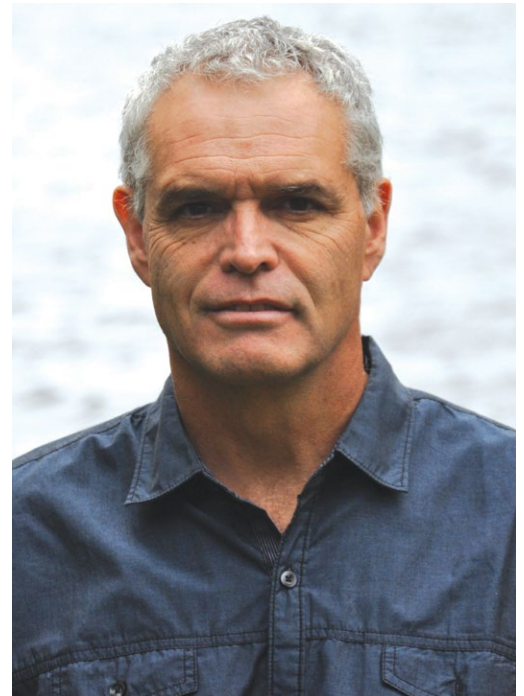
Si l'azote n'est pas appliqué au bon moment, au bon taux, cela peut affecter la qualité de la culture, du sol et de l'eau de surface à l'échelle locale. L'équilibre consiste à appliquer les fertilisants de façon contrôlée en tenant compte des besoins de la culture et de la protection de l'environnement.

Fertilisants Canada insiste sur le besoin de gérer et d'équilibrer l'apport en nutriments pour prévenir une déficience ou une abondance d'engrais, les principes à la base la Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit ®).

La Gérance des nutriments 4B vise à accroître la production et la rentabilité des agriculteurs tout en favorisant la protection de l'environnement et en rehaussant la durabilité à la ferme. Pour atteindre ces objectifs, la Gérance des nutriments 4B incorpore : la **bonne source** de fertilisants dans les composés que la culture cible utilise le mieux, ou les engrais qui peuvent être facilement transformés en ces composés. La **bonne dose** afin de répondre aux besoins en nutriments des plantes. Appliquez l'engrais au **bon moment** afin que les nutriments soient disponibles lorsque les plantes en ont vraiment besoin. Appliquez ou maintenez l'engrais au **bon endroit** là où les plantes peuvent l'assimiler le plus efficacement.

En collaborant avec les intervenants de l'industrie, des agronomes et des agriculteurs, Fertilisants Canada effectue de la recherche afin de déterminer de quelle manière la Gérance des nutriments 4B peut être optimisée au Canada.

La recherche porte sur de nombreux thèmes environnementaux, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de gaz ammoniac, les pertes de phosphore dans les eaux



« L'agriculture de précision peut générer de nombreux avantages, dont la plupart sont encore théoriques parce que nous avons besoin d'effectuer de la recherche, d'étudier les relations entre les pluies et les besoins en azote, l'interaction avec le sol, les différentes cultures, les différentes périodes, les applications, et l'utilisation des technologies à notre disposition. »

M. Nicolas Tremblay, Ph. D.
AAC, Québec

de surface et le lessivage des nitrates dans les eaux souterraines. Les activités, notamment des essais pratiques, et le ruissellement potentiel de phosphore de cultures de grande production de l'ensemble du Canada et ont été choisies pour combler certaines lacunes telles que les pratiques de gestion bénéfiques (PGB), l'évaluation des multiples voies d'écoulement de pertes de nutriments tels que l'azote et le phosphore, l'évaluation des PGB en fonction des divers types de sols, les conditions météorologiques, les systèmes de culture au Canada et les outils d'aide à la prise de décision afin d'adapter les PGB aux conditions et aux besoins locaux.

La recherche de M. Tremblay est axée sur la Gérance des nutriments 4B et les PGB qui peuvent être utilisées lorsque les conditions météorologiques sont imprévisibles.

« Cette incertitude incite les agriculteurs, qui se soucient d'assurer leur production, à appliquant plus d'engrais azoté que ce que requiert normalement la culture. Cet excès d'engrais azoté entraîne des conséquences parce que tout excédent compromet la rentabilité et parce tout composé inutilisé (azote) sera perdu, ce qui signifie qu'il se perdra dans l'environnement, soit dans l'eau (pollution de l'eau), soit dans l'air (sous forme de gaz à effet de serre). »

En fait, lorsque les producteurs agricoles réussissent à trouver la bonne quantité du bon fertilisant et l'appliquent au bon moment au bon endroit, ils réduisent au minimum les pertes de nutriments et augmentent les profits.

Au Canada, l'élément essentiel à une meilleure gestion de l'azote dépend de la gestion appropriée des incertitudes.

Comme l'explique M. Tremblay, l'une des principales sources d'incertitude avec laquelle doivent composer de nombreux agriculteurs canadiens est le climat, en particulier les pluies saisonnières. Les pluies sont difficiles à prédire, et cette incapacité de prédire les précipitations influe sur les décisions que doit prendre un agriculteur pour obtenir une bonne production.

« Les agriculteurs savent d'instinct que les pluies sont importantes. Ils connaissent aussi d'instinct le type de sol sur lequel ils travaillent et que son interaction avec les précipitations est un paramètre important. N'empêche, à travers l'histoire, aucune corrélation entre ces facteurs n'a pu être dégagée à des fins pratiques dans un contexte décisionnel. »

Si l'azote est appliqué sur des sols sableux et que les précipitations sont abondantes, l'azote se perdra rapidement. La production ne sera pas optimale, l'azote sera perdu dans l'environnement et l'agriculteur risque d'essuyer des pertes économiques.

« La Gérance des nutriments 4B est un excellent concept, car elle axe les leviers de gestion sur la source, la dose, le moment et l'endroit. Cela ne signifie pas pour autant que sont d'importance égale. Il s'agit de leviers de gestion et selon le problème avec lequel l'agriculteur doit composer, il se peut qu'il doive examiner une technique d'application ou un taux d'application différent. »

Il utilise la sécheresse de 2012 aux États Unis comme exemple pour illustrer en quoi la Gérance des nutriments 4B est utile pour les producteurs agricoles canadiens : « La saison était sèche et un fertilisant azoté a été appliqué aux cultures en prévision de la saison; cependant, le fertilisant a été complètement perdu. Le maïs n'avait pas besoin d'azote, il avait besoin d'eau. »

Lorsque M. Tremblay parle de la relation entre les conditions météorologiques et la gestion des fertilisants azotés, il louange également les bienfaits de l'agriculture de précision qui peut aider les agriculteurs à adopter à un niveau plus avancé la Gérance des nutriments 4B dans leurs champs.

« L'agriculture de précision concerne les nouvelles technologies, la géomatique, la télédétection, l'intelligence artificielle, les produits fondés sur le Web et les données volumineuses. Si nous, les Canadiens, avec Fertilisants Canada, réussissons à répondre à ce besoin de personnaliser les recommandations en misant sur l'utilisation des données, de manière à les adapter à toute réalité agricole, nous rendrons non seulement un formidable service au Canada, mais aussi au reste de l'Amérique du Nord et au monde entier. »

« L'agriculture de précision peut générer de nombreux avantages, dont la plupart sont encore théoriques parce que nous avons besoin d'effectuer de la recherche, sur les relations entre les pluies et les besoins en azote, l'interaction avec le sol, les différentes cultures, les différentes périodes, les applications, et l'utilisation des technologies à notre disposition. »

Bien entendu, les prévisions météorologiques ne sont jamais certaines à cent pour cent, mais avec le type d'information recueillie par M. Tremblay, les agriculteurs disposeront des meilleures ressources qui soient pour prendre les meilleures décisions relatives aux meilleures pratiques de gestion.

Alison Eagle, Ph. D.

Intégration des résultats du Réseau national de recherche 4B pour améliorer la santé et la rentabilité de l'environnement

Le Canada est l'un des plus grands producteurs agricoles au monde. Le secteur de l'agriculture et de l'agroalimentaire apporte plus de 100 milliards de dollars par année au produit intérieur brut (PIB).

Avec une telle production, les agriculteurs et les producteurs doivent maintenir des productions efficaces et économiques. Afin d'y arriver, les agriculteurs doivent utiliser des engrais. Sans ces engrais, il ne serait pas possible de gérer convenablement la santé de leurs cultures ou de faire face aux changements météorologiques saisonniers.

À juste titre, les Canadiens veulent des solutions environnementalement durables en matière d'agriculture.

Fertilisants Canada, en collaboration avec des chercheurs canadiens en agriculture, réalise des projets de recherche qui couvrent de nombreux domaines liés à l'environnement comprenant la réduction des gaz à effet de serre et les émissions d'ammoniaque, les pertes de phosphore dans les eaux de surface et la pénétration de nitrate dans les eaux souterraines.

Ces études appuient l'adoption du programme Gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit®). Elles portent sur les pratiques de gestion bénéfiques (PGB), l'évaluation des multiples voies d'écoulement de nutriments d'azote et de phosphore, l'évaluation des PGB en fonction des divers types de sols, des diverses conditions météorologiques et des divers systèmes de culture au Canada, et d'outils de prise de décision pour l'adaptation des PGB aux conditions et aux besoins locaux.

L'une des chercheurs du Réseau national de recherche 4B, Mme. Alison Eagle, Ph. D., du Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions de l'Université Duke, estime que le programme Gérance des nutriments 4B permet d'informer les Canadiens sur la provenance de leurs aliments, sur leur mode de production et sur les bonnes pratiques de gérance.

« Bien des gens ne comprennent pas d'où viennent leurs aliments », commente Allison Eagle. « Les communications sont extrêmement importantes pour faire comprendre aux gens ce que les agriculteurs peuvent et ne peuvent pas faire.

Les travaux de recherche d'Allison Eagle visent à évaluer les résultats de la mise en œuvre du programme Gérance des nutriments 4B. « Fertilisants Canada veut traiter de certaines questions relatives à la durabilité, car il y a inévitablement certaines pertes (d'engrais) qui se produisent. Nous évaluons les choses de divers points de vue pour voir non seulement les effets sur l'environnement des 4B, mais aussi les répercussions sociales et économiques. »

Le programme Gérance des nutriments 4B vise à accroître la production et la rentabilité pour les agriculteurs tout en améliorant la protection de l'environnement et la durabilité des exploitations agricoles. Pour atteindre ces objectifs, on recommande d'appliquer les quatre éléments suivants : **bonne source** – Il s'agit de la bonne source d'engrais présents – ou facilement convertis – dans les composés qui conviennent le mieux aux cultures ciblées; **bonne dose** – C'est-à-dire le bon dosage d'engrais pour fournir les nutriments appropriés; **bon moment** – Les nutriments doivent être fournis au bon moment, quand la demande est forte; **bon endroit** – Indique qu'il faut appliquer et maintenir les engrais au bon endroit pour qu'ils soient aussi efficaces que possible.



« Bien des gens ne comprennent pas d'où viennent leurs aliments. Les communications sont extrêmement importantes pour faire comprendre aux gens ce que les agriculteurs peuvent et ne peuvent pas faire. »

Mme. Alison Eagle, Ph. D.
Université Duke

Le secteur des engrais du Canada est l'un des plus efficaces au monde. Au cours des vingt dernières années, ce secteur a réussi à réduire de manière importante les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre tout en augmentant la production agricole. Les producteurs d'engrais aident également les agriculteurs à réduire leurs émissions de GES en obtenant un rendement optimal de leurs récoltes.

Les engrais à l'azote, utilisés couramment au Canada, prennent plusieurs formes dans le système agricole. Abondant dans l'atmosphère, l'azote gazeux peut se fixer pour produire des engrais commerciaux. Quand on les ajoute à un sol, les engrais apportent de l'azote aux plantes pour qu'elles le convertissent en protéine et en d'autres composés. Quand les plantes se décomposent, l'azote reprend sa forme minérale ou demeure dans le sol sous forme organique. Durant ce processus, une certaine quantité d'azote est perdue sous forme gazeuse et produit des GES.

« Quand l'azote se diffuse dans l'air sous la forme d'oxyde gazeux, il a un effet négatif. C'est un puissant GES, explique Allison Eagle. « L'utilisation correcte des engrais à base d'azote réduit les émissions d'oxyde gazeux dans l'atmosphère. »

« À cause de ces pertes inévitables, les systèmes peuvent être gérés pour essayer de les réduire. Ainsi, nous examinons des systèmes agricoles types et nous cherchons à trouver les meilleures façons de changer les pratiques pour que les pertes soient moindres. »

Allison Eagle et son équipe évaluent les répercussions environnementales, sociales et économiques des pratiques de gestion bénéfiques dans l'application des engrais. « Nous avons différents niveaux d'implication environnementale, économique et sociale. Comment quantifier ces niveaux pour les intégrer à un cadre de prise de décision? Nous devons faire des études au niveau des exploitations agricoles, des bassins hydrologiques et même des répercussions nationales et mondiales. »

En utilisant des données de scientifiques d'autres domaines du Réseau national de recherche 4B, l'équipe pourra formuler des recommandations sur les avantages et les coûts à différents niveaux du secteur agricole et agroalimentaire.

Afin de prendre des décisions reposant sur des faits pour mettre en œuvre de nouvelles pratiques comme la gestion améliorée des engrais pour connaître les coûts monétaires connexes, les répercussions des changements ou nouvelles mesures, leur valeur du point de vue de l'environnement et les conséquences non seulement pour les agriculteurs, mais aussi sur l'ensemble de la société.

Les Canadiens de diverses régions agricoles et dans divers types de cultures doivent tenir compte de diverses préoccupations environnementales.

« Les résultats sont différents selon qu'on se trouve en région humide, comme en Ontario, ou en région sèche comme dans les Prairies. Cependant, il existe des principes de base. De nombreuses pratiques de gestion sont facilement transposables dans divers contextes, mais nous avons des problématiques environnementales différentes. »

Allison Eagle explique certains des défis auxquels doivent faire face les producteurs. « Voyez la situation au lac Érié, où le phosphore et l'azote entraînent certains problèmes de qualité de l'eau. L'idée est d'amener des changements rapides. En certains endroits des Prairies, le lessivage est peu important et la qualité de l'eau n'est pas un problème aussi important. »

Le secteur agricole réagit aux préoccupations environnementales par le programme Gérance des nutriments 4B.

« C'est la structure d'évaluation que nous mettons sur pied. Nous serons alors capables d'utiliser les données des scientifiques qui étudient sur le terrain pour documenter les avantages environnementaux (de la gestion des engrais) ainsi que les coûts économiques de ces choses au niveau des entreprises agricoles », explique Allison Eagle.

Afin de mettre en œuvre les pratiques du programme Gérance des nutriments 4B, les preneurs de décision des exploitations agricoles doivent connaître les avantages financiers et environnementaux et tenir compte des répercussions pour les collectivités, les agriculteurs et l'ensemble de la société canadienne.

Les travaux de recherche d'Allison Eagle portent également sur les répercussions sociales du programme Gérance des nutriments 4B au Canada. « Quelle est son influence sur la santé des personnes dans ces régions? Les nouvelles pratiques ont-elles des répercussions sur l'emploi? Dans les exploitations agricoles, quelle est la formation exigée par les nouveaux équipements? »

Les travaux de recherche menés par Fertilisants Canada, les chercheurs, les agronomes et autres intéressés dans le cadre du programme Gérance des nutriments 4B permettront de faire savoir aux Canadiens comment leurs aliments sont produits et comment on veille à préserver la durabilité environnementale pour les générations futures.

1

Retombées du financement de la recherche 4B en chiffres



\$3,3m

\$1,1m (subvention fédérale – AAC)

\$2,2m (d'autres sources de financement)



\$2,1m

(d'autres sources de financement)

Total pour l'Amérique du Nord

\$5,0m

en dollars canadiens

2 Perfectionnement professionnel en gérance des nutriments 4B



124

assistants en recherche qui travaillent pour des directeurs de recherche

83 41

43 étudiants de premier cycle (23 Cdn, 20 ÉU)
47 étudiants de cycles supérieurs (33 Cdn, 14 ÉU)
14 boursiers postdoctoraux (9 Cdn, 5 ÉU)
2 chercheurs invités (ÉU)
12 techniciens (Cdn)
6 associés de recherche (Cdn)



91

de ces assistants de recherche travaillent directement à des projets de recherche 4B

51 40

42 étudiants de premier cycle – baccalauréat (21 Cdn, 21 ÉU)
21 étudiants de cycles supérieurs – maîtrise et doctorat (12 Cdn, 9 ÉU)
13 boursiers postdoctoraux (6 Cdn, 7 ÉU)
1 chercheur invité (ÉU)
11 techniciens (9 Cdn, 2 ÉU)
3 associés de recherche (Cdn)

3

Communications sur la recherche sur la gérance des nutriments 4B



11

manuscrits dans des publications universitaires

9 2



5

dissertations/thèses

3 2



1

mention

1



108

présentations orales

41 67



8

articles

5 3



19

présentations d'affiches

14 4



25

visites sur les lieux

11 14



24

ateliers/rencontres

18 6



20

autres sous la rubrique « autres méthodes » (p. ex. vidéos, ressources Web, mentions dans les médias sociaux)



7 740

Au moins personnes touchées par la recherche sur la gérance des nutriments 4B
6 895 845

4

Autres exemples de réussite commentés par les chercheurs et résultant de leurs travaux de recherche sur la gérance des nutriments 4B

Plus de **2 000 000** d'acres en cultures sont exploitées selon les principes de la gérance des nutriments 4B dans l'ouest du bassin du lac Érié.

De nombreux agriculteurs de l'Indiana sont en train d'adopter le concept de fractionnement tardif de l'azote pour les **30 à 50** dernières livres appliquées après le stade V-10. Les agriculteurs sont enthousiastes, malgré le prix peu élevé de leur production.

La sensibilisation à la gérance des nutriments 4B du point de vue agronomique et des GES s'est améliorée partout au Canada. Les gouvernements provinciaux se penchent de plus près sur la façon dont la gérance des nutriments 4B peut inciter les agriculteurs à réduire leurs émissions de GES.