



Fertilisation d'azote en bandes latérales pour le maïs dans le Canada atlantique

Rédigé par Keith Reid

INTRODUCTION

L'azote (N) est souvent l'élément nutritif limitant dans de nombreux systèmes de production végétale au Canada atlantique. Les engrais azotés représentent une dépense importante pour la production de maïs grain ou de maïs d'ensilage, mais l'efficacité de l'utilisation de l'azote est faible. L'augmentation de l'efficacité de l'utilisation des nutriments (meilleure efficacité d'utilisation de l'azote) des engrais azotés améliorerait la rentabilité de la production végétale et réduirait l'impact sur l'environnement de la perte d'azote. L'application fractionnée de l'azote, qui consiste à appliquer une petite quantité des besoins totaux au moment de la plantation et le reste en épandage latéral, est un outil qui pourrait être utilisé pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs. Cette fiche d'information présente les avantages et les défis potentiels de l'application fractionnée de l'azote, ainsi que les étapes d'une mise en œuvre réussie.

AVANTAGES POTENTIELS DE L'ÉPANDAGE LATÉRAL D'AZOTE

Répartir la charge de travail

Il y a toujours trop de choses à faire au moment de la plantation, aussi le fait de retarder l'essentiel de l'application de l'azote jusqu'à l'épandage en bandes latérales peut contribuer à accélérer la plantation en éliminant un passage dans le champ avant la plantation. L'impact sera moindre si un épandage à la volée est nécessaire pour d'autres éléments nutritifs (Exemple la potasse).

Réduction du risque de perte d'azote

L'azote disponible pour les plantes sous forme de nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$) est très mobile et sujet à des pertes. En raison du climat frais et humide des provinces de l'Atlantique, les pertes d'azote sont très préoccupantes, car le ruissellement, le lessivage et la dénitrification augmentent dans des conditions humides.

Ruissellement - Les fortes pluies qui suivent la plantation peuvent accroître le risque de perte d'azote dans les eaux de ruissellement ou par érosion. Les sols sont souvent nus après la plantation, ce qui augmente le risque de ruissellement et d'érosion.

Lessivage - Les fortes pluies qui suivent la plantation sur les sols à texture grossière peuvent entraîner de l'azote appliqué au printemps en dessous de la zone d'enracinement, de sorte qu'il n'est pas disponible pour la culture. Nous ne pouvons pas prédire avec certitude si ces fortes pluies se produiront.

Dénitrification - Dans des conditions de saturation, l'azote nitrique présent dans le sol peut être converti en oxyde nitreux ou en azote gazeux et se perdre dans l'atmosphère. L'oxyde nitreux est un puissant gaz à effet de serre. Retarder l'application d'azote a deux effets sur la production d'oxyde nitreux : réduire le temps pendant lequel l'azote du sol peut être exposé à des conditions saturées avant l'absorption par la culture et appliquer l'azote lorsque le sol est normalement plus chaud et plus sec, de sorte que le risque de dénitrification est réduit.

Réduction des doses d'engrais azotés

Avec l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote, il peut être possible d'utiliser moins d'engrais azotés, mais cela dépendra du site. Dans certains cas, il sera justifié d'ajuster les doses d'engrais à la hausse pour nourrir une culture à fort potentiel de rendement. La quantité totale d'azote appliquée sera donc plus importante, mais la quantité d'azote par unité de rendement sera moindre.

Plus de certitude sur les doses d'azote

Le fait de retarder l'application de la majeure partie d'azote total pour la culture permet d'être plus sûr que la culture peut utiliser l'engrais. Au niveau le plus simple, si des parties d'un champ ont été détruites par le gel ou les inondations, il n'est pas nécessaire d'épandre de l'engrais. L'ensemble de l'efficacité d'utilisation de l'azote s'est amélioré grâce à ce simple geste, en évitant d'épandre inutilement de l'engrais.



dans des zones sans cultures. Avec une évaluation plus détaillée, les besoins des cultures en azote supplémentaire deviennent plus clairs au fur et à mesure que l'impact des conditions météorologiques du printemps est connu plutôt que prévu.

- Meilleure utilisation de l'azote résiduel des légumineuses ou du fumier. L'azote organique des cultures de légumineuses précédentes ou des applications de fumier est une source potentiellement riche en azote pour les cultures, mais la minéralisation de cet azote varie en fonction de la température et de l'humidité du sol. Le fait de retarder les applications d'azote jusqu'à plus tard dans la saison permet de mieux évaluer la libération de cet azote organique.

DÉFIS LIÉS À L'ÉPANDAGE LATÉRAL D'AZOTE

Équipement spécialisé

L'équipement d'épandage d'azote en bandes latérales doit pouvoir traverser la culture émergée sans piétinement excessif et placer l'engrais à un endroit où il sera disponible pour la culture et protégé contre les pertes. L'équipement utilisé pour les applications en pré semis peut ne pas être en mesure de répondre à ces exigences.

Il peut être nécessaire d'ajuster l'espacement des roues en fonction de l'espacement des rangs de la culture, d'équiper l'équipement de pneus plus étroits et d'augmenter la garde au sol de l'équipement afin d'éviter de briser la culture. Les épandeurs à la volée peuvent fonctionner pour les applications d'épandage, mais la garde au sol signifie que les applications doivent être effectuées avant que la culture ne devienne trop haute. L'épandage latéral sur du maïs plus haut nécessitera soit une barre d'outils pour l'injection, soit des rampes d'épandage (Y-drop®) par exemple) qui placent l'engrais sous le couvert de la culture.

Coût de la source d'azote

L'engrais azoté le plus couramment utilisé dans le Canada atlantique est l'urée, mais elle n'est pas aussi efficace pour les applications en bandes latérales en raison du risque de perte d'ammoniac dans l'air, en particulier dans les conditions chaudes qui prévalent au moment de l'épandage en bandes latérales. Il existe un certain nombre d'options pour réduire le risque de volatilisation de l'ammoniac :

- Utiliser la culture entre les rangs pour incorporer l'urée à la volée.

- Utiliser une urée enrobée de polymère (par exemple ESN™) ou une urée traitée avec un inhibiteur d'uréase (par exemple Agrotain™, SuperU™).

- Passer à des alternatives d'engrais granulaires présentant moins de risques de volatilisation (sulfate d'ammonium, nitrate d'ammonium), mais ils sont nettement plus chers par unité d'azote que l'urée. Un mélange d'urée et de sulfate d'ammonium peut être une option plus rentable.

- Utilisez une solution de nitrate d'urée et d'ammonium (UAN, 28-0-0). La plupart des équipements d'épandage latéral sont conçus pour traiter les liquides, mais ils sont plus chers que l'urée (ils se situent généralement entre l'urée et le nitrate d'ammonium). En fonction des installations de votre distributeur d'engrais local, vous devrez peut-être prévoir des réservoirs de stockage à la ferme afin de ne pas dépendre de la livraison au printemps.

Danger lié aux conditions météorologiques

Un temps humide au moment de l'épandage peut rendre les champs impraticables, ce qui oblige le matériel d'épandage à rester stationné dans la cour. La culture peut alors manquer d'azote au moment où la demande est la plus forte et la culture risque de devenir trop grande pour que le matériel puisse circuler sans que les tiges ne se cassent. L'autre extrême, moins courant, est celui où les sols secs laissent l'engrais d'épandage latéral « bloqué » près de la surface, là où l'humidité est insuffisante pour permettre aux racines d'être actives.

Volume de travail au moment de l'épandage latéral

La réduction de la charge de travail au moment de la plantation n'élimine pas le temps nécessaire à l'application d'azote ; elle le retarde, et il peut être plus long de couvrir chaque champ avec l'équipement d'épandage en bandes latérales. Selon le type d'exploitation, il peut y avoir des conflits avec la pulvérisation d'herbicides ou de fongicides de post-levée, la récolte de fourrage ou la plantation de cultures tardives.



SYSTÈMES OFFRANT LES MEILLEURES POSSIBILITÉS D'ÉPANDAGE D'AZOTE

Les avantages du fractionnement des applications d'azote seront les plus importants pour les cultures dont les besoins en azote sont les plus élevés et dont la période de végétation est la plus longue. Les cultures dont les besoins en azote sont relativement modestes disposent d'une enveloppe beaucoup plus réduite pour modifier les doses d'azote et ont une masse d'azote beaucoup plus faible qui risque d'être perdue dans l'environnement. Les cultures dont la période de végétation est courte ont également une fenêtre plus courte pendant laquelle des pertes d'azote peuvent se produire, et donc moins de possibilités de bénéficier d'applications fractionnées.

Pour le Canada atlantique, les cultures les plus susceptibles de bénéficier de l'épandage latéral d'une partie des besoins en azote sont le maïs et les pommes de terre de culture principale. Ces deux cultures ont des besoins élevés en azote et il s'écoule plusieurs semaines entre le moment de la plantation et celui de l'absorption rapide de l'azote. L'azote appliquée au moment de la plantation est donc vulnérable aux pertes par lixiviation ou dénitrification chaque fois qu'il y a un excès de pluie après la plantation.

Les avantages potentiels dépendent également du type de sol du champ. Les sols à texture grossière présentent le plus grand risque de perte d'azote par lixiviation, tandis que les sols à texture fine peuvent perdre de l'azote par dénitrification pendant les périodes humides. Les sols à texture moyenne (loams et loams limoneux) présentent un risque plus faible de pertes d'azote par l'une ou l'autre voie et peuvent présenter un intérêt limité pour les applications d'azote fractionné.

Un dernier élément à prendre en compte est l'intégration de l'épandage en bandes latérales dans l'exploitation agricole. Une exploitation laitière, par exemple, peut avoir la meilleure opportunité de tirer parti de l'azote résiduel provenant de cultures précédentes de légumineuses ou d'applications de fumier, mais le moment de l'épandage en bandes latérales sur le maïs peut chevaucher la récolte des fourrages. À moins de disposer d'un équipement et d'une main-d'œuvre supplémentaires pour effectuer les deux tâches, la pénalité économique liée à la réduction de la qualité de l'alimentation de la récolte de foin est beaucoup plus élevée que les économies potentielles d'engrais azote.

LIGNES DIRECTRICES POUR L'AJUSTEMENT DES TAUX D'AZOTE EN ÉPANDAGE LATÉRAL

Bien qu'il soit communément admis que le fractionnement des applications d'azote se traduira par des doses d'engrais azoté plus faibles, ce n'est pas toujours le cas. Plusieurs outils sont disponibles pour ajuster les doses d'azote, ce qui permettra d'obtenir plus de tonnes de rendement par kilogramme d'azote appliqué s'ils sont utilisés judicieusement.

Recommandations générales concernant l'azote

Il n'y a pas de recommandations générales pour la réduction des taux d'azote avec des applications latérales dans le Canada atlantique. Il ne semble pas y avoir eu de comparaisons directes entre l'application en pré semis et l'application fractionnée d'azote sur le maïs dans le Canada atlantique, mais les essais qui ont été faits sur les pommes de terre n'ont pas montré de différence dans les taux optimaux d'azote entre les applications fractionnées et les applications simples (Zebarth et al., 2004). En Ontario, une évaluation de plusieurs années d'essais d'engrais azoté n'a montré aucune différence dans les taux optimaux entre les applications de pré plantation et d'épandage latéral sur les sols sablonneux, mais une réduction d'azote d'épandage latéral d'environ 20 % sur les sols à texture fine (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2017). Étant donné que la plupart des sols agricoles du Canada atlantique se situent à l'extrémité de l'échelle des sols à texture grossière, il se peut qu'il n'y ait pas une grande différence dans les taux optimaux. Si un agriculteur a ajouté des applications « d'assurance » d'azote au-delà des taux recommandés pour l'engrais de pré semis, il serait sage d'éliminer ces applications pour l'épandage en bandes latérales.

Analyses d'azote dans le sol

L'azote minéral du sol ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) varie au cours de la saison de croissance, car l'azote organique se minéralise et l'azote est perdu par le lessivage ou la dénitrification au moment de la plantation. Malheureusement, cette variabilité signifie que l'azote dans le sol peut changer en quelques jours, et il est donc difficile d'interpréter ce que les valeurs signifient. Il est donc difficile d'interpréter la signification des valeurs. Le Nouveau-Brunswick a publié des interprétations préliminaires des tests d'azote avant épandage (PSNT) présentés dans le tableau 1, mais la Nouvelle-Écosse n'a actuellement aucune recommandation de PSNT pour le maïs.



L'activité biologique d'azote est un test qui peut être effectué au laboratoire d'analyse des sols de l'Î.-P.-E. Cette méthode mesure le modèle de minéralisation de l'azote dans votre sol. Ces chiffres peuvent être utilisés pour aider à réduire les taux d'application d'azote; cependant, il s'agit d'une technologie plus récente et les recommandations sont encore en cours d'examen.

Tableau 1. Recommandations pour l'engrais d'azote en épandage latéral basées sur le PSNT.

Valeur du test PSNT (ppm)	Taux de N en épandage latéral (kg N/ha)
25 ou plus	0
20 - 24	30
15 - 19	60
10 - 14	90
Moins de 10s	120

(Zebarth et al., 2006)

Analyse des tissus végétaux

La collecte d'échantillons pendant la saison de croissance et la mesure de la concentration d'azote peuvent fournir une image détaillée de l'état d'azote de la culture, mais ne sont pas particulièrement utiles pour déterminer les doses d'azote d'épandage latéral.

L'échantillonnage recommandé est la feuille de l'épi au moment de la floraison, lorsque la culture est trop grande pour être traversée par le matériel d'épandage, il s'agit donc d'un « bilan » de la gestion de l'année en cours plutôt que d'un guide pour déterminer la quantité à appliquer.

Détection des cultures

La verdure d'une culture peut être liée à l'état d'azote, puisque l'azote est un composant clé de la chlorophylle, qui donne aux plantes leur couleur verte. De nombreuses expériences ont utilisé cette relation pour prédire les besoins en azote de la culture, avec un succès mitigé en ce qui concerne l'application pratique. L'un des avantages de la détection des cultures est qu'elle permet de varier le taux d'épandage d'azote dans le champ afin d'« équilibrer » la nutrition des cultures.

Le plus gros problème pour la mise en œuvre est que

les différences de verdure deviennent plus apparentes lorsque la culture a un couvert végétal complet, ce qui est plus tard que la plupart des applications d'engrais en bandes latérales (Ziadi et al., 2012). Il existe également des situations où les différences de couleur sont dues à des facteurs environnementaux. Il existe également des situations où les différences de couleur sont dues à des facteurs environnementaux plutôt qu'à une déficience en azote (Cambouris et al., 2014). La précision est améliorée s'il existe des bandes de référence dans le champ qui ont été entièrement fertilisées, mais cela pose des problèmes logistiques. La détection des cultures est prometteuse pour une future mise en œuvre, car des travaux sont en cours pour identifier de meilleurs indicateurs de l'état d'azote dans la culture.

MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME D'APPLICATION D'AZOTE EN BANDES LATÉRALES

Le passage d'un épandage de tout d'azote en pré-semis à un épandage d'azote en bandes latérales peut signifier un changement fondamental de votre système de gestion des engrais.

La planification de l'application d'azote en bandes latérales sur le maïs doit commencer en hiver ou même à l'automne, avant le semis, car il faut parfois un certain temps pour disposer du matériel et de l'équipement appropriés. Le matériel d'application des différentes matières fertilisantes va de pair, de sorte que la planification doit tenir compte de ces deux éléments en même temps. Le processus de réflexion décrit ici devrait vous guider dans le processus de planification :

Avec quoi épandez-vous ?

- Épandage à la volée ou en bandes

- L'engrais granulaire peut être épandu en surface sur une culture de maïs en croissance jusqu'à ce que le maïs atteigne environ 25 cm de hauteur, à condition que l'espacement des roues de l'équipement corresponde aux rangs de maïs, mais le risque de perte d'ammoniac de l'urée conventionnelle est élevé. Le nitrate d'ammonium ou le sulfate d'ammonium présentent un risque de volatilisation plus faible, ou optez pour une source d'urée protégée avec un revêtement polymère ou un double inhibiteur (par exemple, Super-U® ou Agrotain Plus®). Appliquer lorsque le feuillage

est sec. Les granulés d'engrais qui atterrissent dans le verticille du plant de maïs peuvent provoquer quelques brûlures en forme de trous d'épingle, mais il s'agit d'un phénomène cosmétique.

- Certains agriculteurs ont essayé d'utiliser des buses à jet plat sur leurs pulvérisateurs pour appliquer de l'engrais liquide (UAN, 28-0-0) sur le maïs, avec un succès irrégulier. Ces buses ne sont pas conçues pour placer le liquide sous le couvert végétal, et le feuillage en contact avec le jet sera sévèrement brûlé. En règle générale, la culture se développe en dehors de ces dommages, mais elle est reculée. Cette méthode est applicable aux cultures céréalières mais pas au maïs.

- Injection ou bande de surface

- L'injection d'une solution d'urée et de nitrate d'ammonium sous la surface du sol est la solution idéale pour protéger l'azote des pertes d'ammoniac dans l'atmosphère et le placer à un endroit où il est accessible aux racines des plantes. Il faut une barre d'outils avec des couteaux injecteurs, des réservoirs pour transporter l'engrais (remorqués ou montés sur un tracteur), ainsi que des pompes et des tuyaux pour doser le liquide entre les réservoirs et les couteaux.
- des réservoirs aux couteaux. L'injection d'azote est plus lente que n'importe quel système d'épandage à la volée et ne convient pas aux terrains vallonnés ou caillouteux. La hauteur de la barre d'outils détermine la taille du maïs.
- pour le d'épandage (généralement moins de 60 cm ou 2 pieds).
- L'épandage en bandes sous le couvert végétal est une option à condition qu'il y ait suffisamment d'humidité pour transporter l'azote dans le sol, là où les racines des plantes peuvent l'atteindre. Cela permet d'utiliser un pulvérisateur existant en ajoutant des buses allongées qui placent un flux de solution azotée à la base de chaque rangée de maïs (Y-drop® ou Ezee-drop®). Le temps nécessaire pour l'application d'azote est intermédiaire entre l'injection et la pulvérisation à la volée, et le couvert végétal atténue le risque de perte d'ammoniac. Ce système peut être utilisé sur des maïs plus grands que la barre d'outils

d'injection, à condition qu'il y ait suffisamment d'espace sous le pulvérisateur. N'UTILISEZ PAS de buses de pulvérisation ordinaires pour les applications d'épandage, car les brûlures foliaires seront extrêmes.

Quand épandre ?

Dans les exploitations de maïs, l'épandage d'azote de mi-saison doit se faire au stade V4-V6 du maïs (figures 1 et 2). C'est à ce moment que les plants de maïs entament une période de croissance rapide et d'absorption d'azote. Par conséquent, les pertes de azotes sont réduites parce que la plante utilise les nitrates disponibles dans le sol. En Nouvelle-Écosse, ce moment peut varier en fonction du climat de votre région (par exemple, les agriculteurs de la vallée de l'Annapolis atteindront probablement le stade approprié pour le maïs avant les agriculteurs du Cap-Breton) et des conditions météorologiques saisonnières (par exemple, les fortes pluies ou la sécheresse peuvent influencer sur le calendrier d'application). En Nouvelle-Écosse, cette période s'étend généralement de la fin juin au début juillet.

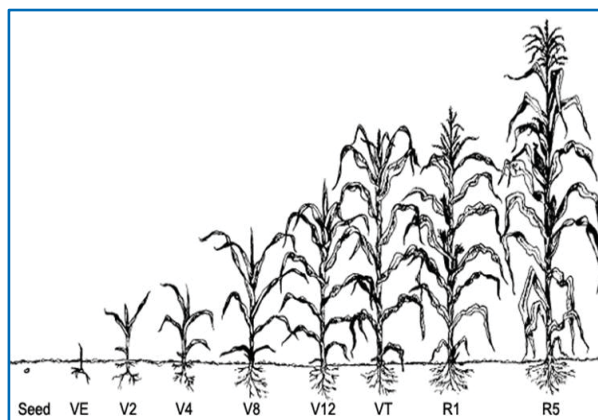


Figure 1. Stades de croissance du maïs (Ohio State University Extension).



Figure 2 : Image d'un champ de maïs à un stade approximatif pour les applications de bandes latérales et de bandes de surface

RÉSUMÉ

L'épandage latéral d'azote est une option qui permet d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs pour de nombreux producteurs de maïs du Canada atlantique, mais il ne convient pas à toutes les exploitations. Il ne semble pas toujours y avoir une augmentation importante du rendement de l'épandage en bandes latérales dans le climat des Maritimes, mais cela peut certainement réduire le risque de dénitrification ou de lessivage d'azote et éliminer les applications « d'assurance » de l'azote que certains agriculteurs ajoutent en prévision des pertes entre la plantation et l'absorption par les cultures, rendant ainsi l'application en bandes latérales plus économique et écologique. La clé de la réussite des programmes d'épandage en bandes latérales est de planifier à l'avance.

RÉFÉRENCES

Cambouris A.N., Zebarth B.J., Ziadi N., Perron I. (2014) Précision Agriculture dans la production des pommes de terre Potato Research 57:249-262. DOI: 10.1007/s11540-014-9266-0.

Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario. (2017) Guide agronomique pour les grandes cultures Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, Canada.

Zebarth B.J., Brown W., Karemangingo C. (2006) Nitrogen Management for Corn

Le test de nitrates dans le sol avant traitement (PSNT), fiche d'information de l'équipe de prise en charge des GES, ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick:

Zebarth B.J., Leclerc Y., Moreau G. (2004) Rate and timing of nitrogen fertilization of Russet Burbank potato: Efficacy utilisation de azote. Canadian Journal of Plant Science 84:845-854.

Zebarth B.J., Leclerc Y., Moreau G., Sanderson J.B., Arsenault W.J., Botha E.J., Wang-Pruski G. (2005) Estimation de l'approvisionnement en azote du sol dans les champs de pommes de terre à l'aide d'un essai biologique sur les plantes. Canadian Journal of Soil Science 85:377-386. DOI : 10.4141/s04-054.

Ziadi N., Zebarth B.J., Bélanger G., Cambouris A.N. (2012) Analyses de sol et de plantes pour optimiser la gestion d'azote des engrais des pommes de terre, in : Z. He, et al. (Eds.), Sustainable Potato Production : Global Case Studies, Springer Netherlands, Dordrecht. pp.187-207.