

LA GESTION DES NUTRIMENTS

Guide de poche 4B



gestion des
nutriments

LA GESTION DES NUTRIMENTS

Guide de poche 4B



Avant-propos

La gestion des nutriments 4B se veut une approche innovatrice de gestion exemplaire en matière d'application de fertilisants adoptée par l'industrie mondiale de l'engrais. Cette approche considère les dimensions économiques, sociales et environnementales de la gestion des nutriments et elle est essentielle à la durabilité des systèmes agricoles. Le concept est simple — appliquer la bonne source de nutriments à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit — mais la mise en œuvre est axée sur le savoir et elle est propre à chaque site.



PRODUIT



DOSE



MOMENT



ENDROIT

Bien que ce guide de poche soit une version condensée de *4B Nutrition des plantes : un manuel pour améliorer la gestion des éléments nutritifs* de la International Plant Nutrition Institute, il souligne les principes clés de la gestion des nutriments 4B.

Pour obtenir une copie du manuel complet de l'IPNI, consultez le <https://store.tfi.org/>.

Objectif de l'agriculture durable

Augmenter la production alimentaire d'une manière économiquement viable tout en conservant l'intégrité écologique des systèmes alimentaires.

L'approche 4B pour la gestion des éléments nutritifs est un outil essentiel dans le développement des systèmes agricoles durables. Son application peut avoir plusieurs impacts positifs sur des actifs ou du capital essentiels requis par l'agriculteur, la famille agricole et la communauté.

Appliquer la bonne source de nutriments à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit a des impacts bénéfiques sur les composantes du capital naturel. Ces bienfaits comprennent un meilleur rendement des récoltes, une santé du sol améliorée, une diminution de la pollution environnementale et la protection de la faune. De même, des effets positifs sont attendus sur le capital financier alors que les marges bénéficiaires des agriculteurs augmentent, entraînant ainsi une amélioration à leur qualité de vie et une plus grande activité économique dans leurs communautés. Ces facteurs peuvent, à leur tour, augmenter le capital social, humain et physique — comme un accès amélioré à de l'éducation ou à de l'équipement offert à l'agriculteur ainsi qu'à la communauté.

CONCEPT

Le concept 4B pour la gestion des éléments nutritifs

L'application de la bonne source d'éléments nutritifs à la bonne dose, au bon moment, et au bon endroit est le concept de base de la gestion des nutriments 4B.

Les 4Bs sont tous nécessaires pour une gestion durable de la nutrition des plantes. Pour être considérées comme étant « correctes », les pratiques de gestion des fertilisants doivent inclure les dimensions économique, sociale et environnementale de la durabilité, en plus de soutenir les objectifs de rendement des partenaires à l'extérieur de la ferme. Cependant, l'agriculteur est le décideur ultime dans le choix des pratiques qui sont adaptées aux sols, aux conditions climatiques, aux conditions de protection des cultures et à la réglementation locale trouvés à son exploitation et qui ont la plus haute probabilité à atteindre les objectifs ultimes.

Comme ces conditions locales peuvent influencer la décision quant aux pratiques sélectionnées, incluant la journée de mise en œuvre, la prise de décision locale avec de l'information de soutien adéquate a tendance à mieux réussir qu'une approche réglementaire centralisée.

CONCEPT

Le concept 4B pour la gestion des éléments nutritifs

Le développement des pratiques qui déterminent le choix de la bonne source, bonne dose bon moment et bon endroit sont guidés par des principes scientifiques spécifiques. Les principes sont les mêmes à l'échelle mondiale, mais la façon dont ils sont mis en pratique à l'échelle locale varie en fonction de caractéristiques relatives à l'environnement de culture, incluant :

- Climat
- Politiques
- Statut de la terre
- Technologies
- Financement
- Prix
- Logistiques
- Gestion
- Conditions météorologiques
- Sol
- Besoin des cultures
- Pertes potentielles
- Vulnérabilité des écosystèmes

Les agriculteurs et les conseillers s'assurent que les pratiques choisies et appliquées localement sont en accord avec les principes 4B. Les quatre « B » fournissent une liste simple de contrôle pour évaluer si une culture donnée a été fertilisée correctement. Pour aider les agriculteurs et les conseillers à identifier des possibilités pour améliorer la fertilisation de chaque culture et pour chaque type de sol, ils peuvent se poser la question suivante :

« Est-ce la culture a reçu la bonne source d'éléments nutritifs à une bonne dose, au bon moment et au bon endroit? »

Les sciences physique, chimique, et biologique développent les principes fondamentaux de la nutrition minérale des plantes en croissance. L'application de ces sciences à la gestion pratique de la nutrition des plantes a conduit à l'élaboration des disciplines scientifiques de la fertilité du sol et de la nutrition des plantes.

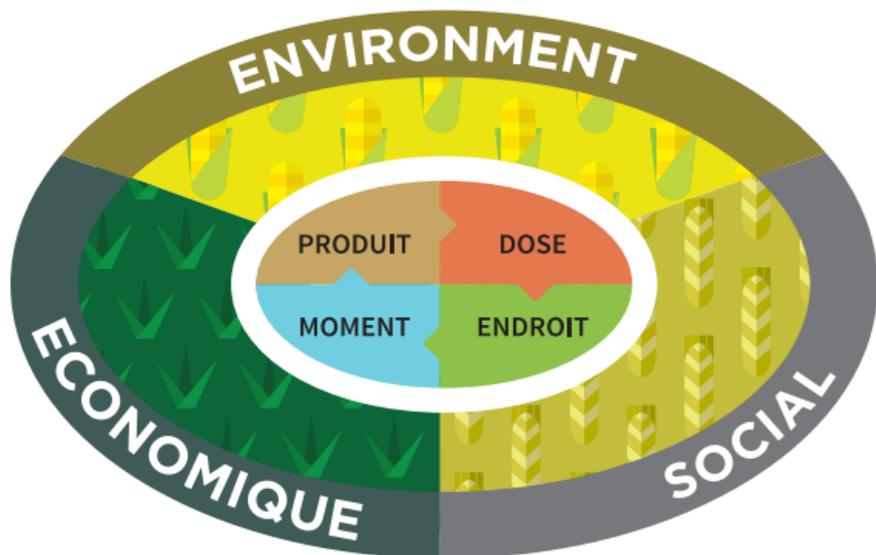


FIGURE 1 Le concept 4B de la gestion des éléments nutritifs définit la bonne source, la bonne dose, le bon endroit et le bon moment d'application des engrais pour un impact économique, social, et environnemental positif recherché par tous les partenaires pour l'écosystème.

Les quatre « B » sont interconnectés. Ils doivent travailler en synchronisation entre eux et avec la plante, le sol, le climat et la gestion. Un équilibre entre les quatre composantes du concept est approprié. Il permet d'éviter de mettre trop l'accent sur l'une au détriment des autres composantes. La dose peut parfois être surestimée en raison de sa simplicité et de sa relation directe avec le coût.

CONCEPT

Le concept 4B pour la gestion des éléments nutritifs

Cependant, la source, le moment d'application et l'endroit sont le plus souvent négligés et peuvent en fait jouer un rôle important dans l'amélioration du rendement des cultures.

La performance du système de culture est affectée non seulement par le concept 4B, mais aussi par la façon dont il réagit avec les autres pratiques de gestion telles que le travail du sol, le drainage, la variété sélectionnée, la lutte contre les adventices et les maladies, etc. Tous les facteurs présentés ci-dessous influenceront les décisions de gestion et devront être considérés lors de la sélection de pratiques conformes aux 4B.

Rendement potentiel génétique et rotation des cultures	Drainage
Adventices	Compaction
Insectes	Salinité
Maladies	Température
Biote du sol (mycorhize, rhizobium, etc.)	Précipitation
Texture et structure du sol	Radiation solaire

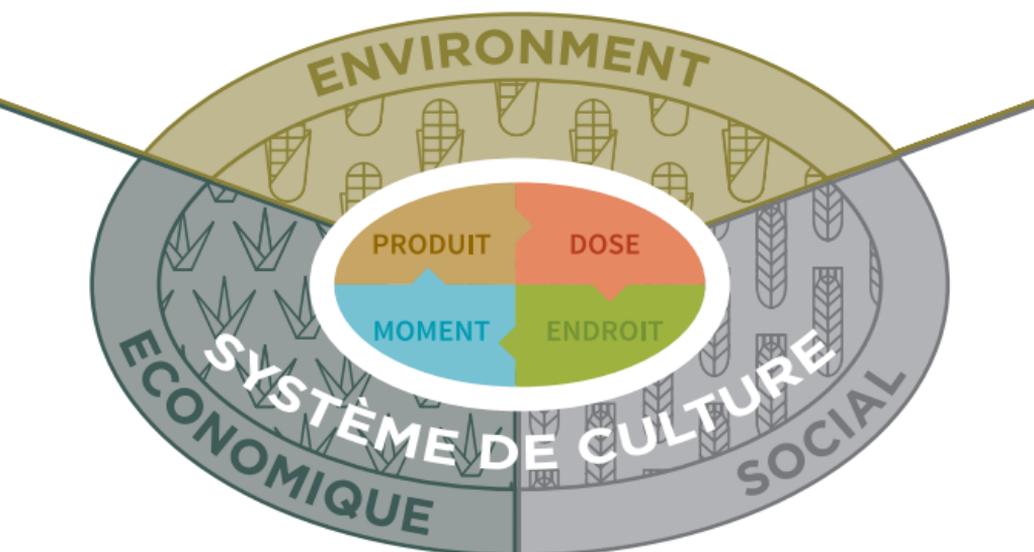
Pour que l'utilisation d'engrais soit durable, elle doit améliorer le rendement du système de culture (Figure 2). Afin de déterminer si les changements apportés entraînent de véritables améliorations, des indicateurs de performance doivent être développés et appliqués.

Environment

Qualité de l'air
Biodiversité Perte de
nutriments

Efficiency d'utilisation
des ressources : *Énergie,*
Travail, Nutriments et Eau

Érosion du sol
Qualité de l'eau



Économique

Bénéfice net
Équilibre des
nutriments
Retour sur
investissement

Qualité
Rendement
Stabilité de
rendement

Social

Aliments abordables et accessibles
Écosystème Services
Revenu de la ferme

FIGURE 2 Les indicateurs de performance reflètent les aspects sociaux, économiques, et environnementaux de la performance du système sol-plante-environnement. Leur sélection et leur priorité dépendent des valeurs des partenaires.

CONCEPT

Le concept 4B pour la gestion des éléments nutritifs

À l'exploitation ou au niveau du système de production locale, les agriculteurs et leurs conseillers prennent des décisions basées sur des facteurs locaux et les adoptent. Ils évaluent ensuite les résultats de leurs décisions pour déterminer la décision à prendre la prochaine fois. Idéalement, l'évaluation de la performance se ferait sur la base de tous les indicateurs considérés importants pour les partenaires.

Essentiellement, c'est la pratique de la gestion adaptative, un processus continu d'élaboration de meilleures pratiques pour une production efficace et une conservation des ressources par l'utilisation de l'apprentissage participatif dans le cadre une évaluation systématique et continue. Pour fournir des conseils judicieux dans ce processus, il est important que les conseillers agricoles possèdent un certain niveau de certification professionnelle et de formation ainsi qu'une expérience appropriée au niveau local.





Le bon produit

Les principes scientifiques de base qui définissent le bon produit pour un ensemble de conditions spécifiques sont les suivants :

Considérer la dose, le moment, et l'endroit d'application.

Apporter les éléments nutritifs sous forme disponible aux plantes.

Les éléments apportés sont disponibles aux plantes ou sont sous forme potentiellement disponibles à la nutrition des plantes.

Convenir aux propriétés physiques et chimiques du sol.

Des exemples comprennent : éviter l'application des nitrates dans des sols inondés et l'application de l'urée en surface sur des sols à pH élevé.

Reconnaître les synergies entre les éléments nutritifs et les sources.

Des exemples comprennent : l'interaction P-zinc, N améliore la disponibilité de P, engrais en complément du fumier.

Reconnaître la compatibilité du mélange.

Certaines combinaisons de sources attirent l'humidité une fois mélangées, limitant une application uniforme du produit. Les granules doivent avoir les mêmes dimensions pour éviter la ségrégation du produit.

Reconnaître les avantages et les sensibilités des éléments associés.

La plupart des nutriments ont un ion associé qui peut être bénéfique, neutre ou néfaste pour la culture. Par exemple, le chlore (Cl^-) qui se trouve avec le K dans le chlorure de potassium est bénéfique pour le maïs, mais peut être néfaste pour la qualité des pommes de terre et de certains fruits. Certains engrais phosphatés peuvent contenir du Ca et S et des petites quantités de Mg et d'oligoéléments, sous forme d'éléments disponibles aux plantes.

Contrôler les effets des éléments non nutritifs.

Par exemple, des dépôts naturels de certaines roches phosphatées contiennent des éléments trace non nutritifs. Le niveau de ces éléments doit être maintenu à des teneurs acceptables dans le sol.



La bonne dose

Les principes scientifiques fondamentaux qui définissent la bonne dose pour des conditions spécifiques sont les suivants :

Considérer la source, le moment et l'endroit d'application.

Évaluer les besoins de la plante.

Le rendement est directement lié à la quantité d'éléments nutritifs absorbée par les plantes jusqu'à la maturité. Le choix d'un objectif de rendement réalisable avec une gestion optimale des cultures et des nutriments et leurs variabilités spatiales et saisonnières fournit des orientations importantes pour l'estimation des besoins totaux de la plante.

Utiliser des méthodes adéquates pour évaluer l'approvisionnement en éléments nutritifs du sol.

Les pratiques utilisées peuvent inclure l'analyse des sols et des plantes, les expériences dose-réponse, les parcelles d'omission, les capteurs de cultures, etc.

Évaluer toutes les sources d'éléments nutritifs.

Dépendamment de l'exploitation, cette évaluation peut comprendre la quantité et la disponibilité des nutriments dans le fumier, les composts, les biosolides, les résidus des cultures, les dépôts atmosphériques, et l'eau d'irrigation, ainsi que les engrais commerciaux.

Prédire l'efficacité d'utilisation des engrais.

Certaines pertes sont cependant inévitables, et pour répondre aux besoins des plantes, ces pertes doivent être considérées.

Considérer l'impact des ressources du sol.

Si l'absorption des éléments nutritifs dans un système de culture dépasse les apports, la fertilité du sol diminue à long terme.

Considérer l'économie des doses spécifiques.

Pour les éléments nutritifs mobiles dans le sol, la dose la plus économique est celle dont la valeur de la dernière unité apportée est égale à l'augmentation du rendement qu'elle génère (de la loi des rendements décroissants). Pour les éléments non mobiles dans le sol, leur importance pour les cultures futures doit être considérée. Évaluer les probabilités de prédire des doses optimales et économiques et l'effet sur les rendements nets survenant de l'erreur dans la prévision.

La bonne dose

Absorption des nutriments dans les portions récoltées de cultures sélectionnées (lb nutriments/unité récoltée*).

Culture**	Unité	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Luzerne† (MS)	tonnes	51	12	49	5,4
Orge	boisseau	0,99	0,40	0,32	0,09
Haricot† (sec)	boisseau	3,0	0,79	0,92	0,52
Brome (MS)	tonnes	32	10	46	5,0
Canola	boisseau	1,6	0,80	0,40	0,25
Grain de maïs	boisseau	0,67	0,35	0,25	0,08
Féverole†	boisseau	3,4	1,22	1,04	0,14
Lin	boisseau	2,5	0,70	0,60	0,19
Lentille†	boisseau	2,0	0,62	1,08	0,15
Avoine	boisseau	0,77	0,28	0,19	0,07
Pois†	boisseau	2,3	0,69	0,71	0,13
Pomme de terre	tonnes	6,0	3,0	13	0,6
Trèfle rouge† (MS)	tonnes	45	12	42	3,0
Seigle	boisseau	1,4	0,46	0,31	0,10
Ensilage, maïs (MS)	tonnes	31	13	61	3
Ensilage, orge (MS)	boisseau	34	12	27	4
Soya†	boisseau	3,3	0,73	1,2	0,18
Betterave à sucre	tonnes	3,7	2,2	7,3	0,45
Blé, dur rouge	boisseau	1,42	0,55	0,45	0,10
Blé, dur	boisseau	1,42	0,55	0,45	0,10
Blé, tendre blanc	boisseau	1,25	0,50	0,30	0,15
Blé, hiver	boisseau	1,2	0,48	0,29	0,10
Blé, printemps CP	boisseau	1,25	0,50	0,30	0,15

*Les coefficients de l'absorption des nutriments peuvent varier d'une région à l'autre en fonction des conditions de la croissance et de la catégorie des cultures. Utilisez les données locales autant que possible. Les valeurs présentées sont pour l'absorption. Les valeurs d'absorption totales pour chaque unité de culture produite seront considérablement plus élevées, particulièrement pour K_2O .

**MS = base de la matière sèche; autrement, la teneur en humidité de la norme standard est la convention de commercialisation ou la teneur d'humidité mesurée.

† Les cultures de légumineuses peuvent répondre à la demande en N, en tout ou en partie, par la fixation symbiotique de N.

Exemple : À l'aide du tableau, une culture de 60 boisseaux/A absorbe 48 lb P_2O_5 du champ (60 boisseaux/A x 0,80 lb P_2O_5 /boisseau = 48 lb P_2O_5 /A). Donc l'application de maintenance de P_2O_5 serait de 48 lb P_2O_5 /A.

Le bon moment

Les principes scientifiques fondamentaux qui définissent le bon moment d'apport dans des conditions spécifiques sont les suivants :

Considérer la source, la dose et l'endroit d'application.

Évaluer les périodes d'absorption par les plantes.

Les nutriments doivent être apportés pour coïncider avec les périodes de demande des cultures, qui dépendent de la date de semis, des caractéristiques de croissance de la culture, de la sensibilité aux carences à un stade de croissance donné, etc.

Évaluer la dynamique de l'approvisionnement en nutriments du sol.

La minéralisation de la MO fournit de grandes quantités de certains éléments nutritifs, mais si les périodes d'absorption ne coïncident pas avec la libération des nutriments, des carences peuvent limiter la productivité.

Reconnaitre la dynamique des pertes d'éléments nutritifs du sol

Par exemple, dans les régions où le sol gèle, les pertes par drainage ou par lessivage ont tendance à être plus fréquentes au printemps et à l'automne.

Évaluer la logistique des activités de champ.

Par exemple, des applications multiples des nutriments ne peuvent pas être combinées avec celles des pesticides. L'apport des nutriments ne doit pas retarder les activités dépendant du temps, telles que la période du semis.



Le bon endroit



Le bon endroit signifie le positionnement stratégique des apports des éléments nutritifs pour être accessible par les racines des plantes. Un emplacement correct permet à la plante de se développer correctement et d'atteindre son rendement potentiel en fonction des conditions environnementales où elle pousse

En pratique, le bon endroit évolue sans cesse. Plusieurs facteurs peuvent avoir un impact sur l'emplacement des éléments nutritifs dans le sol, comprenant notamment les facteurs suivants :

La génétique	L'espace entre les plantes
Les technologies de placement	La rotation de cultures et les cultures intercalaires
Les travaux du sol	La variabilité des conditions climatiques

Par conséquent, il y a encore beaucoup à apprendre par rapport à ce qui constitue le « bon » dans le bon endroit et la façon dont il peut être prédit lors de la prise de décision concernant la gestion des nutriments.

Les principes scientifiques clés qui définissent le bon endroit pour l'application d'un élément nutritif spécifique sont les suivants:

Prendre en considération la source, la dose et le moment d'application.

Prendre en considération où les racines de la plante poussent.

Les éléments nutritifs doivent être placés où ils peuvent être absorbés par les racines en croissance en cas de besoin.

Prendre en considération les réactions chimiques du sol.

L'emplacement en bandes ou en plus petits volumes d'éléments nutritifs retenus par le sol tel que le P peut améliorer la disponibilité.

Faire convenir les objectifs au système de travaux du sol.

Les techniques d'emplacement sous la surface du sol, qui maintiennent une couverture par les résidus de cultures sur le sol peuvent aider à conserver les nutriments et l'eau.

Gérer la variabilité spatiale.

Évaluer les différences de sol au sein du même champ et parmi les champs, en fonction de la productivité des cultures, de la capacité d'approvisionner les nutriments dans le sol et de la vulnérabilité aux pertes de nutriments.



À toute la ferme

Comme il est illustré dans la Figure 3, les pratiques de gestion des éléments nutritifs font toujours partie du système de cultures.

D'autres facteurs de gestion, tels que le travail du sol, le drainage, le choix des variétés, etc. peuvent avoir un impact significatif sur l'efficacité d'une pratique spécifique. De nombreux facteurs peuvent interagir avec la nutrition des plantes et l'efficacité de la pratique de gestion des nutriments, par exemple :

Rendement potentiel génétique et rotation des cultures	pH
Adventices	Drainage
Insectes	Compaction
Maladies	Salinité
Biote du sol (mycorhize, rhizobium, etc.)	Température
Texture et structure du sol	Précipitation et radiation solaire

Les meilleures pratiques sont dynamiques et évoluent avec la science et la technologie, et l'expérience pratique enseigne l'observateur astucieux de ce qui peut ou ne peut pas fonctionner dans des conditions locales spécifiques. À la fin, il n'y a pas qu'une seule bonne réponse. Chaque plan 4B sera unique, basé sur les circonstances particulières de la ferme.



FIGURE 3 Le rôle de la gestion adaptative dans le raffinement des pratiques pour la Gestion des nutriments 4B.

Exemple 1

Les pratiques énumérées ici sont utilisées et évaluées par un cultivateur avec l'assistance d'un fournisseur de services agronomiques. La ferme est située dans les Prairies et fait une rotation parmi les céréales, les graines oléagineuses et les légumineuses. Approximativement un tiers de la superficie de production est irriguée et le restant est aride.

Ceci n'est pas un modèle de gestion des nutriments dans un système de cultures, mais plutôt un exemple d'une suite de pratiques qui soutiendraient une meilleure efficacité quant à l'utilisation de nutriments.

Objectifs du système de culture :

Faire usage de technologies et d'outils émergents pour mieux gérer les nutriments et s'assurer que le système de production des cultures est durable.

Stratégies et indicateurs de rendement :

- Faire usage d'une gestion de données axée sur la technologie pour comparer les rendements, les coûts et le retour sur investissement du programme d'engrais par champ et par culture.
- Surveiller l'efficacité de l'utilisation de l'eau et réduire les pertes en azote causées par le surarrosage.

Bon produit

Utiliser des inhibiteurs d'uréase avec des applications de terreautage d'engrais liquides UNA sur les céréales et les graines oléagineuses.

Inoculer les cultures de légumineuse en rotation.

Bon moment

Utiliser une application fractionnée d'azote; l'application d'urée au moment des semis, suivie d'une application d'engrais liquide UNA comme terreautage pour assurer que la bonne dose est disponible aux stades de croissance critiques et pour minimiser les pertes en N par la volatilisation et le lessivage.

Utiliser des outils saisonniers (données météorologiques et modèles de croissance) pour aider à déterminer le moment d'application et pour évaluer l'efficacité du programme d'engrais.

Pratiques additionnelles

Adopt digital data management and decision support tools to assess practices, enhance profitability and improve environmental stewardship.

Adopt irrigation scheduling technology to track crop water needs and avoid over or under watering.

Bonne dose

Effectuer des échantillons de sol par zones pour déterminer les doses d'application variables de nutriments.

Tenir compte des crédits de nutriments des cultures de légumineuses de l'année précédente.

Tester l'eau d'irrigation pour déterminer sa teneur en azote et en soufre.

Bon endroit

Adopter une technologie de dosage variable pour faire coïncider les taux d'azote aux variations du potentiel de rendement.

Appliquer le phosphate en bande à côté de la rangée, près des semis pour assurer un accès en début de saison.

Utiliser l'autoguidage ou le guidage GPS pour toutes les opérations dans les champs et les applications de pulvérisation pour réduire les omissions et les chevauchements.

Exemple 2

Les pratiques présentées dans cet exemple sont mises en œuvre par un cultivateur avec l'aide de son détaillant agricole. Le détaillant participe au programme de certification 4B. La ferme est située dans le bassin de drainage du lac Érié dans le sud de l'Ontario. Les cultures en rotation comprennent le soya, le maïs et le blé d'hiver. Les champs de soya ne sont pas fertilisés. Les taux de phosphore et de potassium dans le maïs et le blé sont ajustés en tenant compte de l'absorption par le soya. L'agriculteur utilise principalement des engrais liquides et du fumier de bovins liquide.

Objectifs du système de culture :

Prendre des décisions relatives aux cultures qui entraînent une meilleure efficacité quant à l'utilisation des nutriments et qui augmentent la rentabilité de la ferme.

Stratégies et indicateurs de rendement :

- Faire usage d'une gestion de données axée sur la technologie pour comparer les rendements, les coûts et le retour sur investissement du programme d'engrais par champ et par culture.
- Réaliser des recherches à la ferme pour comparer les pratiques de gestion des nutriments et estimer les différences quant à l'efficacité de l'utilisation des nutriments.

Bon produit

Utiliser un mélange liquide personnalisé d'azote ammoniacal, de phosphore et de potasse au moment des semis.

Bon moment

Utiliser une application fractionnée d'azote. Pour le maïs, appliquer un mélange personnalisé au moment des semis, suivi d'une application de UNA comme terreautage au moment approprié pour la culture. Pour le blé, utiliser un mélange personnalisé de PK au moment des semis et une application de UNA au printemps avant le tallage.

Utiliser des outils saisonniers (données météorologiques et modèles de croissance) pour aider à déterminer le moment d'application et pour évaluer l'efficacité du programme d'engrais.

Pratiques additionnelles

Évaluer l'utilisation de cultures en bandes et de cultures de couverture pour réduire l'érosion et la compaction du sol, retenir les nutriments résiduels et améliorer la santé du sol.

Bonne dose

Utiliser des échantillons de sol et des cartes du sol pour déterminer les besoins en matière d'application de nutriments.

Tenir compte du relâchement de nutriments d'applications antérieures de fumier pour déterminer les taux de N, P, K.

Prélever des échantillons de tissus végétaux aux stades critiques des cultures pour évaluer le besoin pour une application de nutriments sur les cultures.

Bon endroit

Utiliser le guidage cinématique en temps réel pour améliorer la mise en œuvre de pratiques de précision.

Appliquer des mélanges liquides de N, P et K en bandes à une profondeur minimale de 4 pouces dans le sol pour prévenir le ruissellement et la volatilisation.

Résumé

Le processus reliant la source, la dose, le moment et l'endroit des éléments nutritifs aux résultats de la durabilité peut être décourageant.

Les systèmes de culture sont très complexes, propres au site et variables au temps. Prédire les résultats d'un changement de pratiques peut impliquer une incertitude considérable et l'amélioration de la durabilité pourrait ne pas être évidente immédiatement.

Cependant, une réflexion pratique de bon sens — guidée par un cadre global approprié — peut changer les pratiques et améliorer les résultats à la fois à des échéances de court et long termes. Les pratiques directrices à l'égard de la nutrition des plantes pour une productivité optimale peuvent aider à résoudre un bon nombre de problèmes actuels liés à l'utilisation des éléments nutritifs des plantes. Des recherches approfondies sur le comportement des nutriments dans les systèmes de cultures et le développement de nouvelles technologies de gestion susciteront des améliorations continues basées sur la science de la gestion des nutriments 4B, tant au niveau théorique que pratique.

L'utilisation d'une approche 4B pour équilibrer les dimensions économiques, sociales et environnementales de l'utilisation de nutriments dans la production de cultures aidera à assurer que les fermes demeurent viables financièrement, que la production alimentaire réponde à la demande grandissante de la population mondiale et que les systèmes des écosystèmes sur lesquels nous dépendons tous sont transmis à la prochaine génération de manière intacte.

Pour plus d'information sur les
programmes et les ressources 4B
au Canada, visitez

fertilizercanada.ca/nutrient-stewardship





FERTILISANTS CANADA