

PGO CONCERNANT L'ÉPANDAGE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

« L'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs se définit de maintes façons. Plusieurs d'entre elles sont axées sur l'aptitude d'une culture à prélever les éléments nutritifs qui ont été épandus. Des hausses d'efficacité sont facilement réalisables à court terme lorsqu'on réduit les taux d'application. Toutefois, des taux inférieurs au niveau optimal peuvent diminuer l'efficacité à long terme des systèmes culturaux.

L'efficacité durable met l'accent sur :

- l'assurance que tous les éléments nutritifs sont utilisés, et non pas gaspillés,
- la satisfaction des besoins des cultures,
- le maintien de la fertilité du sol. »

– Tom Bruulsema, Ph.D.,
International Plant
Nutrition Institute



Utiliser le bon taux de chaque élément, au bon moment et au bon endroit. Voilà en quelques mots l'objectif des pratiques de gestion optimales relatives à l'épandage des éléments nutritifs.

La difficulté vient du fait qu'on veut atteindre ce triple objectif pour nombre de cultures, de sols et de climats différents, au moyen de machines très variées. Dans le présent chapitre, on propose des PGO qui s'appliquent à des situations courantes dans lesquelles entrent en jeu des forces parfois conflictuelles visant à optimiser la rentabilité, la commodité et la gestion environnementale.

Le chapitre servira de guide pour réaliser notre objectif :

- utiliser le bon taux
 - ▷ en prenant en compte les éléments nutritifs provenant de toutes les sources;
 - ▷ en utilisant des PGO relatives à l'épandage de fumier liquide et de biosolides;
 - ▷ en équilibrant l'apport et les prélèvements d'éléments nutritifs à long terme;
 - ▷ en réglant les épandeurs et le matériel de semences – avec les accessoires de distribution d'engrais;
- choisir le bon moment
 - ▷ en harmonisant les périodes d'épandages et de prélèvements;
 - ▷ en prévenant le compactage du sol;
 - ▷ en adaptant les travaux à la rotation culturale;
- épandre au bon endroit
 - ▷ en visant la plus grande accessibilité par la culture;
 - ▷ en étant extrêmement prudent dans les zones très susceptibles de contaminer l'eau de surface ou l'eau souterraine.

On passera d'abord en revue certaines notions fondamentales de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs, puisque cette information est au cœur même de tout effort pour améliorer les profits tout en réduisant les répercussions néfastes des épandages sur l'environnement.

EFFICACITÉ D'UTILISATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

L'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs s'entend de l'aptitude d'une culture à utiliser les éléments nutritifs présents dans le sol. Plus une culture prélève d'éléments nutritifs et en utilise, moins il en reste qui sont exposés à des pertes – notamment par lessivage ou par volatilisation – ou qui sont susceptibles de devenir liés et donc non disponibles.

Les systèmes de gestion des éléments nutritifs axés sur l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs comprennent des pratiques qui :

- fournissent à la culture la quantité requise d'éléments nutritifs sous des formes que celle-ci peut assimiler (biodisponibles) et au moment où elle en a besoin;
- placent les éléments nutritifs là où les racines sont à même de les prélever;
- réduisent la quantité d'éléments nutritifs (p. ex. nitrates) présents dans le sol au moment où la culture n'est pas à même de les prélever;
- tiennent compte de toutes les sources d'éléments nutritifs biodisponibles et en assurent la gestion;
- interviennent au niveau de la gestion des cultures, des sols et de l'eau afin de favoriser la croissance vigoureuse des cultures.

PGO VISANT À AMÉLIORER L'EFFICACITÉ D'UTILISATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

ACTIVITÉ	PGO
ROTATION CULTURALE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ pratiquer la rotation des cultures, sachant que la croissance d'une culture est toujours meilleure lorsqu'elle suit toute culture autre qu'elle-même et qu'elle améliore du coup l'absorption des éléments nutritifs ✓ planter une légumineuse ou des plantes fourragères avant une culture ayant des besoins élevés en azote <ul style="list-style-type: none"> ◦ les légumineuses et plantes fourragères fixent l'azote de l'atmosphère, le rendant ainsi disponible pour les cultures subséquentes
SÉLECTION VARIÉTALE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ envisager de choisir des cultivars donnant le plus haut rendement pour une quantité fixe d'intrants car ils auront le plus haut niveau d'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs et de l'eau
TRAVAIL DU SOL	<p>Dans les systèmes reposant sur le travail réduit du sol :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ faire des épandages en bandes localisées dans la zone racinaire car ils sont plus avantageux comparés aux applications en pleine surface
SOURCE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ne pas tenter de combler tous les besoins de la culture avec de l'azote provenant du fumier ✓ épandre du fumier pour satisfaire une partie seulement des besoins en N de la culture, et compléter avec une application d'engrais azoté, afin d'éviter de fournir trop de phosphore et afin de compenser le manque d'uniformité de l'épandage du fumier
ÉPOQUE CHOISIE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ recourir à des applications fractionnées dans les cultures de céréales et d'oléagineuses, de sorte que la plus grande partie de l'azote est fournie juste avant le prélèvement maximal par la culture
CULTURES-APPÂTS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ utiliser des cultures-appâts pendant la contre-saison pour recycler l'azote biodisponible

Les cultures-appâts telles que le radis oléagineux sont des cultures couvre-sol qui sont cultivées dans la contre-saison pour emprisonner les éléments nutritifs lorsqu'ils sont appliqués et les rendre disponibles à la culture de l'année suivante.



Les cultures couvre-sol composées de légumineuses fournissent de l'azote aux cultures subséquentes.



Les cultures couvre-sol aident à prévenir l'érosion des terres et à accumuler de la matière organique dans le sol, ce qui garde davantage d'éléments nutritifs dans le champ.

Améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs provenant du fumier permet :

- d'augmenter les rendements et de hausser la qualité des produits;
- de réduire les apports de fertilisants et les coûts liés aux épandages;
- de réduire le ruissellement et la contamination des eaux souterraines.

L'atteinte de ces objectifs est difficile à cause de la variabilité des besoins des cultures et des conditions culturales et à cause de l'imprécision dans la détermination des besoins et des taux d'application.

LE BON TAUX

LE BON TAUX – SOMMAIRE DES PGO

PGO	EXPLICATIONS
✓ Faire analyser le sol (voir p. 56–61)	<ul style="list-style-type: none"> demande des analyses régulièrement, en recourant à des échantillons prélevés au même stade de la rotation et au même endroit dans le champ
✓ Faire analyser des tissus (voir p. 71–72)	<ul style="list-style-type: none"> pour les cultures pérennes ou de grande valeur – vérifier la teneur des éléments nutritifs et ajuster les applications en conséquence pour toutes les cultures – diagnostiquer les carences nutritives
✓ Interpréter les résultats d'analyse sur la fertilité (voir p. 68–71)	<ul style="list-style-type: none"> utiliser uniquement les résultats d'analyse qui sont pertinents à chaque situation donnée rechercher les tendances de la fertilité au fil des ans déterminer si le principe de suffisance ou celui du rehaussement et du maintien est approprié à la situation en main fonder ses décisions sur les recommandations faites par le MAAARO
✓ Prendre en compte toutes les sources d'éléments nutritifs	<ul style="list-style-type: none"> prendre en compte les éléments nutritifs disponibles provenant du fumier et de la culture précédente combler les besoins en azote de la culture en recourant à la fois au fumier et à l'engrais
✓ Adapter les taux en fonction des limites environnementales	<ul style="list-style-type: none"> prendre en compte la charge de liquide et le risque de ruissellement vu la profondeur de la roche-mère, la profondeur de nappe phréatique, la pente du champ et la texture du sol
✓ Équilibrer les apports et les prélèvements à long terme	<ul style="list-style-type: none"> satisfaire les besoins en N de la culture élever les teneurs du sol en P et en K aux niveaux désirés et les y maintenir en équilibrant apports et prélèvements à long terme
✓ Régler le matériel d'épandage	<ul style="list-style-type: none"> régler les épandeurs à fumier solide à l'aide des PGO utiliser les PGO pertinentes pour régler tout accessoire de fertilisation attelé à un matériel de semis faire le réglage des épandeurs à fumier liquide en s'aidant des PGO

PRENDRE EN COMPTE TOUTES LES SOURCES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Comme le fumier et les légumineuses sont déjà présents sur la ferme, il est logique d'utiliser ces sources d'éléments nutritifs avant d'acheter des engrais.

Quand le fumier est épandu de manière à combler la totalité des besoins en N de la culture, la quantité de P apportée du même coup dépasse la quantité prélevée par la culture. Lorsque cette situation se répète sur plusieurs années, la teneur du sol en phosphore s'élève jusqu'au point où les cultures ne tirent aucun profit de phosphore supplémentaire, et il y a même risque accru de contamination des eaux de surface avoisinantes.

Dans le cas des épandages de fumier annuels, on peut éviter d'accumuler le P en excès en limitant les épandages de fumier de façon qu'ils ne contribuent pas plus que les deux tiers ou les trois quarts des besoins totaux en azote de la culture. Le N restant est alors fourni par un engrais commercial. Lorsqu'on épand du fumier aux deux ans ou plus, on peut épandre le fumier à une dose plus élevée, mais cette dose ne doit pas dépasser les besoins de la culture.

Pour transformer les « déchets » en « ressources », on doit maximiser la disponibilité des éléments nutritifs provenant de ces sources et prendre en compte les éléments nutritifs fournis par les engrais commerciaux.



Il est souhaitable qu'une portion de l'azote soit d'origine minérale (engrais commercial), parce que l'azote contenu dans les matières organiques est libéré à un taux qui varie selon les conditions climatiques. Par exemple, quand le temps est frais et humide, il se peut que la culture ne reçoive pas assez d'azote d'origine organique pour connaître une croissance optimale et donner les meilleurs rendements. En outre, comme l'épandage de fumier manque souvent d'uniformité, certaines parties du champ ne reçoivent pas assez de fumier pour combler les besoins de la culture. L'application en pleine surface d'un engrais azoté aidera à hausser le rendement moyen en veillant à ce que toutes les parties du champ aient reçu une certaine quantité de N.

En réduisant le taux d'application de N provenant du fumier on diminue du coup la quantité de P appliquée. Dans les cas où la teneur en phosphore n'est pas trop élevée, on peut épandre le fumier de façon à combler tous les besoins en P — pourvu que les besoins en N ne soient pas dépassés. Ne pas oublier de prendre en compte le P résiduel des applications antérieures de fumier.

Seulement 40 % du P provenant du fumier est considéré comme biodisponible l'année de l'application — un fait largement attribuable au manque d'uniformité des épandages en pleine surface et à l'imprécision des épandages en localisation, de sorte que les racines ont difficilement accès au phosphore contenu dans le fumier. Au moins 80 % des apports de P finissent par contribuer à l'augmentation de la teneur du sol en P.

L'épandage du fumier est souvent inégal, de sorte que certaines parties du champ sont incapables de combler les besoins de la culture à partir du fumier. Pour contourner ce problème, on peut réduire la dose de fumier et appliquer un engrais azoté commercial en pleine surface pour qu'une certaine quantité d'azote soit distribuée partout dans le champ.



« J'utilise le logiciel NMAN comme un outil pour équilibrer les éléments nutritifs qu'apportent le fumier et les engrais commerciaux. L'équilibrage des apports d'éléments nutritifs nous fait économiser beaucoup sur les coûts de fertilisation. C'est meilleur pour l'environnement et ça nous permet d'obtenir un rendement économique avantageux, à notre avis. »

– Dave Biesenthal,
Walkerton

ADAPTER LES TAUX EN FONCTION DES LIMITES ENVIRONNEMENTALES

Certains endroits sont, de par leur nature, plus susceptibles de perdre des éléments nutritifs (en particulier, les nitrates, par lessivage) que d'autres, et les taux d'application devraient être adaptés en conséquence. Au nombre des sols les plus à risque, mentionnons ceux dont le potentiel de ruissellement est élevé, ceux dont la roche-mère se trouve à peu de profondeur et ceux dont les eaux souterraines sont proches de la surface.

Deux facteurs favorisent le déplacement des éléments nutritifs depuis leur lieu d'application :

- les quantités totales appliquées,
- le volume des matières qui transportent les éléments nutritifs.



Dans les champs qui ne reçoivent du fumier qu'une fois aux deux ou trois ans, il vaut peut-être mieux utiliser une dose plus élevée de N provenant du fumier. Il faut s'assurer que cette dose ne dépasse pas les besoins de la culture.

Les éléments nutritifs qui ne sont ni utilisés par la culture ni retenus solidement par le sol sont facilement transportés jusqu'à l'eau de surface ou jusqu'à l'eau souterraine. Ce genre de perte concerne les éléments nutritifs provenant aussi bien des engrais commerciaux que des sources organiques. Le facteur clé relève donc de la gestion : **il faut aligner les taux d'application sur les besoins de la culture.**

Les matières nutritives dites « diluées », comme le fumier et les biosolides, peuvent être épandues à grands volumes pour satisfaire les besoins des cultures en éléments nutritifs. Il ne faut pas perdre de vue que ces matières, en particulier les matières liquides, sont susceptibles de se déplacer du lieu d'épandage soit au moment même de l'application, soit au cours d'une averse de pluie ou d'une fonte de neige subséquente.

Vérifier la fermeture adéquate des sillons créés par le matériel de fertilisation

Dans les pentes où l'on a épandu en bandes du fumier ou des engrais dans le sens de la pente, les rainures laissées par les organes ouvreurs peuvent donner lieu à de l'érosion en rigoles pendant les précipitations subséquentes.

Dans un tel cas, toutefois, le déversement d'éléments nutritifs concentrés directement dans des eaux de surface est une menace bien pire encore pour l'environnement que le déplacement de particules de sol.

On doit donc s'assurer que le matériel est réglé de manière à prévenir cette situation ou se procurer de l'équipement attelé sur la barre-outils qui permet de bien refermer les sillons.

ÉPANDAGES DE FUMIER LIQUIDE ET DE BIOSOLIDES



Ruissellement de surface

Les risques de ruissellement sont d'autant plus élevés que la perméabilité du sol est faible et que la pente du terrain est importante. Autrement dit, il se produit beaucoup plus de ruissellement dans les pentes que sur les terrains plats, et plus aussi sur les terres argileuses que sur les sols sableux.

✓ **Ne pas épandre de matières liquides à des taux favorisant le ruissellement de ces matières depuis le lieu d'épandage.**

Infiltration

Les liquides appliqués à grands volumes peuvent pénétrer dans le sol à la faveur des fissures, des galeries creusées par les vers de terre et d'autres ouvertures de grand diamètre. Cette infiltration peut accroître les risques de contamination des eaux souterraines, et même des eaux de surface s'il y a écoulement préférentiel vers un tuyau de drainage. L'eau souterraine risque davantage d'être contaminée dans les sols où la roche-mère est fissurée près de la surface ou que l'eau souterraine se trouve à faible profondeur.

Les risques de ruissellement en surface sont moindres sur un sol sableux que sur une argile, mais les dangers associés à une infiltration excessive sont eux beaucoup plus grands.

Pour prévenir les écoulements préférentiels dans les fissures larges et les grands trous :

- ✓ **Garder les taux d'application assez bas pour éviter la création de flaques** à la surface du sol;
- ✓ **Faire un travail du sol préalable** pour détruire toutes les fissures larges et toutes les galeries de vers de terre;
- ✓ **Ne faire aucun épandage sur des sols mouillés.**

Pour plus de détails sur les limites précises concernant l'épandage du fumier, consulter le fascicule de la série PGO, *Gestion des fumiers*, ou le logiciel NMAN et son cahier de travail.



Contamination potentielle des eaux de surface par ruissellement du fumier

Le fumier contient des éléments nutritifs et des organismes pathogènes. Tous deux doivent être gardés hors de l'eau. De nombreux facteurs influent sur la distance devant séparer un cours d'eau et l'épandage de fumier, notamment :

- la capacité du sol à absorber l'eau au moment de l'application,
- l'inclinaison du sol près du cours d'eau,
- la texture du sol,
- le type de fumier, la méthode d'application et le volume.

Là où le fumier est appliqué et enfoui quelques jours avant les semis, la distance de retrait à respecter ne sera pas nécessairement aussi grande que sur un sol où du fumier épandu en début de printemps est laissé en surface – pour une pente et une texture données. Dans le cas où l'eau de surface entre dans un cours d'eau sous forme d'écoulement concentré, il serait plus logique de calculer la distance de retrait le long du trajet de l'écoulement plutôt que la distance directe au cours d'eau.

L'application d'éléments nutritifs sur la roche-mère exposée à l'air risque fort de causer la contamination des eaux souterraines et n'entraîne pas une hausse des rendements de culture. Il faut donc garder toute application à au moins 3 mètres (10 pi) de distance.

ÉQUILIBRER LES APPORTS ET LES PRÉLÈVEMENTS À LONG TERME

À long terme, les quantités d'éléments nutritifs apportées au sol (en particulier celles de phosphore) devraient correspondre à peu près aux quantités de ces mêmes éléments nutritifs qui ont été prélevées par les parties récoltées des cultures. Dans les sols pauvres, il convient d'utiliser des taux d'application plus élevés qui, en plus d'assurer des rendements de culture profitables, permettent d'augmenter la fertilité du sol.

Par exemple, dans un assolement de maïs-soya-blé en rotation, les prélèvements nets par les cultures, sur trois ans, seraient de 400 lb/ac de N (dont 190 de la fixation par les légumineuses), 145 de P_2O_5 et 140 de K_2O . L'épandage de 7000 gal/ac de fumier liquide de porcs à l'engraissement, répartis entre le maïs et le blé, fournirait 266 lb/ac de N assimilable, 147 de P_2O_5 et 175 de K_2O , ce qui correspond étroitement aux prélèvements de P et ne dépasse que légèrement ceux de N et de K.

Si le fumier était épandu de manière à combler seulement les besoins du maïs en N, soit au taux d'environ 4000 gal/ac, les apports de phosphate et de potasse seraient déficitaires, et les quantités manquantes devraient provenir soit des réserves du sol, soit d'un engrais commercial.

Parfois, il convient d'envisager l'application d'engrais commerciaux dans une perspective à long terme. Il n'est pas rare, par exemple, qu'on épande un surplus d'engrais dans le maïs afin qu'en bénéficie une culture subséquente de soya.



RÉGLER LE MATÉRIEL DE FERTILISATION ATTELÉ SUR UN ÉPANDEUR OU UN SEMOIR

Le réglage passe par les étapes ci-dessous.

1. Évaluation de l'uniformité d'application :

- ▶ semoirs/planteuses – le taux devrait être uniforme sur toute la largeur du matériel;
- ▶ épandeurs centrifuges (pleine surface) – de façon générale, le débit relatif est le plus haut directement derrière l'épandeur et il diminue régulièrement à mesure qu'on s'éloigne latéralement de la sortie de l'épandeur;
- ▶ lorsque les débits manquent d'uniformité, il faut se référer au manuel de l'utilisateur pour corriger le réglage.

2. Détermination de la largeur d'épandage réelle :

- ▶ semoirs/planteuses — la largeur réelle d'épandage est la largeur du matériel;
- ▶ équipement créant un motif d'épandage — elle correspond à la distance jusqu'aux points où le débit chute à mesure qu'on s'éloigne du point de sortie;
- ▶ la largeur d'épandage correspond à la distance entre les points situés à gauche et à droite de la bande d'épandage où le taux d'application égale la moitié de celui qu'on mesure au centre de la bande.

3. Réglage :

- ▶ 1^{re} méthode
 - ▷ emplir le matériel à un niveau marqué,
 - ▷ circuler jusqu'à ce que la surface couverte corresponde à un acre,
 - ▷ mesurer la quantité requise pour remplir le matériel au même niveau.
- ▶ 2^e méthode
 - ▷ peser le matériel et son contenu,
 - ▷ épandre du fumier sur plusieurs acres,
 - ▷ peser de nouveau le matériel et son contenu;
 - ▷ diviser la différence de poids par le nombre d'acres couverts.

Nota : La surface couverte est égale à la largeur d'épandage réelle multipliée par la distance parcourue.

Pour plus d'information sur le réglage des épandeurs à fumier liquide, voir la fiche technique du MAAARO sur ce sujet. Elle offre des équations permettant de calculer la vitesse de déplacement selon le taux d'application voulu, la largeur d'épandage et le temps nécessaire pour épandre une charge donnée.

Pour connaître les pratiques de gestion optimales concernant le réglage des matériels d'épandage de fumier liquide ou solide, consulter le fascicule de la série PGO intitulé *Gestion des fumiers*.



Une fois que la largeur réelle d'épandage est connue, on obtiendra une grande uniformité d'épandage dans le champ en faisant chevaucher les bandes sur leurs bords extérieurs où le taux baisse de moitié.

LE BON MOMENT

LE BON MOMENT – SOMMAIRE DES PGO

PGO	EXPLICATIONS
✓ Harmoniser la fertilisation et la rotation culturale	<ul style="list-style-type: none"> planifier la rotation de cultures et les épandages de matières nutritives de manière à favoriser l'utilisation maximale des éléments nutritifs
✓ Prévenir le compactage	<ul style="list-style-type: none"> surveiller les conditions d'humidité du sol et les séquences climatiques – planifier les travaux agricoles en conséquence
✓ Coordonner les épandages en fonction du contexte agricole	<ul style="list-style-type: none"> prendre en compte la disponibilité de la manœuvre et de la main-d'œuvre profiter des périodes propices (p. ex. semis printaniers)
✓ Choisir le moment correspondant le mieux aux besoins des cultures	<ul style="list-style-type: none"> en présemis, avec les semences, par fertilisation en bandes, par épandages fractionnés et par fertirrigation
✓ Choisir la saison la plus propice	<ul style="list-style-type: none"> automne c. fin été fin automne c. hiver printemps c. automne
✓ Utiliser des cultures couvre-sol	<ul style="list-style-type: none"> bien gérer le N rémanent
✓ Minimiser les pertes et nuisances possibles (fumier)	<ul style="list-style-type: none"> éviter les périodes pluvieuses ainsi que les journées chaudes et humides être sensible aux besoins des voisins et à leurs préoccupations

HARMONISER LA FERTILISATION ET LA ROTATION CULTURALE

En général, on applique un engrais commercial juste avant le moment où la culture en a besoin, et le bilan économique de cette fertilisation est propre à la culture en question. Par contre, il y a des circonstances où l'on a intérêt à prévoir au-delà du futur immédiat.

La planification des épandages de fumier est plus complexe, puisqu'il faut prendre en compte certaines questions comme la nécessité de vider une installation de stockage ou celle d'éviter tout risque de compactage du sol. Il faut mettre en balance l'utilisation maximale des éléments nutritifs et la disponibilité d'une étendue de terre convenable pouvant accueillir du fumier durant toute l'année.

Le fait de diversifier les cultures dans la rotation permet d'améliorer l'utilisation des éléments nutritifs et de multiplier les occasions d'épandage.





Retarder les travaux dans les champs où le sol est détrempe.

PRÉVENIR LE COMPACTAGE

- ✓ **Ne pas circuler sur un sol détrempe** avec de la machinerie.
- ✓ **Vérifier que les conditions d'humidité requises existent dans toute la couche de sol à travailler**, avant l'application de matières nutritives.
- ✓ **Prévenir le compactage** des façons suivantes :
 - ▶ drainage – installer un réseau de drainage dans les champs qui se drainent mal;
 - ▶ rotations culturales – choisir des cultures fourragères ou céréalières pour prolonger les campagnes de la rotation et ainsi améliorer la qualité du sol;
 - ▶ cultures fourragères – laisser ces cultures en place plusieurs années.
- ✓ **Limitier la circulation** sur le champ.
- ✓ **Restreindre la surface soumise au compactage** – créer un long tracé étroit correspondant aux traces laissées par le matériel agricole, p. ex. pneus radiaux, roues larges, chenilles.
- ✓ **Réduire la pression exercée sur le sol en gardant basse la pression des pneus** et en élargissant ainsi la largeur des traces (pneus radiaux seulement).
- ✓ **Garder la charge par essieu aussi basse que possible**, idéalement moins que 5 tonnes/essieu.

COORDONNER LES ÉPANDAGES EN FONCTION DU CONTEXTE AGRICOLE

- ✓ **Planifier et orchestrer tous les travaux des champs** – en particulier lorsque la période propice est brève, comme lors des semis printaniers.
- ✓ **Envisager différents scénarios** en ce qui concerne l'application des éléments nutritifs pour le cas où les circonstances (météo, disponibilité de l'équipement ou de la main-d'œuvre) empêcheraient les applications telles que prévues, soit l'épandage précoce de P + K en pleine surface, ou le chaulage.

Pour que les cultures de pleine saison, comme le maïs, aient accès aux éléments nutritifs au moment où elles en ont besoin, envisager l'application d'azote en bandes juste avant le prélèvement maximal par la culture.



CHOISIR LE MOMENT CORRESPONDANT LE MIEUX AUX BESOINS DES CULTURES

En général, l'application de l'engrais devrait se faire aussi proche que possible du moment où la culture en a besoin. Cette règle devient impérative dans le cas d'éléments très mobiles dans le sol (p. ex. l'azote) ou encore d'éléments susceptibles de se lier sous des formes non assimilables. Il faut donc mettre en balance les besoins culturaux et la disponibilité de la main-d'œuvre et de la machinerie nécessaires aux épandages d'engrais

Le fumier et les biosolides amènent de nouveaux défis en raison des éléments nutritifs organiques qui doivent se décomposer avant de devenir biodisponibles.

L'azote et le phosphore sont les éléments nutritifs dont l'époque de l'application a le plus de conséquences. En effet, l'azote qui n'est pas prélevé par la culture peut être soumis au lessivage ou à la dénitrification. On ne devrait donc faire aucun apport de N bien avant les semis. Dans le cas de cultures de pleine saison comme le maïs, les occasions de pertes sont nombreuses entre la mise en terre des semences et l'absorption de l'azote par le maïs. Voilà pourquoi il est préférable d'effectuer un épandage de N en bandes juste avant que le maïs en ait le plus besoin. La fertirrigation pousse encore plus loin la mise au point des applications d'éléments nutritifs, en permettant de fractionner les quantités requises sur plusieurs épisodes.

Certaines cultures ont des exigences élevées en phosphore au stade plantules, de sorte qu'une fertilisation de démarrage est souhaitable. Chez les cultures repiquées, comme la tomate, l'ajout de phosphore à l'eau de repiquage a souvent un effet positif en favorisant l'établissement des plants dans leur nouveau milieu. D'autres cultures, telles que le soya, ont des besoins modestes jusqu'à ce que leur système racinaire soit bien développé, ce qui leur permet d'utiliser toute quantité résiduelle d'éléments nutritifs dans le sol aussi efficacement que s'ils étaient appliqués en bandes.



La fertirrigation est un moyen de nourrir les cultures avec des éléments nutritifs dissous dans l'eau que distribue le réseau de micro-irrigation. Ce réseau permet donc à l'agriculteur de fournir aux cultures de grande valeur l'eau et les éléments nutritifs aux doses requises et au moment le plus opportun.

On peut régler à n'importe quel moment la concentration des éléments nutritifs et la quantité d'eau en fonction des besoins changeants de la culture en croissance. Pour de plus amples renseignements, consulter le fascicule des PGO intitulé *Gestion de l'irrigation*.

Définition des modes de fertilisation préconisés par les PGO

Application fractionnée	– la quantité totale de matière fertilisante est partagée en au moins deux applications pendant la saison de croissance
Bandes	– la matière fertilisante est épandue en une bande latérale à proximité de la ligne de culture
Démarrage	– la matière fertilisante est distribuée au moment des semis, en général avec la semence ou près de celle-ci
Présemis	– la matière fertilisante est appliquée avant les semis

CHOISIR LA SAISON LA PLUS PROPICE

Engrais commerciaux

Une saison ou une autre sera la plus propice aux épandages selon les schèmes climatiques saisonniers, la météo locale, l'état du champ, la culture choisie et le matériel de fertilisation.

Chez les cultures horticoles, l'épandage d'un engrais azoté en fin de saison sur un sol sableux peut augmenter les risques de lessivage de l'azote, en particulier lorsque le champ est irrigué à l'extrême.

Fumiers

L'objectif des épandages est de livrer le fumier à la culture en manque d'éléments nutritifs au moment où elle en a besoin et selon la quantité voulue, en causant le moins de tort possible à l'environnement. Le producteur qui prend la peine d'aviser les voisins de son intention d'épandre du fumier apaise souvent bien des inquiétudes. Le tableau de la page suivante donne un résumé des PGO relatives aux épandages en fonction des saisons.

Pour les cultures fourragères et les céréalières, le printemps est l'époque où la croissance et la demande en azote atteignent leur sommet. Le P et le K peuvent être fournis à n'importe quel époque – habituellement en combinaison avec une autre application d'éléments nutritifs.



Pour la majorité des grandes cultures, l'époque la plus propice à l'épandage de la plupart des engrais correspond aux semis, afin de favoriser une croissance précoce et, le cas échéant, en fin de printemps avec toute quantité complémentaire.



Les cultures fourragères sont en mesure d'utiliser les éléments nutritifs des fumiers à des périodes où les autres champs ne sont pas accessibles.

PGO SAISONNIÈRES RELATIVES AUX ÉPANDAGES

SAISON	PGO	POINTS À SURVEILLER :
PRINTEMPS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ appliquer sur les cultures ayant les besoins en azote les plus élevés – les cultures à hauts rendements utilisent le N plus efficacement ✓ travailler les bandes de sol avant que les injections soient faites pour prévenir l'écoulement concentré vers les tuyaux de drainage ✓ enfouir dans les 24 heures tout fumier solide ou liquide épandu en pleine surface, et tout fumier liquide distribué par le système d'irrigation ✓ adopter des pratiques de bon voisinage ✓ faire des applications localisées dans les cultures sarclées, p. ex. goutte-à-goutte 	<ul style="list-style-type: none"> • le compactage du sol causé par le poids des épandeurs et la circulation des machines agricoles • le ruissellement dû à des doses excessives ou à de mauvaises pratiques de conservation du sol • la dénitrification – perte de N gazeux depuis les sols détrempés vers l'atmosphère • tout effluent du réseau de drainage – à surveiller quand les tuyaux se vident, cesser l'épandage dès que les effluents sont colorés • érosion en rigoles le long des bandes, et ruissellement • déversements au sein des systèmes d'irrigation ou des matériels montés sur tracteur • odeurs ou embruns extrêmes • dégagement d'ammoniac – enfouir dans les 24 heures
ÉTÉ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ épandre le fumier liquide sur les pâturages de graminées et les champs de foin – la terre y est plus sèche et moins sujette au compactage ✓ épandre le fumier liquide sur les cultures fourragères et les pâturages à resemer ou à remplacer dans la rotation ✓ appliquer le fumier liquide en bandes ou en localisation sur les cultures sarclées ✓ appliquer le fumier liquide sur les chaumes de céréales ✓ appliquer le fumier liquide après la coupe d'une culture fourragère, avant le début de la repousse 	<ul style="list-style-type: none"> • la perte d'ammoniac à partir du fumier épandu en surface et non emporté par les pluies • la perte de N par dénitrification • le lessivage éventuel de N non assimilé par la culture • des signes d'érosion en rigoles ou de ruissellement le long des bandes d'injections • l'« étouffement » du fourrage – le choix de faibles doses et l'uniformité d'application préviendra ce problème
AUTOMNE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ appliquer le fumier liquide ou solide avant l'établissement de la céréale d'automne ou de la culture couvre-sol ✓ épandre le fumier et l'enfouir après la récolte du maïs ou du soya – aussi tard que possible à l'automne pour que le sol se soit refroidi 	<ul style="list-style-type: none"> • les éventuelles pertes d'ammoniac à partir des applications en surface sur un sol chaud (> 10 °C) • les risques de lessivage si les matières nutritives ne sont pas absorbés par une culture couvre-sol en croissance active – éviter tout épandage sur un sol sableux • les possibilités de dénitrification en début d'automne • le ruissellement et l'altération de la qualité de l'eau • le compactage du sol causé par le poids des épandeurs et la circulation des machines agricoles
HIVER	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ne pas épandre de fumier sur un sol gelé ou enneigé – le stocker 	<ul style="list-style-type: none"> • le ruissellement et l'altération de la qualité de l'eau

Épandage en hiver

L'épandage de fumier en hiver ne constitue pas une pratique de gestion optimale, puisqu'il n'y a aucune culture en place et que les risques de ruissellement vers l'eau de surface sont très élevés.

Toutefois, dans certaines circonstances, l'épandage de matières nutritives peut être nécessaire, et justifié. C'est le cas, par exemple, d'une installation de stockage qui s'est remplie prématurément. Il vaut mieux épandre une certaine quantité de fumier que d'être confronté au débordement incontrôlé du fumier de l'installation.

Pour obtenir plus d'information sur les restrictions applicables aux épandages effectués en hiver, voir la fiche technique du MAAARO portant sur l'épandage de fumier et de matières de source non agricole en hiver.



UTILISER DES CULTURES COUVRE-SOL

Semer des cultures couvre-sol pour réduire les pertes d'éléments nutritifs.

Certaines cultures fixent l'azote, mais toutes en ont besoin pour leur croissance. Les cultures couvre-sol composées de graminées (p. ex. le seigle) et de brassicacées (p. ex. le radis oléagineux) se comportent en excellents chasseurs et récupérateurs de tout azote non utilisé par la culture principale ou laissé par le fumier ou l'engrais.

Les cultures couvre-sol aident à réduire les pertes d'azote par lessivage, ce qui diminue les risques de mouvements des nitrates vers les aquifères peu profonds. En détruisant les plantes couvre-sol, on libère dans le sol les éléments nutritifs que contenaient leurs tissus et on les met à la disposition des cultures subséquentes :

- **les cultures non légumineuses destinées à l'enfouissement** sont utilisées après la récolte comme « cultures dérobées » pour assimiler tout azote inorganique résiduel, et ainsi contrer les pertes;
- **le seigle d'automne** se développe pour autant que la température dépasse le point de congélation, de sorte qu'il peut absorber plus de 25 kg (60 lb) de N soluble en fin d'automne et en début de printemps;
- **le ray-grass annuel** – bien que moins rustique que le seigle – est tout indiqué pour récupérer l'azote résiduel, à condition qu'on le sème avant le 15 septembre
- **les céréales de printemps** mises en terre au mois d'août captent l'azote rémanent à l'automne, sont détruites par les rigueurs de l'hiver, et laissent une culture résiduelle facile à enfouir qui cède la place à des semis précoces du printemps
 - **le sursemis d'une culture dérobée dans des légumes** avant la récolte garde le sol constamment couvert de végétaux et donc mieux protégé contre les pertes d'azote
 - les terres sortant de production en été peuvent être ensemencées d'une culture de saison chaude, telle que **l'herbe du Soudan** ou **le sarrasin** – puisque le sarrasin est peu gourmand, l'herbe du Soudan s'avérerait la culture de choix dans les sols très riches.

Il a été démontré que des cultures dérobées en sous-semis ont effectivement réduit les pertes d'azote lorsqu'un engrais minéral ou du fumier avait été épandu à des taux habituels (90–110 kg/ha). En outre, le contre-ensemencement avec des cultures dérobées peut prévenir jusqu'à 60 % des pertes de N par lessivage, comparé au travail classique du sol effectué en août-septembre.

L'utilisation de l'azote provenant de plantes couvre-sol non légumineuses par la culture subséquente n'a pas été constante. Néanmoins, certaines estimations portent à croire que 20–30 % de l'azote libéré par la culture dérobée soient biodisponibles pour la culture suivante lorsque la gestion s'avère optimale.

L'avoine semé en fin d'été capte l'azote rendu disponible par un épandage de fumier.



Ne pas laisser des cultures couvre-sol comme le seigle dépasser le stade de maturité normale au printemps sous peine de faire lier l'azote assimilable du sol pendant la décomposition de la paille de seigle.

RÉPERCUSSIONS HORS DE L'EXPLOITATION

Les producteurs qui font des épandages de fumier sont confrontés à la difficile tâche d'atteindre la meilleure efficacité d'utilisation des éléments nutritifs sans pour autant négliger d'autres objectifs d'ordre agronomique, environnemental et social. Dans certaines circonstances, il y a conflit entre 1) les pratiques de gestion des éléments nutritifs visant à fournir le plus d'éléments nutritifs possible, et ce, en recourant à l'épandage de matières nutritives équilibrées dont le fumier, au moment ou près du moment où la culture en a le plus besoin, et 2) les PGO appuyant la prévention du compactage, la synchronisation des travaux des champs, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la baisse du taux de survie des organismes pathogènes dans le fumier et la maîtrise des odeurs.

En tant que gestionnaire des fumiers, le producteur doit prendre en compte toutes ces questions et choisir celle qui convient le mieux au contexte unique de son exploitation agricole au moment de l'épandage envisagé.

En règle générale, l'épandage de fumier au moment où la biodisponibilité des éléments nutritifs est la plus grande entraîne une réduction des effets néfastes sur la qualité de l'air et de l'eau. Il s'agit donc d'une situation gagnant-gagnant : poser le geste écologique est aussi bénéfique pour le porte-monnaie. Toutefois, il y a d'autres conditions à l'épandage de fumier dont il faut tenir compte pour que les voisins ne subissent aucun tort.

Météo

Les conditions climatiques au moment de l'épandage, ou peu après, constituent un facteur déterminant des répercussions de l'application sur l'environnement et le voisinage. Par exemple, une pluie normale peut aider le fumier à pénétrer dans le sol, réduisant du coup odeurs et pertes d'azote, mais une pluie torrentielle aurait l'effet contraire en charriant le fumier non décomposé depuis le champ jusqu'à des eaux de surface. On sait aussi que le temps chaud et humide augmente la volatilisation de l'ammoniac et de substances malodorantes à partir du fumier, pouvant créer de très fortes odeurs. Par ailleurs, le vent aura beau diluer les odeurs, il les transportera néanmoins sur de longues distances.

La fertilisation au moyen de l'équipement d'irrigation à basse trajectoire est conçue pour réduire les odeurs et la dérive pendant l'application.



Planter des cultures brise-vent dans les champs pour réduire les odeurs produites par l'épandage.



Pour éviter la dénitrification, ne pas appliquer de fumier sur un sol déjà riche en azote minéral.

L'application de fumier en vue de combler les besoins d'une culture en azote entraîne une suralimentation de celle-ci en phosphore et en potassium. Répétée sur plusieurs années, cette pratique poussera les teneurs du sol à des niveaux si élevés qu'il y aura risque de nuire à l'environnement. Cette accumulation extrême se produit encore plus rapidement quand on épand à la fois du fumier et des engrais commerciaux sans tenir compte de la valeur nutritive du fumier.



L'injection du fumier liquide sous la surface du sol élimine pratiquement toutes les odeurs.

Voisins

Quel que soit notre lieu d'habitation, on a des voisins et une communauté à quelque distance. Dans la mesure du possible, on devrait éviter d'épandre du fumier lorsque les voisins sont susceptibles d'être dehors et qu'une brise soufflerait les odeurs en direction de leurs maisons.

De nombreuses plaintes pour nuisances dues aux odeurs sont faites peu après que du fumier à été appliqué sur une terre cultivée. Heureusement, un certain nombre de pratiques de gestion permettent de réduire l'intensité des odeurs et leur persistance à condition que l'épandage soit effectué au bon moment et en respectant certaines règles.

LE BON ENDROIT

LE BON ENDROIT – SOMMAIRE DES PGO

PGO

EXPLICATIONS

- ✓ Placer les éléments nutritifs au bon endroit

- placer les éléments nutritifs où la culture y aura accès
- faire des applications en bandes dans les cultures sarclées
- injecter le fumier liquide ou l'enfourir sans tarder
- éviter de causer des dégâts par le sel
- prévenir toute toxicité due à l'ammoniac
- envisager la fertilisation foliaire dans la mesure du possible (p. ex. Mn sur le soya)

- ✓ Garder les éléments nutritifs loin des puits et des eaux de surface

- créer des bandes tampons
- mettre en œuvre les PGO relatives aux distances de retrait par rapport aux eaux de surface, aux puits et aux autres aires fragiles
- bien refermer les sillons d'injection après l'application souterraine de fumier ou d'engrais
- réduire l'érosion et le ruissellement au moyen de la culture en courbes de niveaux, du semis direct et du travail réduit

- ✓ Réduire la contamination des eaux souterraines

- savoir où se trouvent les aires écofragiles des terres cultivées
- mettre en pratique les PGO proposées pour les endroits où se trouvent à peu de profondeur une roche-mère ou un aquifère

LOCALISATION CORRECTE – MÉTHODES

En plaçant les matières nutritives au bon endroit, on a de fortes chances d'obtenir le maximum du rendement cultural et de l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs, c'est-à-dire d'augmenter son bénéfice net tout en minimisant les répercussions environnementales.

Les engrais granulés peuvent être épandus à la volée (en pleine surface), épandus à la volée puis enfouis (incorporés au sol) ou épandus en bandes à la surface du sol ou en profondeur (épandage souterrain en bandes).

Quant à elles, les matières nutritives liquides peuvent être épandues en pleine surface, épandues en bandes au moyen soit de dents ou d'applicateurs par aspersion, ou encore appliquées sur les plantes en croissance (application foliaire ou fertirrigation).

Les applications en bandes sont réalisées avant les semis, avec les semences ou près d'elles (engrais de démarrage ou de démarrage « pop-up ») ou après les semis.

Localisation des matières nutritives — Définitions

Aspersion, par – application de matières liquides en bandes sur le sol

Bandes, en – toute méthode selon laquelle l'engrais est épandu en bandes concentrées, habituellement sous la surface du sol

Bandes à la surface, en – des bandes d'engrais concentrées sont disposées en surface, le long des lignes des cultures sarclées, plutôt que sous la surface du sol

Bandes en profondeur, en – application souterraine, habituellement à 10 cm (4 po) de profondeur

Bandes latérales, en – application souterraine d'engrais entre les rangs

Couverture, en – l'engrais est appliqué en pleine surface sur les plantes

Dents (lames) – application en bandes d'une matière nutritive liquide sous la surface du sol, au moyen de lames montées sur des dents

Fertirrigation – l'engrais est distribué avec l'eau d'irrigation

Foliaire, application – application d'une matière nutritive sur le feuillage

Incorporation (ou enfouissement) – enfouissement en profondeur d'une matière nutritive d'abord appliquée en pleine surface

Injection ponctuelle – la matière nutritive liquide est injectée en points individuels

Localisation avec la semence – l'engrais est placé près de la graine de semence et au même moment; une certaine part de l'engrais peut être en contact avec la graine

Pop-up – terme familier qui désigne la localisation d'un engrais près de la graine de semence

Simultanée, application – de N et de P en même temps

Volée, à la (en pleine surface) – épandage uniforme sur toute la surface du sol

L'application en pleine surface est la façon la plus efficace d'épandre rapidement de grandes quantités de matières nutritives.

Épandage en pleine surface

L'enfouissement d'un engrais épandu en pleine surface augmente son contact avec les racines et accélère donc la croissance de la culture, en particulier pour ce qui concerne les éléments nutritifs peu mobiles, tels que le P et le K. Le matériel agricole de précision aide à éviter les problèmes de distribution de l'engrais.

Application en bandes

L'épandage des engrais granulés en bandes souterraines est réalisé soit par gravité avec des organes ouvreurs, soit avec des semoirs pneumatiques.

L'engrais et la semence peuvent être appliqués simultanément au moyen de semoirs pneumatiques, qui en font la distribution en une bande allant jusqu'à 10 cm (4 po) de largeur. Il existe d'autres techniques selon lesquelles on utilise, par exemple, une ligne pour les semences et une autre pour l'engrais, cette dernière étant située à 5 cm (2 po) de côté et à 5 cm (2 po) sous la ligne de semences.

Les engrais liquides, comme l'ammoniac anhydre et le nitrate d'ammonium et d'urée (NAU), peuvent être appliqués en bandes au moyen de lames montées sur des dents. On peut aussi les appliquer en bandes sur le sol ou les épandre en bandes par aspersion sur le rang (soit à côté d'une roue plombeuse, soit derrière elle).



L'engrais peut être épandu en bandes sur le sol ou sous la surface du sol (en bandes en profondeur).

En pleine surface c. en bandes

L'application en pleine surface est difficilement surpassée pour ce qui concerne la vitesse, la commodité, la sécurité culturale et le coût d'application. Si ce n'était de quelques avantages procurés par l'application en bandes, on s'attendrait que tous les engrais seraient épandus en pleine surface. De toute évidence, l'application en bandes est souhaitable à certains égards. Il faut pourtant savoir quels avantages elle présente pour les différents éléments nutritifs afin qu'on l'utilise à bon escient.



La densité de peuplement des mauvaises herbes est parfois inférieure dans les cultures fertilisées en bandes par comparaison à l'épandage en pleine surface parce que la proportion d'éléments nutritifs disponibles pour la culture est plus grande, à la défaveur des mauvaises herbes.

QUAND FAIRE L'APPLICATION EN BANDES

JUSTIFICATION

CIRCONSTANCES PROPICES

RÉDUCTION DES PERTES DANS L'ATMOSPHÈRE

- il faut épandre l'ammoniac anhydre sous la surface du sol pour éviter les pertes
- l'urée et les solutions de NAU sont sujettes à la volatilisation lorsqu'elles sont laissées en surface; l'épandage souterrain en bandes prévient ces pertes en combinant la fertilisation et l'enfouissement – l'épandage en bandes en surface aurait un effet similaire bien que moindre

RÉDUCTION DES PERTES DANS L'EAU

- la concentration de N et de P dans les eaux de ruissellement est réduite quand ces éléments nutritifs sont placés sous la surface plutôt qu'épandus en pleine surface

RÉDUCTION DE L'IMMOBILISATION

- le phosphate se lie avec de nombreux minéraux du sol pour former des composés insolubles; l'épandage en bandes des engrais phosphatés réduit la surface de contact entre le sol et l'engrais et, par conséquent, retarde l'immobilisation du phosphate – en particulier dans les sols pauvres en phosphore
- certains oligo-éléments sont aussi susceptibles de devenir liés; leur épandage en bandes prolonge la période où ils sont disponibles pour la culture

AUGMENTATION DE LA BIODISPONIBILITÉ (FERTILISATION DE DÉMARRAGE OU EN BANDES LATÉRALES)

- les petites céréales et le maïs requièrent de grandes quantités de phosphate au stade plantule, quand le système racinaire est encore peu développé; le fait de placer l'engrais phosphoré en une bande concentrée près des semences augmente l'accessibilité de la culture au phosphore au moment où elle en a le plus besoin
- certains oligo-éléments (en particulier le zinc) sont également requis en grandes concentrations au stade plantule de la culture
- la biodisponibilité de l'azote et du potassium se trouve parfois réduite par temps sec; l'application en bandes sous la surface augmente les chances que le sol reste humide alentour, ce qui rehausse l'assimilabilité pour la culture – il faut prendre soin de ne pas placer ces éléments nutritifs trop près des racines
- de petites quantités peuvent être épandues à intervalles uniformes à travers le champ

Application foliaire

En raison des risques de brûler le feuillage et de l'impossibilité de fournir de grandes quantités d'éléments nutritifs de cette manière, la technique ne convient pas généralement aux macro-éléments.

Inversement, on applique parfois les oligo-éléments en pulvérisation foliaire parce que la plupart sont assez peu mobiles dans le sol, qu'ils sont requis en faibles doses par les cultures, et qu'ils entraînent une croissance significative.

Fertirrigation

On entend par fertirrigation la distribution d'une matière fertilisante au moyen d'un système d'irrigation. Ce peut être une solution de remplacement intéressante, comparée aux méthodes traditionnelles, pour certains éléments nutritifs sur des cultures en particulier (p. ex. N et S) vu la possibilité de fertilisation tout le long de la saison de croissance.



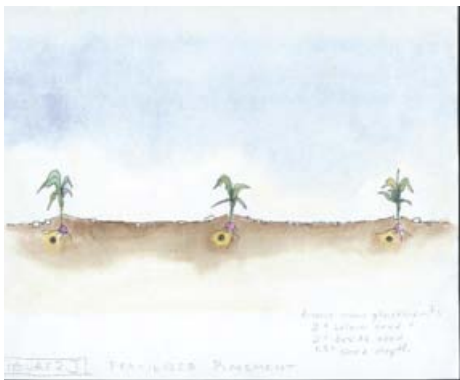
On réalise l'application foliaire en pulvérisant un engrais liquide directement sur le feuillage.

LOCALISATION CORRECTE – AFFINEMENT

Les racines et la localisation

Un des principaux objectifs de la localisation des engrais est de maximiser le contact des racines avec les éléments nutritifs, tout en évitant qu'un excès de sel nuise à la levée ou à l'établissement de la culture. Il s'agit d'une question cruciale aux cours des premiers stades de développement de la plante et de son système racinaire.

Le rendement de culture optimal repose sur la localisation du fertilisant à l'endroit précis où la densité de poils absorbants est la plus grande ou encore à un endroit propice au déplacement de la matière fertilisante vers les racines. L'effet de la localisation se fait le plus sentir avec les éléments nutritifs dont la culture a besoin aux plus hautes concentrations durant les stades de croissance précoces (p. ex. P et Zn chez le maïs).



La localisation correcte de l'engrais ne cause aucun dommage à la plante.



Cette plantule a été brûlée par le sel.

Effet de sel

Par ailleurs, la localisation de l'engrais avec la graine de semence augmente les risques d'un défaut de germination ou d'un retard de levée à cause d'une salinité éventuellement extrême.

Cet effet est étroitement lié à l'indice de salinité spécifique de l'engrais. Par exemple, le KCl (0-0-60) et l'urée (46-0-0) ont les indices de salinité les plus élevés et, par conséquent, représentent un grand danger pour la germination des graines s'ils sont déposés dans le sol avec elles.

À l'inverse, le phosphate monoammonique (MAP), à formule 11-52-0, a un indice faible, de sorte qu'il risque peu de causer des problèmes de germination.

Par contre, l'urée et le phosphate diammonique peuvent tous deux dégager de l'ammoniac libre dans le sol lorsqu'ils sont placés en bandes sous la surface, ce qui peut entraver la germination.

La baisse des taux d'épandage requise est fonction de la concentration de l'engrais dans la bande de fertilisation et de sa proximité à la culture. Lorsque les rangs sont larges, les bandes de fertilisation étroites et que l'engrais est placé avec la graine, il faut nécessairement réduire le taux d'application si l'on ne veut pas compromettre le développement de la culture.

Toxicité due à l'ammoniac

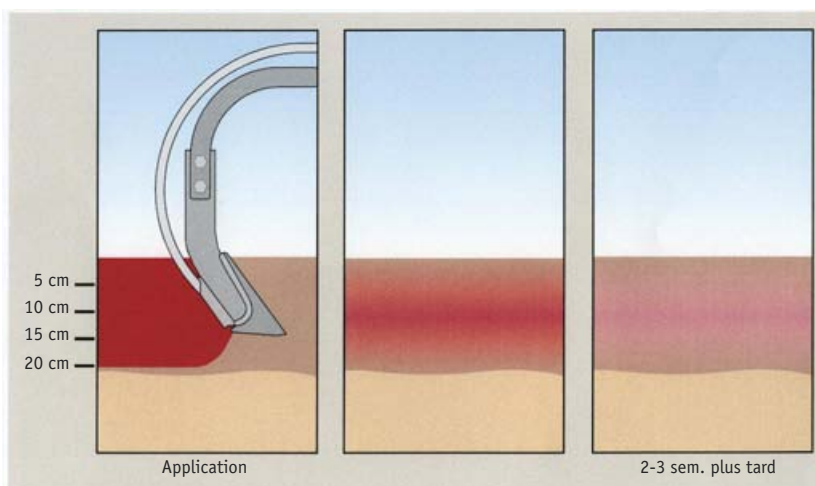
Les racines sont très sensibles aux dommages causés par l'ammoniac. L'ammoniac anhydre épandu en bandes latérales doit être placé à une bonne distance du rang. L'ammoniac appliqué en présemis doit être placé de manière à ne pas venir en contact avec les plantules.

Pour réduire les risques de dommages par l'ammoniac anhydre en présemis :

- faire l'épandage plusieurs jours avant les semis,
- placer l'engrais à au moins 15 cm (6 po) de profondeur,
- rapprocher les injecteurs de façon à réduire la concentration dans chaque bande.

Aussi bien l'urée que le phosphate diammonique (DAP, formule 18-46-0) sont susceptibles de dégager de l'ammoniac. En conséquence, l'emploi de l'un ou l'autre comme engrais de démarrage peut obliger à diminuer de beaucoup la quantité qu'on peut épandre en toute sécurité.

Réduire les pertes par volatilisation en enfouissant la matière fertilisante peu de temps après son application.



La concentration d'ammoniac dans le sol diminue au fur et à mesure qu'il est transformé en nitrate.

Pour obtenir des directives détaillées sur les taux d'épandage maximum sécuritaires, consulter les publications du MAAARO portant sur les recommandations spécifiques de chaque culture. La liste de ces publications se trouve sur la dernière page de couverture.

✓ *Enfouir le fumier aussitôt que possible*

La portion ammonium du fumier peut se volatiliser rapidement, surtout quand le fumier est épandu par temps chaud et venteux. Le taux de déperdition de l'ammoniac est le plus haut immédiatement après l'application du fumier. Il décroît progressivement au fur et à mesure que l'ammonium est soustrait de la masse. L'injection ou l'incorporation dans les plus brefs délais suivant l'épandage mettra fin à la volatilisation et améliorera la biodisponibilité de l'azote venant du fumier.

Là où le fumier est enfoui, l'azote assimilable par la culture printanière subséquente est estimé à environ 50 % de la quantité totale d'azote dans l'échantillon.



L'ammoniac libéré par les engrais peut s'avérer toxique pour les plantes.

GARDER LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS LOIN DES PUITES ET DES EAUX DE SURFACE

Il est toujours préférable de garder les éléments nutritifs à proximité des racines de la culture. Mettre en œuvre des PGO relatives à la conservation de l'eau et du sol, et observer les distances de retrait prescrites pour tenter de garder les éléments nutritifs en place.

✓ *Créer des bandes tampons.*

✓ *Garder le sol et les éléments nutritifs en place* au moyen de structures et de PGO favorisant la conservation du sol.

✓ *Rester à distance* – mettre en œuvre les PGO relatives aux distances de retrait par rapport aux eaux de surface, puits et autres aires écosensibles.

Bandes tampons

Les bandes tampons sont conçues pour éloigner les travaux agricoles des eaux de surface et pour réduire les possibilités que le sol et les éléments nutritifs quittent les champs voués à l'agriculture. Ces zones contribuent aussi à la gestion de nombreuses questions environnementales comme l'érosion, les inondations, et l'habitat de la faune et des poissons.



Les bandes tampons sont d'étroites zones de terres couvertes d'une végétation permanente situées en bordure de plans d'eau (cours d'eau, rivières, etc.). Ces petites bandes de terre jouent un rôle de premier plan dans la protection des eaux de surface.

Les bandes tampons aident à empêcher les polluants d'atteindre les sources d'eau :

- en filtrant les sédiments,
- en permettant l'infiltration des liquides à purifier,
- en favorisant l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes.

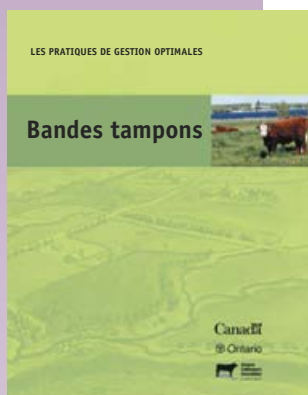
Les sédiments sont emprisonnés dans la végétation dense de la bande tampon, gardés à l'écart des cours d'eau. En particulier, le phénomène de filtration permet de capter le phosphore lié aux particules de sol. La végétation de la zone tampon améliore la structure du sol et favorise la création de canaux par les racines des plantes, améliorant ainsi l'infiltration. Le ruissellement de surface se trouve freiné par l'infiltration et la pénétration dans le sol de l'eau chargée d'éléments nutritifs. Ces mêmes éléments sont ensuite assimilés par les racines en quête de nourriture.

Les bandes tampons sont une barrière physique séparant les activités agricoles et les eaux de surface, réduisant ainsi les risques que des déversements ou des épandages fautifs aient des répercussions directes sur un plan d'eau écosensible.

RÉDUIRE L'ÉROSION ET LE RUISSELLEMENT AU MOYEN DE STRUCTURES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION ET DE PGO FAVORISANT LA CONSERVATION DES SOLS

En dépit de leur immense utilité, même les bandes tampons les mieux gérées sont incapables, à elles seules, de maîtriser les répercussions de l'érosion et du ruissellement qui ont lieu sur des terres cultivées. Une grande part des risques associés au ruissellement des eaux de surface et des écoulements concentrés prenant naissance sur les terres cultivées peut et doit être gérée sur ces terres cultivées au moyen de structures et de pratiques de conservation des sols et de l'eau. Les bandes tampons ne représentent qu'un seul élément du système de conservation : en fait, elles constituent la dernière ligne de défense.

On trouvera beaucoup plus de renseignements sur les bandes tampons dans le fascicule de la série « Les pratiques de gestion optimales » qui porte ce nom.



Structures de lutte contre l'érosion – Elles sont construites dans le champ en vue de réduire les pertes de sol et d'acheminer en sécurité les eaux de surface vers un exutoire adéquatement protégé.

Options de conservation des sols – Elles représentent différentes solutions, depuis les pratiques de travail réduit (p. ex. semis direct, gestion des résidus), jusqu'aux pratiques de gestion visant l'amélioration de la qualité du sol et la maîtrise du ruissellement, en passant par la gestion des pentes (p. ex. cultures en bandes).



Le drainage artificiel constitue peut-être la clé ouvrant la porte sur la mise en œuvre d'autres PGO. Il est en mesure de réduire le ruissellement durant certaines saisons en laissant le sol absorber un volume d'eau accru.

Structures de lutte contre l'érosion – Bassin de captage et de sédimentation utilisés pour contrer des écoulements concentrés

Dans un champ quelconque, la perte de sol et le ruissellement s'effectuent à un taux plus élevé quand les eaux se déversent dans une voie de drainage naturelle commune ou dans des voies d'eau convergentes dont l'effet est de concentrer le débit au fur et à mesure de leur descente. Le déferlement non contrôlé de ces eaux peut entraîner la formation de rigoles et de ravines. On peut atténuer l'érosion en rigoles et le ravinement, voire même les prévenir, au moyen des mesures suivantes :

- ▶ protéger le lit de la voie d'eau en le recouvrant d'une manière quelconque,
- ▶ diminuer la déclivité de la voie d'eau,
- ▶ réduire la longueur de la course de la voie d'eau,
- ▶ détourner l'écoulement sous la surface du sol.

En fait, la plupart des structures de lutte contre l'érosion mettent en œuvre une ou plusieurs de ces mesures. Par exemple, les bassins de captage et de sédimentation réduisent la longueur de la pente et détournent l'eau sous la surface.

On devrait toujours demander conseil auprès d'un spécialiste avant la conception et la construction de tels projets. À titre d'exemple, mentionnons les voies d'eau gazonnées, les colonnes descendantes et puisards, les terrasses, et les bassins de captage et de sédimentation.



Voici un bel exemple d'un bassin de captage et de sédimentation qui a été bien construit. Il est tapissé d'une culture fourragère établie.



Le bassin de captage et de sédimentation consiste en l'aménagement d'une levée de terre et de colonnes descendantes en travers d'une voie de drainage naturelle dans le but de retenir l'eau temporairement puis de l'acheminer vers un tuyau de drainage adéquat. La période de retenue de l'eau est soigneusement conçue de façon à réduire le risque de dommages aux cultures en aval.

Les structures de lutte contre l'érosion sont conçues pour maîtriser l'érosion et acheminer en sécurité les eaux de surface vers un exutoire adéquat.

Pratiques de conservation du sol

Il ne faut pas sous-estimer l'importance des sols sains près des milieux riverains. La gestion du sol préconisée par les PGO contribue à hausser la qualité des sols et à augmenter leur résistance aux forces érosives en leur apportant de la matière organique, en édifiant leurs structures et en élevant leurs taux d'infiltration.

Les PGO de gestion du sol comprennent notamment le recours à des cultures couvre-sol, à la rotation culturale et au travail réduit.

Les voies d'eau gazonnées sont des canaux nivelés, façonnés en cuvette, et couverts de graminées que l'on aménage dans des voies de drainage naturelles. Dans leur lit, on installe un ou plusieurs tuyaux de drainage souterrain afin de détourner l'eau de ruissellement et de l'acheminer vers un exutoire protégé.



Les méthodes de travail réduit, dont le semis direct, préservent la qualité du sol et freinent l'érosion et le ruissellement.



Les rotations culturales qui incluent des cultures annuelles et pérennes contribuent à l'apport de matière organique et au maintien de la qualité du sol, et elles prolongent les périodes où le sol est couvert.



Des cultures couvre-sol comme le seigle, l'avoine ou l'orge semé en automne emprisonnent les éléments nutritifs et protègent le sol contre l'érosion entre les campagnes culturales.



Dans les terres soumises au travail du sol traditionnel, il faudra de nombreuses années de cultures en rotation avant que s'accumule la matière organique. Par contre, dans les systèmes reposant sur des pratiques de conservation, il n'est pas rare que la teneur en matière organique s'accroisse plus rapidement.

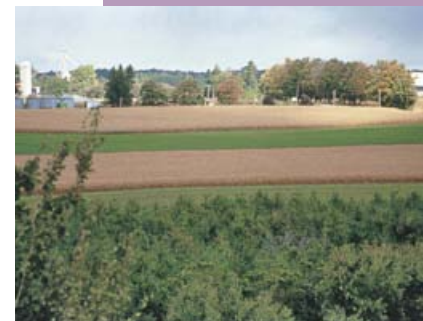
Pour plus de détails, consulter les fascicules de la série « Les pratiques de gestion optimales » intitulés *Gestion du sol* et *Semis direct : les secrets de la réussite*.



Pratiques de conservation des terres cultivées

Les pratiques de conservation des terres cultivées sont des techniques agronomiques conçues pour lutter contre l'érosion du sol en atténuant l'effet des pentes et en augmentant le couvert végétal sans recouvrir aux travaux d'ameublissement du sol. Deux exemples sont illustrés ci-dessous.

Culture en bandes suivant les courbes de niveau – on aménage des bandes alternantes de cultures sarclées, de céréales et de fourrages le long des courbes de niveau en vue de ralentir les eaux de surface et d'accroître les taux d'infiltration.



Distances de retrait

Les épandages d'éléments nutritifs devraient être effectués assez loin des eaux de surface et des eaux souterraines pour que le ruissellement ne puisse les contaminer.

Les distances de retrait (ou distances de séparation) sont mesurées horizontalement du champ fertilisé jusqu'à de l'eau de surface ou à un puits et, verticalement jusqu'à des eaux souterraines. La distance minimale devant séparer une zone d'épandage d'éléments nutritifs et une ressource en eau est fonction des risques associés aux matières qui sont épandues.

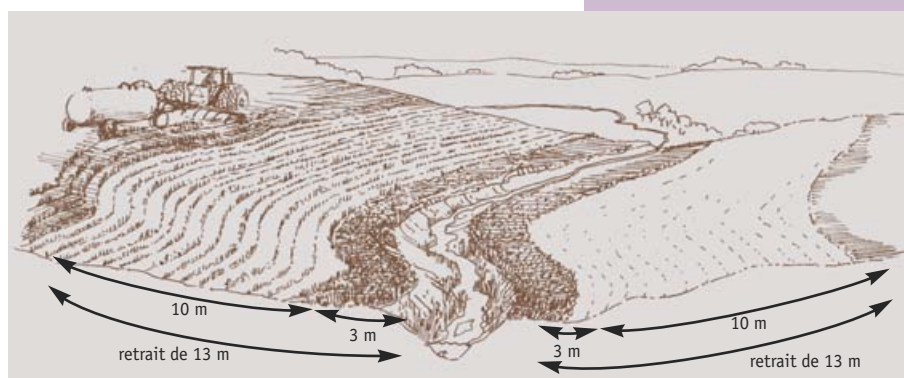
Distance de retrait par rapport à une eau de surface

Dans la plupart des cas, la protection de l'eau de surface est assurée par une zone qui lui est contiguë, sur laquelle on ne fait aucun épandage, et par une autre, plus large et voisine de la seconde, où l'on prend de grandes précautions pour empêcher les éléments nutritifs de se déplacer en utilisant des doses réduites, en enfouissant immédiatement les matières fertilisantes, en améliorant la lutte contre l'érosion, ou en appliquant plusieurs de ces mesures.

Pour les engrais commerciaux, on devrait respecter une distance de retrait de trois mètres (10 pi) par rapport à tout cours d'eau.

Pour les matières organiques, il convient d'augmenter les distances de retrait en fonction du potentiel de ruissellement dans le champ. Sur les sols perméables en bon état, même s'il n'y a pas de risque marqué de ruissellement au moment de l'application, il ne faut pas perdre de vue qu'une pluie subséquente pourrait transporter des éléments nutritifs et d'autres contaminants jusqu'à l'eau de surface.

Culture en bandes suivant les champs – on aménage des bandes de cultures sarclées, de céréales et de fourrages de largeurs constantes en travers d'une pente principale simple. Dans les pentes complexes, cette technique est plus facile à mettre en œuvre que la culture en bandes suivant les courbes de niveau.



On trouvera des renseignements plus détaillés sur les distances de retrait par rapport à l'eau de surface dans le fascicule des PGO intitulé *Gestion des fumiers*.

Distance de retrait par rapport à un puits

Puisque chaque puits constitue une ligne d'accès potentielle à l'eau souterraine, le fait de garder tout élément nutritif à une distance sécuritaire est l'une des méthodes les plus efficaces de protéger les ressources en eau. C'est là le principe qui a mené à l'élaboration des distances de séparation (distances de retrait) minimales entre un lieu d'épandage de matières nutritives et un puits ou une eau souterraine. Le tableau ci-dessous résume les distances de retrait requises par rapport à différents types de puits.

DISTANCES DE RETRAIT ENTRE UN PUIITS ET UN CHAMP OÙ A LIEU L'ÉPANDAGE DE MATIÈRES NUTRITIVES*

TYPE DE PUIITS	ENGRAIS COMMERCIAL	FUMIER	BIOSOLIDES	AUTRES MATIÈRES NUTRITIVES PRODUITES PAR DES FERMES (p. ex. eaux de lavage, jus d'ensilage)
PUITS PRIVÉ (foré à la sondeuse)	3 m (10 pi)	15 m (49 pi)	15 m (49 pi)	15 m (49 pi)
PUITS PRIVÉ (autre type)	3 m (10 pi)	30 m (98 pi)	90 m (295 pi)	30 m (98 pi)
PUITS MUNICIPAL	100 m (328 pi)	100 m (328 pi)	100 m (328 pi)	100 m (328 pi)

*Toutes les distances précisées sont mesurées horizontalement à la surface du sol.

Lessivage des éléments nutritifs

Les éléments nutritifs en solution se déplacent avec l'eau du sol. Le lessivage se produit quand de tels éléments nutritifs (p. ex. nitrates $[\text{NO}_3^-]$) descendent sous la zone racinaire à la faveur des pores du sol. L'importance du lessivage est fonction des facteurs suivants :

- la concentration des éléments nutritifs dans la solution de sol;
- la perméabilité du sol, qui est elle-même influencée par sa texture (les sols sableux et graveleux sont plus perméables que les argiles) et sa structure (p. ex. présence de larges fissures et de macropores);
- la quantité d'eau excédentaire apte à entraîner les éléments nutritifs au travers du profil – quantité plus abondante en fin d'automne et tout le printemps;
- la profondeur de la roche-mère ou de la nappe phréatique – moins de sol signifie une plus grande vitesse de déplacement.

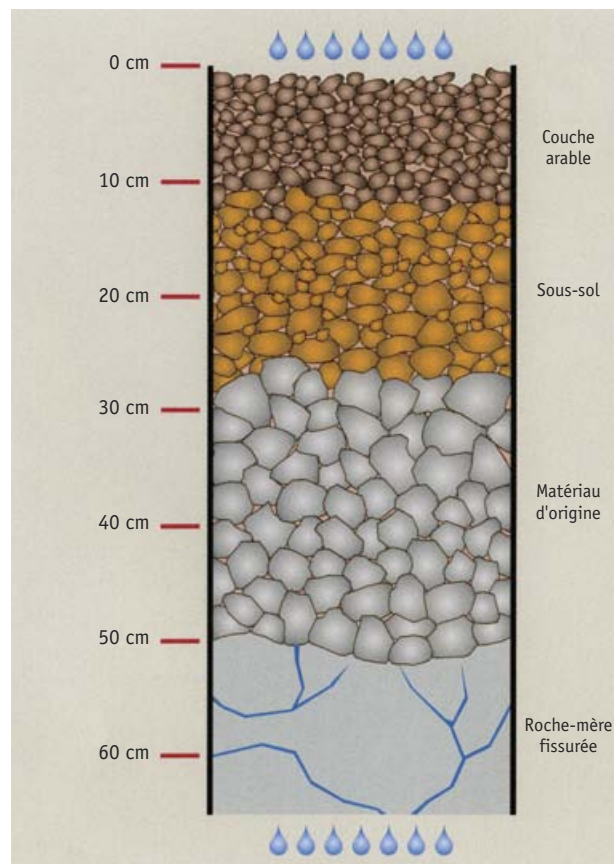
Protection de l'eau souterraine

La majorité de la roche-mère qui forme l'assise des régions agricoles de l'Ontario montre des fissures étendues. Il s'agit là d'un avantage en ce qu'elle peut agir comme une strate pouvant fournir de l'eau de puits. Par contre, cette caractéristique devient une sérieuse inquiétude quand la roche-mère est peu profonde, puisque ses fissures permettent à tout contaminant éventuel de rejoindre un aquifère sans pratiquement être filtré.

Il faut donc prendre de grandes précautions lors d'épandages de matières nutritives dans les endroits où la roche-mère est peu profonde. Habituellement, ces endroits sont le siège de rendements inférieurs aux sols profonds, de sorte que les prélèvements par la culture sont moindres et que l'aptitude du sol à retenir les éléments nutritifs est faible.

✓ **Ne faire aucun épandage d'éléments nutritifs à moins de 3 m (10 pi) d'un affleurement de la roche-mère.**

Pour de plus amples renseignements sur les restrictions applicables aux épandages de fumiers sur des sols peu profonds, se référer au fascicule des PGO *Gestion des fumiers*, mentionné plus tôt.



Les sols peu profonds sur une roche-mère fissurée offrent une protection moindre à l'eau souterraine, vu la minceur de la couche où sont filtrés et dégradés les contaminants éventuels.



L'agriculteur devrait savoir où se trouvent les endroits éco-fragiles sur ses terres cultivées. Observer les PGO relatives aux épandages sur une terre abritant une roche-mère ou un aquifère à peu de profondeur.

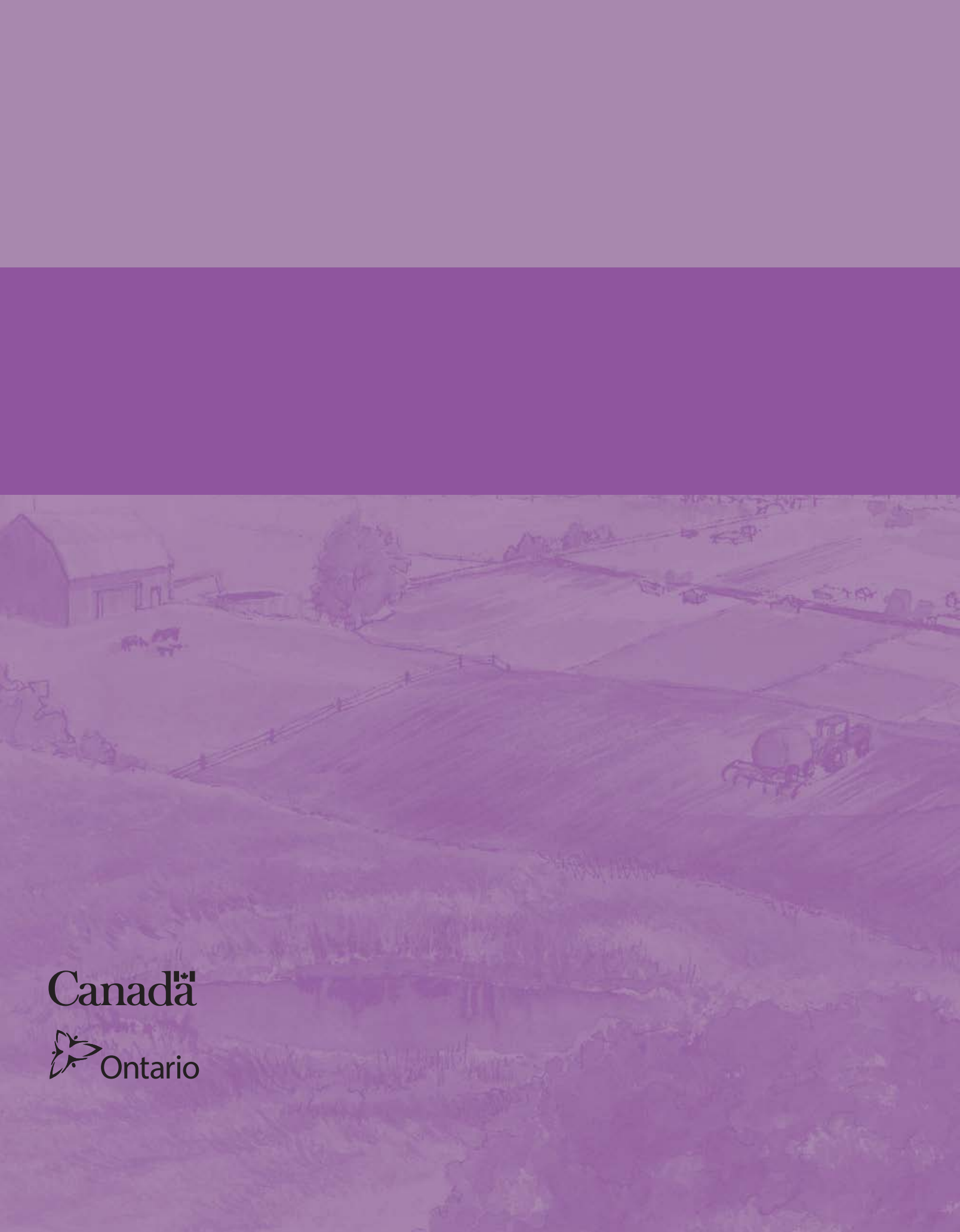
IL N'EN TIENT QU'À VOUS!

Vous seuls pouvez transformer théorie et conseils en gestes concrets. La science et l'expérience sur la ferme font foi des nombreuses bonnes raisons d'élaborer et de mettre en œuvre un plan de gestion des éléments nutritifs pour votre exploitation, sans compter la diligence raisonnable dont vous faites preuve à l'égard de votre collectivité.

Une bonne compréhension des notions fondamentales soutient tout plan bien conçu :

- connaître l'utilité des éléments nutritifs pour les cultures et leurs comportements dans le sol vous aidera à mieux prévoir les besoins de chaque culture;
- comprendre les cycles des éléments nutritifs vous aidera à en prévenir la perte ;
- connaître les avantages et inconvénients des sources d'éléments nutritifs (inorganiques et organiques) favorisera un choix plus éclairé des proportions requises sur votre exploitation.

Consultez ce fascicule souvent, à toutes les étapes de l'élaboration de votre plan de gestion, de sa mise en œuvre et de son adaptation dans les années à venir.



Canada

