



GRILLE DE RÉFÉRENCE RELATIVE À UN PLAN AGROENVIRONNEMENTAL DE FERTILISATION (PAEF)

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Le Règlement sur les exploitations agricoles (REA) définit le « Plan agroenvironnemental de fertilisation » (PAEF) ainsi : *plan qui détermine, pour chaque parcelle d'une exploitation agricole et pour chaque campagne annuelle de culture (maximum de 5 années), la culture pratiquée et la limitation de l'épandage des matières fertilisantes*. L'article 23 du REA spécifie que le PAEF, signé par un agronome, doit contenir tous les renseignements nécessaires à son application tels que les doses de matières fertilisantes ainsi que les modes et les périodes d'épandage. Par ailleurs, selon l'article 25 du REA, l'agronome doit assurer le suivi des recommandations du plan et, à la fin de la période de culture, annexer au plan un rapport sur la fertilisation effectivement réalisée. Dans ses recommandations de fertilisation, l'agronome doit aussi tenir compte des niveaux de saturation en phosphore des sols prévus à la note 3 de l'annexe 1 du REA.

RÈGLES DE L'ART ET GESTION DES MATIÈRES FERTILISANTES

Au-delà des exigences du REA, l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) révisé périodiquement les règles de l'art relatives à la gestion des matières fertilisantes. Pour ce faire, l'OAQ a créé un comité d'agronomes (chercheurs et praticiens) pour actualiser les outils d'encadrement en agroenvironnement, dont la grille de référence relative à un PAEF. De cette façon, l'OAQ s'assure d'intégrer les règles de l'art dans ses outils d'encadrement en agroenvironnement. Ces règles évoluent constamment dans ce domaine.

OBJECTIFS DE LA GRILLE

- Définir les éléments d'un PAEF et refléter son caractère dynamique et évolutif.
- Fournir un canevas de travail permettant aux agronomes en agroenvironnement d'orienter l'entreprise agricole vers une démarche agroenvironnementale.
- Servir d'outil de référence pour le comité d'inspection professionnelle de l'OAQ pour la vérification de la compétence des agronomes en fertilisation et en agroenvironnement.

GESTION DOCUMENTAIRE DU PAEF

Le document PAEF doit tendre à intégrer les éléments proposés dans cette grille de référence de l'OAQ. Il doit inclure les données statiques (ex. : coordonnées de l'exploitation agricole, description générale de l'exploitation, etc.) ainsi que les mises à jour des données annuelles changeantes (ex. : types de culture, recommandations en fertilisation, etc.) en les classant dans les sections appropriées du document. L'agronome est responsable de la gestion documentaire. Il doit s'assurer que le contenu du PAEF reflète la situation réelle de l'exploitation agricole. De plus, cette gestion documentaire permet d'imprimer uniquement les sections ou les parties de sections qui ont été modifiées.

1. DOCUMENTS SYNTHÈSES (INSÉRÉ AU DÉBUT DU PAEF)

Cette section concerne la rédaction d'un document synthèse (une ou deux pages) qui présente le portrait global d'une exploitation agricole. Par ailleurs, l'agronome doit remettre à l'exploitant agricole un document qui résume et fournit les renseignements nécessaires à l'épandage des matières fertilisantes. Le format de ces deux documents est laissé à la discrétion des agronomes. Ces documents synthèses doivent être signés et datés par l'agronome.

Éléments	Contenu
Portrait sommaire de l'exploitation agricole	<ul style="list-style-type: none">• La description de l'exploitation agricole et le sommaire des productions animales ou végétales• Le pourcentage de superficie en propriété, en location ou en entente d'épandage• Le résultat du bilan de phosphore (équilibre, surplus ou capacité de réception)• Les solutions nécessaires pour rendre conforme le bilan de phosphore en équilibre• D'autres éléments jugés pertinents permettant de fournir un portrait adéquat de l'exploitation (ex. : aire d'alimentation, zone de captage d'eau souterraine destinée à la consommation humaine...)
Document utile à remettre à l'exploitant agricole relatif aux recommandations de fertilisation	<ul style="list-style-type: none">• Renseignements nécessaires à l'épandage des matières fertilisantes

2. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX SUR L'EXPLOITATION AGRICOLE

2.1 IDENTIFICATION DES PARTIES

Éléments	Contenu
Identification des parties (agronome et client)	<ul style="list-style-type: none">• Noms et coordonnées des personnes impliquées dans le mandat du PAEF

2.2 CONTEXTE RÉGIONAL ET LOCAL

Éléments	Contenu
Brève description de la situation agroenvironnementale régionale et locale à partir de documents disponibles	<ul style="list-style-type: none">• Problématiques agroenvironnementales (ex. : bassin versant dégradé [annexe 2 du REA], zone d'intervention prioritaire, plan d'exploitation de la zone agricole, capacité de soutien des activités agricoles [études du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs ou d'autres organismes], etc.)• Participation de l'exploitation à divers projets (ex. : bassin versant, amélioration des bandes riveraines, entente de conservation et de mise en valeur d'une ressource, etc.).

Réglementation environnementale des activités agricoles en lien avec le mandat de réaliser un PAEF	<ul style="list-style-type: none"> • Loi sur la qualité de l'environnement • Règlement sur les exploitations agricoles • Règlement sur le captage des eaux souterraines • Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (bandes riveraines) • Politique québécoise de gestion des matières résiduelles • Réglementations de la municipalité, de la municipalité régionale de comté (MRC) (ex. : journées d'interdiction d'épandage, zonage agricole, bandes riveraines...)
--	---

3. IDENTIFICATION DES ZONES À RISQUE ENVIRONNEMENTAL

3.1 SUPPORT CARTOGRAPHIQUE (PLAN DE FERME)

Éléments	Contenu
Localisation des plans d'eau et des zones importantes à risque environnemental sur un support cartographique (ex. : plan de ferme ou autre support)	<ul style="list-style-type: none"> • Cours d'eau dont l'aire d'écoulement est supérieure à 2 m². • Puits individuels et collectifs • Parcelles qui recoupent les aires de protection des puits d'eau de consommation humaine • Zones inondables

4. DONNÉES ET RÉGIES DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

4.1 SUPERFICIES EN CULTURE ET FERTILITÉ DES SOLS

Éléments	Contenu
Superficies en culture et autres	<ul style="list-style-type: none"> • Sommaire des superficies cultivées (propriété, location, entente d'épandage) • Sommaire des superficies où l'on peut faire de l'épandage de matières fertilisantes
Échantillonnage et analyse chimique des sols des parcelles	<ul style="list-style-type: none"> • Bulletins d'analyse des sols (laboratoire accrédité) • Protocole d'échantillonnage des sols au champ utilisé. • Nom de la personne ayant échantillonné les sols
Caractérisation des sols des parcelles	<ul style="list-style-type: none"> • Paramètres essentiels à analyser (article 29 du REA) • Classes texturales des sols

<p>Indice de saturation en phosphore des sols égal ou supérieur aux seuils environnementaux reconnus</p> <p>Références : note 3 de l'annexe 1 du REA et le tableau 6.2 du <i>Guide de référence en fertilisation</i> (CRAAQ, 2010)</p> <p>(Consultez le document de l'OAQ sur les stratégies de fertilisation.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Liste des parcelles dont l'indice de saturation du sol en phosphore est égal ou supérieur aux seuils environnementaux fixés par le REA • Description des stratégies de fertilisation pour abaisser les taux de saturation en phosphore de ces parcelles • Justification agronomique de l'agronome s'il utilise d'autres stratégies de fertilisation que celles de l'OAQ
---	---

4.2 DESCRIPTION ET RÉGIE DES PRODUCTIONS ANIMALES

Éléments	Contenu
Lieux et installations d'élevage des animaux	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de lieux d'élevage • Nombre et capacité des ouvrages de stockage des déjections animales • Système de traitement des déjections animales (ex. : plate-forme de compostage, digesteur, etc.) • Nombre de cours d'exercice, s'il y a lieu
Cheptel et régie d'élevage	<ul style="list-style-type: none"> • Type d'élevage (nombres, catégories et poids des animaux) • Description sommaire de la régie d'élevage • Cheptel autorisé selon le certificat d'autorisation, le dernier droit d'exploitation reconnu ou le dernier avis de projet déposé • Interprétation d'un bilan alimentaire (si présent)
Particularités de l'exploitation agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Certification (norme ISO, cahier des charges, etc.) • Production biologique • Etc.

4.3 DESCRIPTION ET RÉGIE DES CULTURES ET DES SOLS

Éléments	Contenu
Cultures	<ul style="list-style-type: none"> • Sommaire des productions végétales cultivées • Rotation des cultures (actuelle et projetée) • Méthodes de validation des rendements (La Financière agricole du Québec ou rendements mesurés à la ferme)
Travail du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Sommaire des équipements et des méthodes culturales
Particularités de l'entreprise	<ul style="list-style-type: none"> • Certification (normes ISO, cahiers des charges, etc.) • Production biologique • Etc.

4.4 GESTION DES MATIÈRES FERTILISANTES ET DES PRODUITS CHAULANTS

Éléments	Contenu
Matières fertilisantes organiques	<ul style="list-style-type: none"> • Types et quantités de matières fertilisantes organiques produites et importées (fumier, lisier, compost, matières résiduelles fertilisantes [MRF], etc.)
Engrais de synthèse	<ul style="list-style-type: none"> • Types et quantités d'engrais de synthèse recommandés • Modes d'épandage et d'incorporation des engrais de synthèse
Produits chaulants	<ul style="list-style-type: none"> • Types et quantités de pierre à chaux agricole naturelle recommandés • Types et quantités d'autres amendements calciques ou magnésiens (ex. : cendre de bois, boues de chaux, etc.) recommandés
Gestion des déjections animales	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes de gestion des déjections animales (solide, liquide, eaux de laiteries, etc.) • Description des équipements d'épandage
Caractérisation des déjections animales	<ul style="list-style-type: none"> • Mandat du producteur (annexé au PAEF, si applicable) • Rapport de caractérisation indiquant (annexé au PAEF, si applicable) : <ul style="list-style-type: none"> ○ nom de la personne ayant échantillonné ○ nom du laboratoire accrédité pour les analyses ○ protocole d'échantillonnage utilisé ○ bulletins d'analyse des déjections animales ○ volumes annuels des déjections animales ○ processus de validation des données de la caractérisation ○ interprétation des données de la caractérisation (acceptées ou refusées) ○ calcul de la charge de phosphore annuelle produite au lieu d'élevage (volume X concentration) • Établissement de la production annuelle de phosphore en l'absence d'une caractérisation (art. 28.2 du REA)
Recommandation et vérification des amas au champ	<ul style="list-style-type: none"> • Mandat du producteur (annexé au PAEF, si applicable) • Rapport sur les recommandations concernant la confection des amas au champ (annexé au PAEF, si applicable) • Rapport annuel faisant la synthèse des vérifications effectuées pour l'ensemble des amas au champ (annexé au PAEF, si applicable)
Gestion des cours d'exercice.	<ul style="list-style-type: none"> • Établir la présence de cours d'exercice (si applicable)

5. LES ÉLÉMENTS DU DIAGNOSTIC À LA FERME

La réalisation d'un diagnostic à la ferme s'inscrit dans une démarche agroenvironnementale d'une exploitation agricole (section 8). C'est un document qui recense des éléments jugés incontournables pour prendre en charge le risque environnemental associé à la gestion des matières fertilisantes utilisées sur une exploitation agricole. L'agronome doit prendre en considération ces éléments dans l'élaboration d'une recommandation en fertilisation. Le *Guide d'aide à l'établissement d'un diagnostic et d'une démarche agroenvironnementale de l'exploitation agricole* est présenté à l'annexe 1.

Éléments	Contenu
Identifier les parcelles présentant des risques importants de ruissellement de l'eau de surface et d'érosion des sols	<ul style="list-style-type: none">Liste des parcelles et des facteurs associés (voir le guide)
Identifier les parcelles dont la bande riveraine est inadéquate	<ul style="list-style-type: none">Liste des parcelles et des facteurs associés (voir le guide)
Définir les principaux facteurs pouvant limiter le rendement des cultures	<ul style="list-style-type: none">Liste des principaux facteurs, avec une courte justification
Appréciation générale de la régie des sols, de l'eau et des cultures	<ul style="list-style-type: none">Liste des points forts et des points faibles relatifs au risque environnemental associé à la gestion des matières fertilisantes

6. RECOMMANDATIONS EN FERTILISATION ET EN PRODUITS CHAULANTS

Éléments	Contenu
Cultures Parcelle ou groupe de parcelles	<ul style="list-style-type: none">Espèces végétalesBesoins en éléments fertilisants (ex. : N, P₂O₅, K₂O) – Sources de référence (ex. : <i>Guide de référence en fertilisation</i> du CRAAQ, 2010)Apports en éléments fertilisants provenant des différentes matières fertilisantes utilisées, incluant les précédents culturaux et la matière organiqueBesoins et apports des produits chaulants
Matières fertilisantes utilisées	<ul style="list-style-type: none">Doses d'épandage des matières fertilisantes organiques (ex. : m³/ha) et doses d'épandage des engrais de synthèse (ex. : kg/ha)Modes et périodes d'épandage des matières fertilisantes utilisées (ex. : rampe à pendillards pour le lisier en présemis au printemps; épandeur rotatif pour les engrais de synthèse appliqués à la volée au printemps)Pourcentage du volume annuel de fumier ou de lisier appliqué après le 1^{er} octobre de chaque annéeQuantités des matières fertilisantes appliquées en post-récolte, en accord avec la ligne directrice de l'OAQ sur les épandages post-récoltes des déjections animales
Formules d'engrais de synthèse	<ul style="list-style-type: none">Élaborer ou faire élaborer des formules d'engrais de synthèse réalistes et adaptées au besoin de l'exploitation agricole (voir l'annexe 2 de cette grille)

	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter le nombre de formules d'engrais de synthèse (approche réaliste)
Suivi des recommandations de fertilisation (Consultez la <i>Ligne directrice sur le suivi au PAEF</i> de l'OAQ.)	<ul style="list-style-type: none"> • Annexer, au PAEF, un rapport annuel sur la fertilisation effectivement réalisée (art. 25 du REA); préciser les raisons des écarts importants et commenter le risque potentiel de contamination de l'environnement (s'il y a lieu) • Utiliser le registre d'épandage de l'exploitant agricole • Utiliser les factures d'engrais de synthèse de l'exploitant agricole

7. BILAN DE PHOSPHORE

Bilan de phosphore	<ul style="list-style-type: none"> • Bilan de phosphore produit à l'aide du formulaire fourni par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (art. 35 du REA) • Respect des abaques de dépôts maximums annuels de phosphore de l'annexe 1 du REA • Utilisation des recommandations proposées par l'OAQ pour déterminer la superficie minimale pour disposer de la charge de phosphore • Justification de l'agronome s'il utilise d'autres abaques ou d'autres recommandations que celles mentionnées précédemment
--------------------	---

8. DÉMARCHE AGROENVIRONNEMENTALE

Un *Guide d'aide à l'établissement d'un diagnostic et d'une démarche agroenvironnementale de l'exploitation agricole* est proposé à l'annexe 1. Une fois le diagnostic établi, ce guide permet de planifier une démarche agroenvironnementale et de mettre en place un échéancier relatif à des actions.

Éléments	Contenu
Déterminer les actions prioritaires en lien avec les éléments du diagnostic et les pratiques et activités de fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Liste des actions et échéancier de réalisation • Suivi des actions et mise à jour de l'échéancier

9. SIGNATURE DE L'AGRONOME ET RESPONSABILITÉ DU CLIENT

Éléments	Contenu
Signature et attestation de l'agronome	<ul style="list-style-type: none">• Le PAEF doit être signé par l'agronome (art. 24 du REA).• L'agronome doit attester de la conformité du PAEF aux articles concernés dans le REA et aux autres règlements assujettis aux activités de fertilisation (ex. : Règlement sur le captage des eaux souterraines).
Responsabilités du client	<ul style="list-style-type: none">• Engagement du client à respecter le PAEF, à collaborer au suivi et à informer l'agronome de toute modification, incluant la signature du producteur ou du représentant autorisé par l'exploitation agricole

10. LISTE DE DOCUMENTS À INCLURE AU PAEF

- Mandat du producteur, rapport sur les recommandations et rapport annuel faisant la synthèse des vérifications effectuées des amas au champ, si applicable (art. 9.1.1 du REA)
- Copie d'une entente d'expédition des déjections animales vers un ouvrage de stockage appartenant à un tiers, si applicable (art. 16 du REA)
- Copie des baux de location des superficies cultivées, si applicable (art. 21 du REA)
- Copie des ententes d'épandage, si applicable (art. 21 du REA)
- Rapport annuel sur la fertilisation effectivement réalisée (art. 25 du REA)
- Mandat du producteur et rapport sur la caractérisation des déjections animales, si applicable (art. 28.1 du REA)
- Mandat du producteur pour établir la production annuelle de phosphore d'un lieu d'élevage, si applicable (art. 28.2 du REA)
- Copie des résultats d'analyse des matières fertilisantes organiques utilisées pour faire les recommandations de fertilisation (ex. : fumier, purin, lisier, compost, MRF, etc.)
- Copie des résultats d'analyse de sol (art. 29 du REA)
- Copie d'une entente de traitement, de transformation ou d'élimination des déjections animales, si applicable (art. 33 du REA)
- Bilan de phosphore annuel (art. 35 du REA)
- Mise à jour du bilan de phosphore, si applicable (art. 35 du REA)
- Support cartographique des parcelles (ex. : plan de ferme, carte cadastrale, etc.)

11. LISTE DE DOCUMENTS À INCLURE AU DOSSIER DU CLIENT DE L'AGRONOME

- Diagnostic et démarche agroenvironnementale de l'exploitation agricole.
- Copie du certificat d'autorisation, copie du dernier droit d'exploitation reconnu du lieu d'élevage ou copie du dernier avis de projet.
- Copie des comptes de taxes municipales des lots possédés par le client. À renouveler lors d'une nouvelle acquisition et la vente de lots ou dans les situations jugées pertinentes par l'agronome.
- Copie des factures d'engrais de synthèse de la dernière année, si applicable.
- Copie du registre d'épandage des matières fertilisantes de la dernière année (art. 27 du REA).
- Copie du registre d'expédition ou de réception des déjections animales de la dernière année, si applicable.
- Copie d'un plan agroenvironnemental de valorisation des matières fertilisantes résiduelles, si applicable.
- Rapports de visites et notes d'entrevues.
- Contrats des services professionnels (ex. : PAEF, caractérisation, amas au champ, etc.).



Guide d'aide à l'établissement d'un diagnostic et d'une démarche agroenvironnementale de l'exploitation agricole

1. LE DIAGNOSTIC À LA FERME

1.1 Définition

La réalisation d'un diagnostic à la ferme s'inscrit dans une démarche agroenvironnementale d'une exploitation agricole. C'est un document qui recense les points forts et les points faibles de l'exploitation ainsi que les éléments jugés incontournables pour gérer le risque environnemental associé à la gestion des matières fertilisantes utilisées sur une exploitation agricole. L'agronome doit prendre en considération ces éléments dans l'élaboration d'une recommandation en fertilisation.

1.2 Objectifs

Le diagnostic à la ferme doit permettre d'identifier les éléments jugés incontournables pour appuyer les recommandations formulées dans le PAEF dans le but de s'assurer que le risque environnemental associé aux matières fertilisantes est pris en considération et que les éléments qui peuvent limiter les rendements des cultures ont été identifiés. Il faut savoir que le diagnostic en lien avec le PAEF n'a pas la même portée ni les mêmes objectifs qu'un diagnostic spécialisé sur l'érosion des sols (champ et berge) ou un plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA). Le diagnostic à la ferme doit être en lien avec les recommandations et les activités liées à la fertilisation des cultures (ex. : épandage postrécolte des déjections animales).

1.3 Reconnaissance du plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA)

Un PAA réalisé dans les règles de l'art sera reconnu par l'OAQ dans la mesure où il satisfait les sections 5 et 8 de la *Grille de référence relative à un PAEF* de l'OAQ.

1.4 Étapes de réalisation

Pour réaliser ce diagnostic, l'agronome doit échanger avec le producteur agricole et utiliser les outils pertinents dont il dispose (plan de ferme, carte topographique, études pédologiques, analyses de sol, cartes de rendement, etc.) pour l'aider à déterminer les champs et les zones à risque ainsi que les facteurs limitatifs au rendement des cultures.

Par la suite, l'agronome devra faire des validations sur le terrain en priorisant les zones qui présentent un risque potentiel élevé. Dans un deuxième temps, il aura à valider les autres lieux et éléments identifiés, le tout selon un échancier qu'il établira. L'analyse de ces éléments du diagnostic doit permettre à l'agronome de justifier l'ensemble de ses recommandations (fertilisation, rotation, pratiques culturales). Par exemple, si une zone est jugée à risque sur le plan environnemental parce que le champ présente une forte pente orientée vers un plan d'eau, l'agronome pourrait recommander au producteur agricole d'augmenter la zone de protection le long du cours d'eau lors d'un épandage de lisier en octobre ou, encore, recommander une autre période d'épandage, selon les conditions du terrain.

1.5 Stratégies d'intervention pour contrer la pollution diffuse

En ce qui concerne la pollution diffuse d'origine agricole, il est reconnu que les pertes d'azote et de phosphore (P) qui s'accumulent dans les écosystèmes aquatiques au-delà d'une certaine concentration peuvent contribuer à leur eutrophisation. De plus, le lessivage des nitrates peut contaminer progressivement les eaux souterraines ainsi que les puits d'eau potable et atteindre des concentrations qui peuvent nuire à la santé humaine. La pollution diffuse d'origine agricole est associée, entre autres, à l'enrichissement des sols en phosphore (teneur et saturation en P) (Khiari et coll., 2000; Guérin et coll., 2007; Giroux et coll., 2008) et aux voies de transport du P hors des champs, soit : le ruissellement de l'eau à la surface du sol, l'érosion des particules de sol enrichies en P et l'écoulement préférentiel (lessivage) du P à travers le profil du sol (Simard et coll., 1995; Simard et coll., 2000; Michaud et coll., 2005; Michaud et coll., 2006, IRDA, 2008a; Michaud et coll., 2009).

Pour contrer la pollution diffuse d'origine agricole, quatre stratégies complémentaires d'intervention peuvent être mises en application.

1.5.1 Gérer efficacement les matières fertilisantes à la ferme par l'entremise d'un plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF)

La première stratégie relative au PAEF est encadrée par le Règlement sur les exploitations agricoles (REA). Celui-ci vise la protection des ressources eau et sol.

Le REA prescrit des exigences relatives aux apports annuels d'éléments fertilisants sur les parcelles cultivées. En d'autres mots, le REA est axé vers le contrôle des facteurs sources de phosphore, notamment les teneurs et saturations en phosphore des sols et les taux et modes d'application des fertilisants organiques et des engrais de synthèse.

Le REA ne prescrit pas des normes précises relatives aux facteurs de transport du phosphore vers les plans d'eau. Les facteurs de transport incluent l'érosion, le ruissellement et l'écoulement souterrain (IRDA, 2008b). Toutefois, il est reconnu que certaines caractéristiques du champ (ex. : pente, bande riveraine, pédologie du sol, etc.) et certaines pratiques culturales (ex. : couverture du sol, type de culture, résidus de culture, travail du sol, etc.) peuvent interagir sur le ruissellement de l'eau de surface et l'érosion des sols et, conséquemment, sur le transport et les pertes d'éléments fertilisants vers les plans d'eau. Voilà pourquoi ces différents facteurs doivent être pris en considération dans une recommandation de fertilisation, et ce, afin de minimiser le risque environnemental associé aux matières fertilisantes.

1.5.2 Contrôler l'écoulement de l'eau provenant des champs et l'érosion des sols en misant sur les bonnes pratiques de conservation des sols et sur la mise en œuvre de travaux d'aménagement hydroagricoles parcellaire

La deuxième stratégie consiste à déterminer les parcelles présentant des risques importants de ruissellement de l'eau de surface et d'érosion des sols.

Les pratiques de conservation des sols et les travaux d'aménagement hydroagricoles ainsi que leur implantation reposent sur une démarche volontaire du producteur agricole. L'objectif de connaître ces parcelles est de permettre à l'agronome de justifier ses recommandations de fertilisation en fonction du risque environnemental associé à la parcelle, notamment pour les épandages des déjections animales en post-récolte, mais aussi pour d'autres situations.

La validation sur le terrain permettra d'apprécier l'ensemble des facteurs à considérer dans l'identification des parcelles à risque en lien avec les recommandations et les activités de fertilisation. L'agronome peut identifier les éléments suivants :

- la pente est de plus de 5 % et les parcelles se terminent dans un cours d'eau ou un plan d'eau;
- la texture du sol augmente les risques de ruissellement et d'érosion (ex. : capacité d'infiltration de l'eau limitée, très faible capacité d'échange cationique, potentiel élevé d'érodabilité);

- la présence de certaines cultures augmente les risques de ruissellement et d'érosion (ex. : culture annuelle à grand interligne);
- il n'y a pas de cultures de couverture (ex. : engrais verts);
- il n'y a pas ou peu de résidus de culture au sol;
- il y a des plans d'eau et des puits d'eau de consommation humaine à proximité des parcelles;
- il existe de grandes zones de compaction des sols;
- il existe des problèmes d'efficacité des réseaux de drainage de surface et de drainage souterrain.

1.5.3 Identifier les parcelles dont la bande riveraine est inadéquate

La troisième stratégie consiste à protéger les zones sensibles le long des plans d'eau, notamment en maintenant une bande riveraine enherbée adéquate et en stabilisant les berges et les talus des cours d'eau.

La bande riveraine le long des cours d'eau en milieu agricole est encadrée par la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables.

La bande végétale filtrante aménagée en bordure d'un cours d'eau a la capacité de réduire la pollution diffuse d'origine agricole en interceptant une partie des sédiments et des éléments fertilisants qui proviennent des champs situés en amont. La performance de la bande végétale diminue lorsque les sédiments transportés en suspension proviennent de champs à fortes pentes constitués de sols à texture fine. Les bandes riveraines doivent être complémentaires aux pratiques de conservation des sols et aux travaux d'aménagement hydroagricoles.

La Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables exige, en milieu agricole, une bande riveraine d'au moins trois mètres à partir de la ligne des hautes eaux. L'efficacité de la bande végétale filtrante varie en fonction d'un ensemble de facteurs, notamment la topographie, les aspects hydrologiques des écoulements de surface, la capacité d'infiltration des sols, la largeur et la végétation de la bande riveraine.

Un projet de recherche de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) a permis de comparer l'efficacité filtrante et épurative de bandes enherbées de largeurs variables (0, 3, 6 et 9 m). Les conditions expérimentales ont permis d'obtenir un écoulement diffus vers la bande enherbée. Les résultats des 5 années du projet (de 1997 à 2001) montrent que les bandes enherbées de 3 mètres permettent de réduire d'environ 48 % le ruissellement de surface, de 90 % les matières en suspension, de 69 % l'azote total et de 86 % le phosphore total (Duchemin et coll., 2002).

Un ensemble de facteurs sont à considérer pour déterminer les parcelles ayant une bande riveraine inadéquate, notamment :

- la largeur de la bande riveraine (inférieure à trois mètres à partir de la ligne des hautes eaux);
- le type et la densité de la végétation considérés comme insuffisants;
- la rugosité de surface et la capacité d'infiltration de la bande riveraine;
- l'écoulement préférentiel de surface non protégé (cours d'eau, fossés, etc.);
- la présence de zones de décrochement des berges et des talus.

1.5.4 Identifier les principaux facteurs pouvant limiter le rendement des cultures

La quatrième stratégie consiste à déterminer les principaux facteurs qui peuvent limiter le rendement des cultures et, par conséquent, l'efficacité économique de l'exploitation agricole. L'obtention de faibles rendements a non seulement un impact économique, mais peut avoir un impact environnemental négatif sur l'eau. Par exemple, une plus grande proportion de surface non protégée par la culture augmentera les risques de ruissellement. Le faible prélèvement des éléments fertilisants du sol par les cultures durant la saison de croissance peut aussi contribuer aux pertes d'azote et de phosphore dans l'environnement, pour le reste de l'année. Ainsi, il est important de déterminer les principaux facteurs physiques et agronomiques qui limitent les rendements des cultures, notamment :

- le drainage de surface et le drainage souterrain;
- l'acidité des sols;
- la texture et la structure du sol;
- le taux de matière organique des sols minéraux;
- la fertilité du sol (propriétés physiques, biologiques et chimiques);
- la rotation des cultures;
- le bilan prévisionnel de l'azote du système cultural (l'apport par la matière organique, les précédents et les résidus culturaux, l'arrière effet des engrais organiques, etc.).

Au fil des années, l'agronome sera en mesure de déterminer, chez ses clients, les principaux facteurs limitatifs du rendement des cultures et de leur proposer une démarche corrective. L'interprétation de cartes de rendement est l'un des moyens permettant de définir les zones problématiques. Les actions proposées et acceptées par l'exploitant agricole s'inscrivent dans la démarche agroenvironnementale de l'exploitation agricole.

1.6 Appréciation générale de la régie des sols, de l'eau et des cultures

Faisant suite à la collecte de données de l'exploitation agricole pour élaborer le diagnostic et le PAEF, l'agronome est en mesure de faire ressortir, de façon générale, les points forts et les points faibles de l'exploitation agricole concernant la gestion du risque environnemental associé à la régie des sols, de l'eau et des cultures.

2. LA DÉMARCHE AGROENVIRONNEMENTALE

2.1 Définition

La démarche agroenvironnementale est un plan de travail dans lequel l'agronome propose au producteur agricole des gestes à poser en fonction des points faibles identifiés dans le diagnostic à la ferme.

2.2 Contexte

Toujours en lien avec les activités de fertilisation, l'agronome doit proposer une démarche agroenvironnementale adaptée au besoin du producteur agricole et à sa réalité économique. C'est à ce dernier que revient la décision de mettre en œuvre ou non la ou les pratiques recommandées et d'utiliser l'échéancier proposé. Par ailleurs, la démarche est revue périodiquement par l'agronome.

2.3 Étapes de réalisation

2.3.1 Définir les actions prioritaires

L'agronome doit identifier, parmi les éléments du diagnostic, ceux qui présentent le potentiel de risque le plus élevé. Par la suite, il doit proposer au producteur agricole des actions pour corriger ou améliorer ces points.

2.3.2 Proposer un échéancier de réalisation

L'agronome doit proposer au producteur agricole un échéancier de réalisation de ces actions. Cet échéancier doit être accepté par le producteur. L'agronome doit effectuer le suivi des actions réalisées et la mise à jour de la démarche agroenvironnementale en proposant d'autres interventions.

RÉFÉRENCES

- Bentrup, G. 2008. Zones tampons de conservation : lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 115 p.
[En ligne] : <http://www.unl.edu/nac/bufferguidelines/> (consulté le 29 août 2011).
- Duchemin, M., P. Lafrance et C. Bernard. 2002. Les bandes enherbées : une pratique de conservation efficace pour réduire la pollution diffuse. IRDA. Fiche technique # FT040905Fb, 2p.
- Giroux, M., M. Duchemin., A. R. Michaud., I. Beaudin., C. Landry., P. Enright., C. A. Madramootoo et M.R. Laverdière. 2008. Relation entre les concentrations en phosphore particulaire et dissous dans les eaux de ruissellement et les teneurs en P total et assimilable des sols pour différentes cultures. Agrosolutions, vol. 19, n° 1, p. 4-15.
- Guérin, J., L. É. Parent et R. Abdelhafid. 2007. Agri-environmental thresholds using Mehlich III soil phosphorus saturation index for vegetables in histosols. *Journal of Environmental Quality*, vol. 36, p. 975-982.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2008a. Les sources, les formes et la gestion du phosphore en milieu agricole : du sol au cours d'eau. Fiche technique n° 2, 12 p.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2008b. Les outils de caractérisation du risque de perte de phosphore vers les eaux de surface. Fiche technique n° 4, 14 p.
- Khiari, L., L. É. Parent., A. Pellerin., R.A. Alimi., C. Tremblay., R. R. Simard et J. Fortin. 2000. An agri-environmental phosphorus saturation index for acid light-textured soils. *Journal of Environmental Quality*, vol. 29, p. 1561-1567.
- Michaud, A. R., R. Lauzier et M. R. Laverdière. 2005. Mobilité du phosphore et intervention agroenvironnementale en bassin versant agricole : Étude de cas du ruisseau au Castor, tributaire de la rivière Aux Brochets, Québec. *Agrosol*, vol. 16, n° 1, p. 47-60.
- Michaud, A. R., I. Beaudin et J. Deslandes. 2006. Modélisation de l'hydrologie et des dynamiques de pollution diffuse dans le bassin versant de la rivière aux Brochets à l'aide du modèle SWAT. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, rapport final, 108 p.
- Michaud, A. R., S. C. Poirier., J. Desjardins., M. Grenier et I. Saint-Laurent. 2009. Évaluation des exportations de surface et souterraines de phosphore en sol drainé. Rapport final de projet. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et MAPAQ, Québec, Québec, 39 p.
- Simard, R. R., D. Cluis., G. Gangbazo et S. Beauchemin. 1995. Phosphorus status of forest and agricultural soils from a watershed of high animal density. *Journal of Environmental Quality*, vol. 24, p. 1010-1017.
- Simard, R. R., S. Beauchemin et P. M. Haygarth. 2000. Potential for preferential pathways of phosphorus transport. *Journal of Environmental Quality*, vol. 29, p. 97-105.



STRATÉGIES DE FERTILISATION RELATIVES À L'INDICE DE SATURATION EN PHOSPHORE DES SOLS

Contexte réglementaire

Lorsque l'indice de saturation en phosphore du sol minéral ($ISP_1 = (P/Al)_{M-3}$), déterminé par la méthode Mehlich-3, a atteint les seuils environnementaux prévus à la note 3 de l'annexe 1 du Règlement sur les exploitations agricoles (REA), l'agronome doit, par ses recommandations, faire en sorte que le niveau de saturation du sol en phosphore (P) soit abaissé à une valeur inférieure à 7,6 % pour un sol avec une teneur en argile supérieure à 30 % et à 13,1 % pour un sol avec une teneur en argile égale ou inférieure à 30 % et qu'il soit maintenu sous ce seuil. La note 3 de l'annexe 1 du REA est donc une obligation réglementaire qui interpelle l'agronome et son client.

Ce document présente un ensemble de stratégies de fertilisation visant à abaisser le niveau de saturation en P des sols minéraux et organiques sous les seuils environnementaux critiques de saturation en P.

1. SOLS MINÉRAUX

1.1. GRANDES CULTURES¹

Les stratégies de fertilisation proposées tiennent compte de trois aspects.

- a. Les seuils environnementaux critiques de saturation en P sont différents selon la teneur en argile du sol et ils sont plus élevés pour les sols sableux, comparativement aux loams ou aux argiles (Pellerin et coll., 2006).
- b. La dose moyenne de P correspondant à un bilan équilibré à la surface du sol est d'environ 45 kg de phosphore (P_2O_5) total/ha. Cet apport annuel de P permettrait, au fil des années, de réduire la teneur en P assimilable des sols considérés comme riches en P (Giroux et coll., 2002; Giroux et Royer, 2007).
- c. Les recommandations agronomiques contenues dans les grilles du *Guide de référence en fertilisation* du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ, 2010).

Indice de saturation en phosphore égal ou supérieur aux seuils environnementaux critiques

Quand certains types d'engrais sont utilisés et l'indice de saturation en phosphore $(P/Al)_{M-3}$ est égal ou supérieur à 7,6 % pour un sol ayant une teneur en argile supérieure à 30 % et égal ou supérieur à 13,1 % pour un sol ayant une teneur en argile égale ou inférieure à 30 %, les recommandations de fertilisation faites par l'agronome doivent être basées sur les situations suivantes.

- a. Utilisation d'engrais organiques
 - Recommander un apport annuel maximal de 45 kg de P_2O_5 total/ha. Cependant, dans le cadre d'une rotation de 3 ans, un dépassement de l'apport annuel de 45 kg de P_2O_5 total/ha est permis, sans toutefois dépasser un apport total de 135 kg de P_2O_5 total/ha sur les 3 années.
- b. Utilisation uniquement d'engrais de synthèse phosphatés
 - Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).

¹ Avoine, blé, canola, gazon, lin, maïs-grain, maïs à ensilage, maïs sucré, millet, orge, pâturages, prairies, sarrasin, sorgho du Soudan, soya

1.2. CULTURES MARAÎCHÈRES²

Les stratégies de fertilisation proposées tiennent compte de trois aspects.

- Les seuils environnementaux critiques de saturation en phosphore sont différents selon la teneur en argile du sol. Ils sont plus élevés pour les sols sableux, comparativement aux loams ou aux argiles (Pellerin et coll., 2006).
- Les recommandations agronomiques contenues dans les grilles du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).
- La stratégie est définie pour un cycle de culture. S'il y a deux cultures dans une même année dans un même champ, la stratégie peut être appliquée deux fois.

Indice de saturation en phosphore égal ou supérieur aux seuils environnementaux critiques

Lorsque le $(P/Al)_{M-3}$ est égal ou supérieur à 7,6 % pour un sol ayant une teneur en argile supérieure à 30 % et à 13,1 % pour un sol ayant une teneur en argile égale ou inférieure à 30 %, les recommandations de fertilisation faites par l'agronome doivent être basées sur les situations suivantes.

- Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).
- Dans le cadre d'une rotation de trois années et de l'utilisation d'engrais organiques, un dépassement de l'apport annuel prévu aux grilles de référence est permis, sans toutefois dépasser l'apport de P_2O_5 total permis pour les trois années de la rotation.

1.3. POMMES DE TERRE

- Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).

2. SOLS ORGANIQUES

2.1. GRANDES CULTURES

Les stratégies de fertilisation proposées tiennent compte de quatre aspects.

- Par définition, les sols organiques contiennent plus de 30 % de matière organique (Groupe de travail sur la classification des sols, 1998).
- Le seuil environnemental critique de saturation en P en sol organique est de 5 % (Guérin et coll., 2007). L'indice de saturation en P en sol organique (ISP_3), évalué à partir de la méthode Mehlich-3, est exprimé en pourcentage de la façon suivante :

$$ISP_3 (\%) = \left[\frac{\frac{P}{31}}{\frac{Al}{27} + 5 \times \frac{Fe}{56}} \right]_{M-3} \times 100$$

- Le seuil environnemental critique de saturation en P de 5 % correspond à environ 105 kg P_{M-3} /ha.
- Les recommandations agronomiques contenues dans les grilles du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).

² Ail, aubergine, brocoli, carotte, chou, chou-fleur, concombre, cornichon, courge, épinard, haricot, laitue, melon, oignon, panais, piment doux, poireau, pois, poivron, rutabaga, tomate.

Indice de saturation en phosphore égal ou supérieur au seuil environnemental critique

Comme aucun essai de fertilisation n'a été fait en sol organique pour les grandes cultures, les membres du comité de gestion des matières fertilisantes de l'OAQ présument que les recommandations en sol minéral basées sur le P_{M-3} et l'ISP₁ sont applicables en sol organique. Ils supposent aussi que les analyses de l'ISP₁ sont transposables sur une base d'ISP₃. Par conséquent, lorsque l'ISP₃ est égal ou supérieur à 5 %, les recommandations de fertilisation faites par l'agronome doivent être basées sur les situations suivantes.

- a. Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010) pour ces cultures en sol minéral.
- b. Dans le cadre d'une rotation de trois années et de l'utilisation d'engrais organiques, un dépassement de l'apport annuel prévu aux grilles de référence en fertilisation est permis, sans toutefois dépasser l'apport de P_2O_5 total permis pour les trois années de la rotation.

2.2. CULTURES MARAÎCHÈRES

Les stratégies de fertilisation proposées tiennent compte de cinq aspects.

- a. Par définition, les sols organiques contiennent plus de 30 % de matière organique (Groupe de travail sur la classification des sols, 1998).
- b. Le seuil environnemental critique de saturation en phosphore en sol organique est de 5 %, selon l'ISP₃ (Guérin et coll., 2007). Ce seuil correspond à environ 105 kg P_{M-3} /ha.
- c. Les recommandations agronomiques contenues dans les grilles du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).
- d. La stratégie est définie pour un cycle de culture. S'il y a deux cultures dans une même année dans un même champ, la stratégie peut être appliquée deux fois.

Indice de saturation en phosphore égal ou supérieur au seuil environnemental critique

Lorsque l'ISP₃ est égal ou supérieur à 5 %, les recommandations de fertilisation faites par l'agronome doivent être basées sur les situations suivantes.

- a. Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).
- b. Les engrais organiques ne sont pas recommandés.

3. SYNTHÈSE DES ÉTUDES SUR L'ENRICHISSEMENT ET LA RÉTROVERSION DU PHOSPHORE

Le taux d'enrichissement des sols en P est relativement bien documenté alors que celui du taux de réduction de la saturation des sols en P pour se situer sous le seuil environnemental l'est moins. Certaines études réalisées au Québec ont, toutefois, porté sur l'évolution de la teneur en P des sols en lien avec le bilan annuel du P pour chaque parcelle (Giroux et coll., 2002) et sur les effets à long terme des applications de P sur les rendements ainsi que l'évolution des teneurs, de la saturation et de la solubilité du P dans deux sols très riches en P (Giroux et Royer, 2007; Messiga, 2010). Les résultats de ces trois études constituent les bases scientifiques pour appuyer les stratégies de fertilisation, en lien avec la note 3 de l'annexe 1 du REA.

Selon l'étude de Giroux et coll. (2002), lorsque les apports de P au sol sont inférieurs aux exportations de P des cultures (bilan négatif), une diminution de la teneur en P assimilable des sols est observée en sols riches, mais beaucoup moins en sols pauvres. Dans la situation où le bilan est équilibré ou modérément excédentaire, une baisse du P assimilable est observée dans les sols riches et un maintien, dans les sols pauvres. Lorsque le bilan du P est excédentaire d'environ 30 kg P_2O_5 /ha, la rétroversion du P compense le surplus du bilan de sorte que les sols maintiennent leur teneur en P assimilable. Lorsque les apports

de P sont importants et dépassent de 30 kg P₂O₅/ha les exportations, une augmentation du P assimilable est observée dans tous les sols.

Cette étude a aussi montré que l'évolution de la teneur en P assimilable et de la saturation en P d'un sol ne dépend pas seulement des quantités apportées et exportées en P, mais aussi des teneurs initiales en P assimilable et de la rétroversion du P liée à la nature pédologique et physico-chimique des sols (Giroux et coll., 2002). En effet, les caractéristiques pédologiques d'un sol (ex. : texture, contenu en argile, pH, etc.) influencent la capacité de rétroversion du P des sols et sa solubilité.

L'étude de Giroux et Royer (2007) visait, quant à elle, à établir l'effet des doses de P appliquées (0, 30, 60 kg P₂O₅/ha) sur les rendements des cultures, les exportations et le bilan de P. L'évolution des teneurs en P assimilable et en P soluble à l'eau a été déterminée dans un loam sableux Du Contour et dans un loam Sainte-Rosalie. L'étude a été conduite sur une période de 8 ans, soit 2 cycles de rotation maïs-maïs-soya-blé. Les chercheurs ont également mesuré les taux de diminution de la saturation en P et le temps nécessaire pour ramener les sols au seuil environnemental critique de saturation en P.

Les résultats de l'étude indiquent que les rendements des cultures n'ont pas été affectés de façon importante par les doses de P et que les réserves de P assimilable accumulées à des niveaux très élevés peuvent suffire au besoin des cultures pendant plusieurs années sans que des apports d'engrais soient nécessaires. Après une période de 8 ans, la réduction moyenne annuelle de P Mehlich-3 du loam sableux Du Contour a été de -15,1 kg P/ha-an dans la parcelle témoin sans engrais; de -14,8 kg P/ha-an avec la dose de 30 kg P₂O₅/ha et de -12,1 kg P/ha-an avec la dose de 60 kg P₂O₅/ha. Pour le loam Sainte-Rosalie, la réduction moyenne annuelle de P Mehlich-3 a été de -13,5 kg P/ha-an dans la parcelle témoin sans engrais; de -10,1 kg P/ha-an avec la dose de 30 kg P₂O₅/ha et de -8,5 kg P/ha-an avec la dose de 60 kg P₂O₅/ha. La dose de P correspondant à un bilan P équilibré (apport = exportation) est de 46 kg P₂O₅/ha dans le loam sableux Du Contour et de 44 kg P₂O₅/ha dans le loam Sainte-Rosalie. La dose appliquée de 60 kg P₂O₅/ha excède d'environ 15 kg P₂O₅/ha la dose d'équilibre du bilan (44 et 46 kg P₂O₅/ha), mais elle permet quand même la réduction de la teneur en P des sols, et ce, à un rythme plus lent. Ces résultats confirment les observations de l'étude de Giroux et coll. (2002). Le temps nécessaire pour atteindre le seuil de saturation en P de 13,1 % pour le loam sableux Du Contour et le loam Sainte-Rosalie est respectivement de 10 ans et de 8 ans pour la dose 0 kg P₂O₅/ha, de 12 ans et de 10 pour la dose de 30 kg P₂O₅/ha et de 14 ans pour la dose de 60 kg P₂O₅/ha.

L'étude de Messiga (2010) a démontré que, dans un système de rotation maïs-soya effectué sur une longue période (15 années), l'apport annuel de 80 kg P₂O₅/ha d'un engrais de synthèse phosphaté pour fertiliser le maïs suivi d'un apport de 0 kg P₂O₅/ha pour le soya conduit à une diminution progressive du P_{M-3} des sols au fil des années.

Pour les trois études concernant le P, l'application d'un bilan équilibré ou modérément excédentaire à la surface du sol est donc une mesure de réduction de la teneur et de la saturation en P des sols très riches.

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. Guide de référence en fertilisation, 2^e édition, 473 p.
- Giroux, M., J. Cantin, R. Rivest et G. Tremblay. 2002. Évaluation des teneurs en phosphore dans les sols selon la fertilisation, la richesse en P et les types de sols. Compte-rendu sur CD du colloque sur le phosphore OAQ-APAQ. « Une gestion éclairée », 19 p.
- Giroux, M. et R. Royer. 2007. Effets à long terme des applications de phosphore sur les rendements, l'évolution des teneurs, de la saturation et de la solubilité du P dans deux sols très riches. Agrosolutions. 18 (1) : 17 -24.
- Guérin, J., L.-É. Parent et R. Abdelhafidh. 2007. *Agri-environmental thresholds using Mehlich III soil phosphorus saturation indexes for vegetables in Histosols*. J. Environ. Qual. 36 : 975-982.
- Groupe de travail sur la classification des sols, 1998. Le système canadien de classification des sols, 3^e édition, Agriculture et Agroalimentaire Canada, publication 1646, 187 p.
- Messiga, A. J. (2010). Transferts du phosphore dans les sols de grandes cultures. Thèse de doctorat en sols et environnement, Université Laval, Québec, 240 p.
- Pellerin, A., L.-É. Parent, J. Fortin, C. Tremblay, L. Khiari et M. Giroux. 2006. *Environmental Mehlich-III soil phosphorus saturation indices for Quebec acid to near neutral mineral soils varying in texture and genesis*. Can. J. Soil Sci. 86 : 711-723.



**RECOMMANDATIONS POUR DÉTERMINER LA SUPERFICIE MINIMALE
EN CULTURE AFIN DE DISPOSER DE LA CHARGE DE PHOSPHORE (P₂O₅)
POUR LES CULTURES NON MENTIONNÉES À L'ANNEXE 1 DU
RÈGLEMENT SUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES**

1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'annexe 1 du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) propose des abaques de dépôts maximums annuels de phosphore pour l'ensemble des matières fertilisantes pour les cultures suivantes : maïs, avoine, blé, orge, soya, prairies et pâturages. Mentionnons que les valeurs des abaques ne doivent pas être considérées comme des recommandations de fertilisation. Elles sont utilisées pour déterminer la superficie minimale en culture permettant de disposer de la charge de phosphore d'un lieu d'élevage ou d'un lieu d'épandage. Ces valeurs des abaques constituent donc un outil de planification à la ferme pour élaborer le bilan de phosphore.

Dans ce même objectif, l'OAQ propose les recommandations suivantes, appuyées sur les aspects mentionnés ci-dessous, afin de déterminer la superficie minimale en culture pour disposer de la charge de phosphore pour les cultures n'ayant pas d'abaques de dépôts maximums annuels.

- a. les abaques de dépôts maximums annuels pour les grandes cultures et les prairies permettent des apports supérieurs aux recommandations inscrites dans le *Guide de référence en fertilisation* du CRAAQ (2010).
- b. les coefficients moyens d'efficacité du phosphore des engrais de ferme varient de 0,65 à 1,00 (CRAAQ, 2010).

2. RECOMMANDATIONS

Lorsque l'indice de saturation en phosphore ($ISP_1 = P_{M-3}/Al_{M-3}$) est inférieur à 7,6 % pour un sol minéral ayant une teneur en argile supérieure à 30 % et à 13,1 % pour un sol ayant une teneur en argile égale ou inférieure à 30 % ou que l'indice de saturation en phosphore en sol organique (ISP_3), exprimé ci-dessous en pourcentage, est inférieur à 5,0 %, les recommandations suivantes peuvent être utilisées pour déterminer la superficie minimale en culture pour disposer de la charge de phosphore.

$$ISP_3 (\%) = \left[\frac{\frac{P}{31}}{\frac{Al}{27} + 5 \times \frac{Fe}{56}} \right]_{M-3} \times 100$$

- a. Utiliser les recommandations du *Guide de référence en fertilisation* (CRAAQ, 2010).
- b. Étant donné l'absence d'abaques de dépôts maximums pour les cultures non mentionnées à l'annexe 1 du REA :
 - un apport excédentaire maximal de 35 % par champ est permis par rapport à la recommandation en phosphore inscrite dans le *Guide de référence en fertilisation* du CRAAQ (2010) pour le calcul du dépôt maximum dans le bilan de phosphore;
 - les recommandations doivent être basées sur le phosphore total (P₂O₅) des engrais organiques lorsqu'ils sont utilisés;
 - nous présumons que les recommandations en sol minéral basées sur le P_{M-3} et l'ISP₁ sont applicables en sol organique, puisqu'aucun essai de fertilisation n'a été fait en sol organique pour les grandes cultures, prairies et autres cultures. Nous supposons aussi que les analyses de l'ISP₁ sont transposables sur une base d'ISP₃.

Ligne directrice sur les épandages post récoltes des déjections animales

Cette ligne directrice concerne la gestion agronomique et environnementale des épandages post récoltes des déjections animales. Épanchées sur les sols à l'automne, ces dernières peuvent, dans certaines situations, présenter des avantages agronomiques et techniques ainsi que favoriser une cohabitation harmonieuse avec les citoyens. Toutefois, il faut se rappeler que cette période est plus propice aux pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement que le reste de l'année.

La présente ligne directrice ne se substitue pas aux exigences du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) en ce qui a trait aux épandages de déjections animales après le 1^{er} octobre. Les exigences sont résumées ci-dessous. Elle a plutôt pour objectif de décrire les normes de pratique et les règles de l'art que l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) a élaborées en prenant en considération les plus récents travaux de recherche (voir le texte à l'annexe 1) et l'expertise agronomique. En toutes circonstances, l'agronome doit exercer son jugement professionnel; tenir compte de l'ensemble des paramètres propres à chaque cas et recommander les mesures appropriées.

Les normes réglementaires à respecter

L'article 31 du REA stipule que :

- l'épandage de matières fertilisantes doit être réalisé sur un sol non gelé et non enneigé;
- l'épandage de matières fertilisantes doit être fait du 1^{er} avril au 1^{er} octobre de chaque année, à moins que l'agronome ne précise une nouvelle période d'interdiction. Si les matières fertilisantes à épandre sont des déjections animales, la proportion de celles-ci doit être inférieure à 35 % du volume annuel produit par le lieu d'élevage.

L'article 28.1 du REA stipule également que l'agronome, qui a recommandé l'épandage des déjections animales après le 1^{er} octobre dans le plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF), doit faire ajouter les paramètres suivants à l'analyse des déjections animales :

- azote ammoniacal;
- rapport carbone/azote.

Éléments agronomiques et recommandations de fertilisation

Selon le type de déjections animales, la capacité des structures d'entreposage et le plan de culture de l'exploitation, l'agronome peut recommander l'épandage de déjections animales après le 1^{er} octobre dès la conception du PAEF (ex. : en février). Il peut aussi faire les recommandations d'épandage en post récolte des déjections animales lors d'une mise à jour du PAEF (ex. : en octobre).

L'agronome doit informer son client de la nécessité de caractériser les déjections animales. De plus, avant de faire une recommandation d'épandage post récolte, l'agronome doit évaluer les risques de perte des éléments fertilisants et les risques de perte de nitrates, par ruissellement ou lessivage, en tenant compte des paramètres énumérés ci-dessous.

- **Type de déjections animales épanchées** — Le rapport C/N et le rapport N-NH₄/N total des déjections animales à épandre permettent d'estimer à partir de quel moment et à quelle vitesse apparaîtront les nitrates dans le sol et, de ce fait, d'estimer le risque de perte d'azote par lessivage. Une matière fertilisante organique avec un rapport N-NH₄/N ≥ 50 % indique une libération rapide des nitrates. Une matière fertilisante avec un rapport C/N < 15 libère des nitrates en quelques jours. Par contre, une matière fertilisante organique ayant un rapport C/N > 15 peut

causer une immobilisation temporaire de l'azote et mettre plusieurs semaines avant de libérer des nitrates dans le sol. Toute recommandation d'épandage devrait viser un synchronisme entre la libération des nitrates dans le sol et leur absorption par les cultures.

- **Choix des parcelles réceptrices** — L'absence de culture ou de résidus de culture à la surface du sol augmente le risque de perte d'éléments nutritifs par ruissellement, en particulier pour les parcelles en pente. Par ailleurs, un sol de texture grossière (moins de 18 % d'argile) augmente le risque de lessivage de l'azote, d'où la nécessité de recommander un apport moindre d'azote disponible. La présence de plans d'eau, de puits et de fossés doit être prise en compte lors de la recommandation.
- **L'incorporation au sol** — En l'absence de culture, l'enfouissement des déjections animales doit être privilégié. Une incorporation (de 5 à 10 cm) dans les 24 heures suivant l'épandage des déjections animales ayant un rapport N-NH₄/N total ≥ 50 % ou ayant un rapport C/N ≤ 25 assure une conservation maximale de l'azote ammoniacal. De plus, un enfouissement rapide et avant toute pluie préviendra les pertes d'éléments nutritifs et de micro-organismes dans les eaux de ruissellement. La valorisation des déjections animales en présence de cultures pérennes, de cultures de couverture ou de cultures intercalaires permet le prélèvement d'une portion des éléments nutritifs apportés par la matière fertilisante. Elle réduit ainsi les risques de pertes d'éléments nutritifs. La présence de résidus de cultures (ex. : paille de céréales) peut également réduire les risques de pertes d'éléments nutritifs en provoquant une immobilisation temporaire de l'azote rapidement disponible.
- **Choix de la période d'épandage** — La libération de nitrates dans le sol à l'automne est hautement probable dans le cas des épandages postrécoltes hâtifs (août ou septembre) des déjections animales avec un rapport C/N ≤ 15 . En l'absence de cultures de couverture pour les prélever, ces nitrates sont très prédisposés aux pertes environnementales. Par contre, comme le froid ralentit la transformation de l'azote dans le sol, un épandage tardif (ex. : en octobre) diminue le risque environnemental associé à la libération des nitrates dans le sol. Cette pratique serait donc recommandable, pourvu que les autres conditions d'épandage (ex. : portance du sol, eaux de ruissellement) permettent de maintenir les risques environnementaux à un niveau acceptable.

Inversement, comme l'immobilisation de l'azote semble fortement réduite sous les 2 °C, les déjections animales susceptibles d'immobiliser l'azote (ex. : fumiers pailleux avec un rapport C/N > 15) auraient avantage à être épandues plus tôt (juillet ou août) afin de permettre à cette phase d'immobilisation de se terminer avant le semis de la culture de l'année suivante.

- **Conditions climatiques et portance du sol** — L'épandage des déjections animales ne devrait se faire que sur un sol ayant une bonne portance, non enneigé et non gelé. En effet, les épandages sur un sol saturé d'eau (plus sujet à la compaction) augmentent beaucoup les risques de pertes d'azote nitrique ou ammoniacal. Par ailleurs, l'épandage des déjections animales durant une pluie intense favorise les pertes d'éléments nutritifs par ruissellement des eaux en surface ou par les eaux de drainage. L'agronome doit sensibiliser l'exploitant agricole au respect de ces conditions.
- **Dose d'épandage** — L'agronome détermine la dose d'épandage postrécolte des déjections animales en tenant compte des paramètres énumérés ci-dessus, du besoin en azote de la culture subséquente et des seuils environnementaux relatifs aux indices de saturation du sol en phosphore.

ANNEXE 1 :

JUSTIFICATION AGRONOMIQUE RELATIVE À L'ÉPANDAGE POSTRÉCOLTE DES DÉJECTIONS ANIMALES

INTRODUCTION

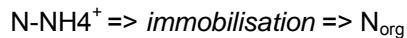
Les recommandations de fertilisation doivent s'appuyer sur des résultats scientifiques et des justifications agronomiques. En ce qui a trait au choix des périodes d'épandage des déjections animales, les agronomes du Québec peuvent compter sur un grand nombre de travaux de recherche réalisés dans des conditions similaires à celles des exploitations agricoles de leurs clients. Ce document présente une synthèse de ces travaux, après un rappel des principales transformations de l'azote dans le sol. Bien intégrer ces connaissances et les traduire en recommandations de fertilisation requiert une prise en compte de certains éléments d'ordre pratique, réglementaire et professionnel.

THÉORIE

Les plantes cultivées comblent leurs besoins en azote principalement par l'absorption de nitrates (NO_3^-) de la solution du sol. Comme il y a peu de NO_3^- dans les déjections animales (l'azote s'y trouvant en proportions variables sous forme ammoniacale (N-NH_4^+) ou organique (N_{org})), l'objectif d'un épandage est de synchroniser « fourniture et absorption ». La fourniture de nitrates est assurée par les processus microbiens (bactériens) suivants :



Après l'épandage d'un engrais de ferme fibreux ($\text{C/N} > 15$), les microorganismes vont accaparer de l'azote disponible pour amorcer la décomposition de la fraction organique.



La durée de la période d'immobilisation, pendant laquelle la disponibilité de l'azote à la culture est momentanément réduite, dépend des paramètres chimiques de la matière fertilisante (C/N et proportion $\text{N-NH}_4^+/\text{N}_{\text{total}}$) et de la température du sol. Par exemple, après l'épandage en début d'été (sol à $20 \text{ } ^\circ\text{C}$) d'un fumier de bovins pailleux de C/N de 18 et dont 25 % de l'azote total est sous forme ammoniacale, il est probable que la libération des nitrates ne débute pas avant la 6^e semaine.

Très souvent, ces transformations se produisent simultanément dans le sol, même s'il y a toujours une dominante. On parle alors de minéralisation nette ou, à l'inverse, d'immobilisation nette.

Bien qu'il ait été démontré que les processus de transformation de l'azote peuvent se poursuivre au cours de l'hiver, ils sont ralentis lorsque la température du sol baisse sous les $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ et l'immobilisation de l'azote semble devenir négligeable sous les $2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

En se basant sur la théorie et les travaux de recherche, il apparaît que « l'épandage obligatoire sur une culture en croissance » — le principe directeur longtemps préconisé — est trop restrictif et ne permet pas de couvrir adéquatement tous les scénarios d'épandage en fonction de la réalité sur le terrain (ex. : qualité d'égouttement, risque de compaction, type d'équipement d'épandage) et du type de déjections animales à épandre (ex. : rapport C/N , rapport $\text{N-NH}_4^+/\text{N}_{\text{total}}$).

RECHERCHE

Il existe au moins une quinzaine d'études, réalisées au Québec ou ailleurs (autres provinces et états américains), rapportées dans la documentation où l'on a comparé l'épandage d'engrais de ferme en automne à d'autres périodes d'épandage (voir les références à la fin de ce document). Ces études ne se sont pas limitées à l'évaluation de l'efficacité agronomique. Elles nous renseignent également sur les risques pour la qualité de l'eau, du sol et de l'air.

En règle générale, ces travaux démontrent que l'épandage de lisiers et d'autres engrais de ferme à bas C/N en octobre (quand le sol est assez refroidi pour ralentir la vie microbienne) présente une efficacité agronomique comparable ou supérieure à l'épandage de printemps. De plus, bien que les risques de pertes d'éléments nutritifs par ruissellement, lessivage et dénitrification soient plus élevés de novembre à avril, un épandage automnal ne se traduit pas nécessairement par des pertes dans l'environnement plus élevées que pour un épandage printanier. En effet, les pertes environnementales réelles sont tributaires des conditions climatiques (ex. : quantité et distribution des précipitations, conditions d'enneigement, gel-dégel du sol). Toutefois, 2 études parmi celles répertoriées concluent que l'épandage d'automne peut être problématique. Parent et coll. (2005) ont mesuré, pendant 2 années, moins de nitrates au printemps et une efficacité agronomique moindre lorsque l'épandage de lisier de porcs était fait à l'automne (précision importante : pour une année, l'épandage avait été effectué au mois d'août). Jayasundara et coll. (2010), dans le sud de l'Ontario, ont quantifié, après l'épandage de lisier de porcs à la mi-novembre au cours d'une année humide, des pertes par dénitrification plus importantes et un recouvrement plus faible (16 % contre 31 %) que lorsque le lisier était appliqué au printemps. Selon les auteurs, le sol très froid de novembre aurait limité l'immobilisation et la conservation de l'azote ammoniacal du lisier.

Il existe également plusieurs études « indirectes », c'est-à-dire portant sur des aspects connexes, comme la dynamique immobilisation/minéralisation de l'azote après l'apport d'engrais de ferme (Beauchamp, 1983; Beauchamp, 1986; Sutton et coll., 1986; Barnett, 2008); le lessivage et la volatilisation de l'ammoniac à l'automne (Rochette et coll., 2001; Chantigny et coll., 2004a); l'effet de textures de sol contrastantes (Chantigny et coll., 2004b); la nitrification hivernale (Clark et coll., 2009); le sort de l'azote minéral appliqué à l'automne selon le pH du sol (Kyveriga et coll., 2004) ou le type d'engrais (Yadvinger-Singh et coll., 1994; Nyiraneza et coll., 2010); des calendriers de référence pour les recommandations d'automne (Forcella et Weyers, 2007); etc.

Ces études et d'autres également ont été analysées et synthétisées dans au moins cinq revues de documentation (Barnett, 1988; Cantin, 2006; Chantigny et coll., 2000; MacLean et coll., 1983; Magnan, 2006). Elles permettent de soutenir des recommandations d'épandage en octobre.

PRATIQUE

On observe très souvent, sur les fermes, des résultats qui corroborent les conclusions des chercheurs. Par exemple, l'épandage d'un fumier pailleux à l'automne tardif produit sensiblement le même effet d'immobilisation que s'il avait été épandu au printemps, c'est-à-dire une libération des nitrates après la période d'absorption par les cultures (N'dayegamiye, 1990).

Une des considérations à prendre en compte en priorité est la capacité portante du sol. En règle générale, les risques de compaction en profondeur peuvent être plus élevés au printemps (avril et mai) qu'à l'automne (octobre), étant donné l'ordre inversé de ressuyage des horizons du sol. Au printemps, la surface s'assèche en premier, mais le poids des équipements d'épandage cause de la compaction en profondeur, dans le sous-sol encore imbibé par la nappe phréatique. De façon générale, la nappe phréatique n'a pas encore totalement remonté en octobre. Dans ce cas, le sol en surface peut supporter un poids raisonnable des équipements d'épandage sans pour autant transférer la pression des pneus dans l'horizon du sous-sol, plus sec. Nous savons que la compaction des sols est un facteur limitatif du rendement des cultures et que la compaction des sols en profondeur est longue à corriger.

Pour chaque contexte précis (culture, caractéristiques du sol et de l'engrais de ferme, etc.), il existe une période d'épandage idéale pour optimiser l'utilisation de l'azote. Les occasions d'épandage appropriées et potentiellement envisageables par l'agronome seront aussi nombreuses qu'il y a de cultures présentes au cours de la saison. Par contre, l'élaboration des recommandations devra aussi tenir compte de nombreux autres facteurs, notamment :

- du volume annuel d'engrais de ferme à gérer sur une entreprise;
- des superficies allouées aux diverses cultures d'une rotation équilibrée et de leurs besoins en éléments fertilisants;
- de l'objectif de fertiliser (P, K, éléments secondaires et mineurs) et d'amender tous les champs à intervalles réguliers;
- des conditions climatiques;
- des imprévus organisationnels (urgence pour autres travaux, etc.);
- des limites structurelles de l'entreprise (ex. : capacité d'entreposage, distance du lieu d'épandage, disponibilité d'équipement).

Au-delà de la divergence des conclusions, la majorité des résultats de recherche disponibles soulignent l'importance de distinguer une période hâtive, de fin d'été (août-septembre), et une période tardive, en automne (octobre) pour les épandages post-récoltes. En se basant sur la théorie décrite pour les épandages en post-récolte, il apparaît que pour un engrais à $C/N \leq 15$, l'azote devient disponible rapidement et devrait être épandu en octobre afin de bénéficier du ralentissement de la nitrification qui cause la libération de nitrates. À l'inverse, un fumier pailleux aura avantage à être épandu plus tôt à l'automne afin d'initier la phase d'immobilisation nette de l'azote, causée par un rapport C/N plus élevé, qui risque d'interférer avec l'établissement de la culture le printemps suivant. Quant à novembre, le risque que le sol soit gelé ou enneigé, en plus de l'absence d'immobilisation, rend cette période inappropriée pour l'épandage, peu importe la matière fertilisante.

En conclusion, l'agronome doit être en mesure de justifier sa recommandation de fertilisation en tenant compte des aspects agronomiques et environnementaux associés aux épandages post-récoltes des déjections animales.

RÉFÉRENCES

Études « directes »

Beauchamp, E. G., Goss, M. J., Buchanan-Smith, J.G. 1997. *Crop response to nitrogen in manures with widely different characteristics. Canada-Ontario Environmental Sustainability Accord (COESA) Report n° RES/MAN-004/97, Canada-Ontario Green Plan Research Sub-Program.*

Cantin, J. 2010. Impacts des périodes d'épandage de fumier sur la culture du blé. MAPAQ, Programme de soutien à l'agriculture biologique, Rapport final 06-BIO-07.

Gangbazo, G., Pesant, A. R., et Barnett, G.M. 1997. Effets de l'épandage des engrais minéraux et de grandes quantités de lisier de porc sur l'eau, le sol et les cultures. Ministère de l'Environnement et de la Faune EN970287, 46 pages.

Giroux, M., N'Dayegamiye, A., et Royer, R. 2007. Effet des apports d'automne et de printemps de fumiers et de boues mixtes de papetières sur le rendement, la qualité de la pomme de terre et l'efficacité de l'azote. *Agrosolutions* 18 (1) : 25-34.

Jayasundara, S., Wagner-Riddle, C., Parkin, G., Lauzon, J., et Fan, M.Z. 2010. *Transformations and losses of swine manure 15N as affected by application timing at two contrasting sites. Can. J. Soil Sci.* 90:55-73.

Lachance, S., Blais, P.-A., et Kinsley, C. 2001. *Nitrogen losses in surface and drainage waters from spring and late fall manure applications on level clay soils*. Université de Guelph, Coll. d'Alfred, *National Soil & Water Conservation Program-Final Report*, 38 p.

N'Dayegamiye, A., Giroux, M., et Royer, R. 2004. Épandages d'automne et de printemps de divers fumiers et boues mixtes de papetières : coefficients d'efficacité et nitrates dans le sol. *Agrisol* 15 (2): 97-106.

Parent, G., Bélanger, G., Ziadi, N., Laperrière, J., et Deland, J.-P. 2005. Impacts agronomiques et environnementaux de la valorisation de lisiers porcins déphosphatés aux sous-produits d'électrolyse et de fonderies. *Bulletin de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol*. 16(1) : 33-44.

Phillips, P. A., Culley, J. L. B., Hore, F. R., et Patni, N. K. 1981. *Pollution potential and corn yields from selected rates and timing of liquid manure applications*. *Trans. ASAE* 198 1: 139-144.

Randall, G. W., Schmitt, M. A., et Schmidt, J. P. 1999. *Corn production as affected by time and rate of manure application and nitrapyrin*. *J. Prod. Agric.* 12 : 317-323.

Rochette, P., Angers, D. A., Chantigny, M. H., Bertrand, N., et Côté, D. 2004. *Carbon dioxide and nitrous oxide emissions following fall and spring applications of pig slurry to an agricultural soil*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68 : 1410-1420.

Ruiz Diaz, D. A., et Sawyer, J. E. 2008. *Plant-available nitrogen from poultry manure as affected by time of application*. *Agron. J.* 100 : 1318-1326.

Simard, R. R., Garand, M.-J., Hamel, C., et Tremblay, G. 1997. Détermination de la valeur fertilisante des engrais de ferme en fonction de leur utilisation sur le maïs-grain et les céréales selon les systèmes culturaux. Entente Auxiliaire Canada-Québec pour un Environnement Durable en Agriculture, Programme du Plan Vert, Rapport final, 69 p.

Simard, R. R., Royer, I., Barnett, G., et Macdonald, T. 1999. *Timing of application : does it impact on soil P transfer? Pp. 11-14 in the Conference Proceedings of the Hog Management Strategy Symposium, Ottawa, Ontario, 10-12 December 1999*.

van Es, H. M., Sogbedji, J. M., and Schindelbeck, R. R. 2006. *Effect of manure application timing, crop, and soil type on nitrate leaching*. *J. Environ. Qual.* 35 : 670-679.

Études « indirectes »

Barnett, G. M. 1988. Protocole d'application des fumiers et lisiers. Pp. 77-106 dans le Cahier de conférences de la Journée de perfectionnement sur la gestion des fumiers, Trois-Rivières, 7 décembre 1988.

Beauchamp, E. G. 1983. *Response of corn to nitrogen in preplant and sidedress applications of liquid dairy manure*. *Can.J.Soil Sci.* 63 :377-386.

Beauchamp, E. G. 1986. *Availability of nitrogen from three manures to corn in the field*. *Can. J. Soil Sci.* 66 : 713-720.

Chantigny, M. H., Rochette, P., Angers, D.A., Massé, D., et Côté, D. 2004a. *Ammonia volatilization and selected soil characteristics following application of anaerobically digested pig slurry*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68 : 306-312.

Chantigny, M. H., Angers, D.A., Morvan, T., et Pomar, C. 2004. *Dynamics of pig slurry nitrogen in soil and plant as determined with 15N*. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 68 : 637-643.

Chantigny, M. H., Angers, D. A., Nyiraneza, J., et Rochette, P. 2010. Étude du devenir de l'azote résiduel au cours de l'hiver grâce au traçage isotopique 15N. Pp 41 du Résumé de conférence, Congrès annuel conjoint AQSSS/SPPQ, Oka, Québec, 1^{er} au 3 juin 2010.

Forcella, F., et Weyers, S. L. 2007. *Mid-continent fall temperature at the 10-cm soil depth*. *Agron. J.* 99 : 862-866.

Kyveryga, P. M., Blackmer, A. M., Ellsworth, J.W., et Isla, R. 2004. *Soil pH effects on nitrification of fall-applied anhydrous ammonia*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:545-551.

N'dayegamiye, A. 1990. Effets à long terme d'apports de fumier solide de bovins sur l'évolution des caractéristiques chimiques du sol et de la production de maïs-ensilage. *Can. J. Plant Sci.* 70 : 767-775.

Rochette, P., Chantigny, M. H., Angers, D. A., Bertrand, N., et Côté, D. 2001. *Ammonia volatilization and soil nitrogen dynamics following fall application of pig slurry on canola crop residues*. *Can. J. Soil Sci.* 81 : 515-523.

Sutton, A. L., Nelson, D. W., Kelly, D. T., et Hill, D. L. 1986. *Comparison of solid vs liquid dairy manure applications on corn yield and soil composition*. *J. Environ. Qual.* 15 : 370-375.

Yadvinder-Singh, Malhi, S. S., Nyborg, M., et Beauchamp, E.G. 1994. *Large granules, nests or bands : Methods of increasing efficiency of fall-applied urea for small cereal grains in North America*. *Fertilizer Res.* 38 : 61-87.

REVUES DE DOCUMENTATION

Barnett, G. M. 1988. Protocole d'application des fumiers et lisiers. Pp 77-106, Cahier de conférence de la Journée de perfectionnement sur la gestion des fumiers. MAPAQ, Trois-Rivières, 7 décembre 1988.

Cantin, J. 2006. *The environmental risks linked to different manure application periods*. *M.Sc. Thesis, Dept of Natural Resource Sciences, McGill University, Montreal, November 2006*.

Chantigny, M., Angers, D., Rochette, P., et Côté, D. 2000. Minimisation des impacts environnementaux des épandages de lisier de porc : problématique de l'azote. Pp 14-29 du Cahier de conférences, Conseil des productions végétales du Québec inc. (CPVQ), Colloque sur la biologie des sols, Drummondville, 22 février 2000.

MacLean, A. J., Miller, M.H., et Robinson, J.B. 1983. *The fertilizer potential of animal manures and environmental constraints on their use*. Pp 21-51 dans *Farm Animal Manures in the Canadian Environment*. Publ. 18976 du Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 139 p.

Magnan, J. 2005. Épandage post-récolte des engrais organiques et risques environnementaux reliés aux pertes d'azote - Revue de littérature présentée à l'Ordre des agronomes du Québec, novembre 2005.

ÉLABORATION DE FORMULES D'ENGRAIS DE SYNTHÈSE

1. Objectif de la note

Préciser le terme « Formules d'engrais de synthèse » présenté à la section 6 de la présente *Grille de référence relative à un plan agroenvironnemental de fertilisation* (PAEF) de l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ).

2. Règles générales

- Les recommandations de fertilisation constituent un acte agronomique, en présence ou en l'absence d'un PAEF. L'agronome doit signer le PAEF et, par conséquent, il est responsable de son contenu.
- Les recommandations de fertilisation peuvent être faites par un technicien, un technologiste ou un technologue agricoles, agissant sous la surveillance d'un agronome. Le nom de l'agronome doit apparaître sur le document présentant les recommandations de fertilisation.
- Le PAEF doit être conforme aux articles concernés par le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA). Le PAEF inclut notamment des renseignements sur les doses de matières fertilisantes, les modes et les périodes d'épandage (art. 23 du REA). L'agronome doit clairement indiquer dans le PAEF les besoins totaux en éléments majeurs (N-P-K)¹ des cultures et les besoins totaux en éléments majeurs à combler par les engrais de synthèse.
- Les formules d'engrais de synthèse inscrites dans le PAEF peuvent être modifiées par d'autres intervenants. Cependant, les nouvelles formules équivalentes doivent respecter les besoins totaux en éléments majeurs à combler par les engrais de synthèse qui sont déterminés par l'agronome signataire du PAEF.

3. Mise en contexte

Dans le PAEF, les doses de matières fertilisantes à épandre sont généralement exprimées en m³/ha (30 m³/ha de lisier de porc en présemis dans le maïs) pour les matières fertilisantes organiques et en kg/ha (200 kg/ha de 46-0-0) pour les engrais de synthèse. Par ailleurs, selon la grille de référence relative à un PAEF de l'OAQ, l'agronome signataire du PAEF doit élaborer ou faire élaborer des formules d'engrais de synthèse par d'autres intervenants afin qu'il soit complet.

¹ Respectivement azote (N), phosphore (P), potassium (K)

4. Approche recommandée par l'OAQ

L'OAQ recommande aux agronomes d'élaborer un PAEF complet, soit jusqu'à l'étape de préciser les formules d'engrais de synthèse en fonction des besoins des cultures en éléments fertilisants (N-P-K) et des regroupements de champs similaires en terme de fertilité. Ce dernier exercice est nécessaire pour limiter le nombre de formules d'engrais de synthèse adaptées à la situation de l'exploitation agricole. L'agronome doit aussi indiquer les périodes, les modes d'épandage et d'incorporation des matières fertilisantes utilisées. Selon le cas, l'agronome doit prendre en considération les contraintes particulières relatives aux engrais de synthèse et aux cultures (ex. : doses maximales sécuritaires des éléments fertilisants au semis, cultures sensibles aux carences en éléments mineurs).

Rappelons que les formules d'engrais de synthèse peuvent être remplacées par toutes autres formules équivalentes, mais en respectant les besoins totaux en N-P-K inscrits au PAEF. Considérant qu'à chaque année, il y a des changements potentiels en regard du plan de culture, de la disposition des volumes de déjections animales ou de la disponibilité et du coût des engrais de synthèse, il va de soi qu'il y aura toujours des modifications à apporter dans les formules d'engrais de synthèse pour la saison de croissance des cultures en cours.

5. Approche acceptable par l'OAQ

Dans le cas où l'agronome signataire du PAEF collabore avec un autre intervenant pour faire élaborer les formules d'engrais de synthèse, ce dernier doit s'appuyer sur les besoins totaux en éléments fertilisants (N-P-K) à combler par les engrais de synthèse qui sont précisés dans le PAEF.

L'intervenant qui élabore les formules d'engrais de synthèse doit informer le producteur agricole de l'importance de conserver les documents relatifs à l'achat des engrais de synthèse (ex. : facture) et collaborer avec l'agronome signataire du PAEF. En effet, ces documents sont utilisés par l'agronome signataire du PAEF lorsqu'il effectue le suivi de ses recommandations de fertilisation à l'automne.