

LES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Planification de la gestion des éléments nutritifs



ÉDITION RÉVISÉE, 2006

Canada

 Ontario

La Fédération
de l'agriculture
de l'Ontario **FAO**



.....

Qu'est-ce qu'une pratique de gestion optimale (PGO)?

- Une méthode éprouvée, pratique et abordable, qui permet de conserver le sol, l'eau et les autres richesses naturelles dans les régions rurales.

Qui établit les pratiques de gestion optimales?

- Une équipe qui représente les multiples facettes des milieux agricole et rural de l'Ontario, notamment des agriculteurs, des chercheurs, des gestionnaires des richesses naturelles, des représentants d'organismes de réglementation, des vulgarisateurs et des négociants agricoles.

En quoi consiste la série *Les pratiques de gestion optimales*?

- Elle comprend des fascicules novateurs et primés qui offrent nombre d'options pouvant être taillées sur mesure pour répondre à chaque circonstance et à chaque préoccupation environnementale précise.
- Voici la liste courante des fascicules PGO :

<i>Bandes tampons</i>	<i>Gestions des fumiers</i>
<i>Cultures horticules</i>	<i>Gestion des fumiers de bétail et de volailles</i>
<i>Entreposage, manutention et application des pesticides</i>	<i>Gestion du sol</i>
<i>Établissement d'un couvert arboré</i>	<i>Gestion intégrée des ennemis des cultures</i>
<i>Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat</i>	<i>Grandes cultures</i>
<i>Gestion de l'eau</i>	<i>Les puits</i>
<i>Gestion de l'habitat du poisson et de la faune</i>	<i>Pâturage riverain</i>
<i>Gestion de l'irrigation</i>	<i>Planification de la gestion des éléments nutritifs</i>
<i>Gestion des boisés</i>	<i>Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les exploitations d'élevage</i>
<i>Gestion des éléments nutritifs</i>	<i>Semis direct : les secrets de la réussite</i>
<i>Gestion des éléments nutritifs d'origine végétale</i>	

Comment en obtenir un exemplaire?

- Les agriculteurs de l'Ontario peuvent obtenir un exemplaire gratuit de chaque fascicule auprès du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
- Pour acheter un seul exemplaire, pour commander en nombre tous les autres titres ou commander un ensemble complet des fascicules, communiquer avec la Fédération de l'agriculture de l'Ontario, Ontario Agricentre, à l'attention du Directeur, PGO, 100, ch. Stone Ouest, Guelph (Ontario) N1G 5L3. Tél.: 1-800-668-3276.
- Pour obtenir un formulaire de commande en ligne, visiter le site : <http://www.omafr.gov.on.ca/french/products/best.html>
- À noter que le prix varie selon le fascicule et le nombre d'exemplaires commandés.

TABLE DES MATIÈRES

i FORMULES DE CONVERSION MÉTRIQUE-IMPÉRIAL	36 ÉTAPE 2. DRESSER L'INVENTAIRE
1 INTRODUCTION	36 Liste d'inventaire
3 Avantages	37 Utilisation et interprétation des renseignements sur les sols
4 Inconvénients	40 Tirer profit des groupes hydrologiques de sols
4 Les dix étapes de la planification	42 Façon de mesurer une pente
5 Rôle du plan agro-environnemental	44 Méthode de création d'une carte
6 PRINCIPES	44 La propriété agricole
6 Principaux éléments produits par les exploitations agricoles	45 La terre agricole
7 Sources d'éléments nutritifs	47 Inventaire et rendement des cultures
8 Engrais commerciaux	48 Calcul des volumes de fumier
9 Fumier	49 Prélèvement des échantillons de sol
10 Biosolides ou matières de source non agricole (MSNA)	50 Prélèvement des échantillons de fumier
11 Survie des organismes pathogènes	52 ÉTAPE 3. ENTRER ET ANALYSER LES DONNÉES
12 Nutrition du bétail et rejets d'éléments nutritifs	55 Fonctionnement du logiciel NMAN et du Cahier de gestion des éléments nutritifs
13 Cycles de l'eau et des éléments nutritifs	58 Interprétation des résultats d'analyse de sols
13 Cycle des éléments nutritifs	60 Interprétation des résultats d'analyse de fumiers
15 Cycle de l'eau	61 Résultats d'analyse de fumiers
15 Interactions entre le cycle de l'eau et le cycle des éléments nutritifs	65 ÉTAPE 4. INTERPRÉTER LES RÉSULTATS
21 Azote : Indice-N et risques environnementaux	66 Options de gestion concernant les avertissements rouges
25 Phosphore : Indice-P et risques environnementaux	66 Nutrition du bétail
27 Potassium	67 Agitation du fumier
28 Résumé des pertes d'éléments nutritifs provenant du fumier et de leurs interactions avec le cycle de l'eau	68 Engrais commerciaux
29 Micro-éléments et oligo-éléments	68 Travail du sol
29 L'approche systématique dans la planification de la gestion des éléments nutritifs	70 Pratiques de conservation
30 Composantes	70 Épandage des éléments nutritifs
31 DIX ÉTAPES MENANT À LA RÉUSSITE	70 Systèmes cultureux
34 ÉTAPE 1. FIXER DES OBJECTIFS	71 Autres options
34 Points à considérer	71 Exploitations d'élevage récemment agrandies
	71 Solutions de rechange
	73 Surfaces de terre requises selon les distances de retrait
	74 Étude de cas

78 ÉTAPE 5. PRENDRE DES DÉCISIONS

- 79 Calcul de la dose maximale de fumier à épandre
- 79 Capacité d'absorption du sol
- 82 Détermination de la distance de retrait des épandages
- 82 Contamination potentielle des eaux de surface par le ruissellement du fumier

85 ÉTAPE 6. PASSER À L'ACTION

- 86 Planification de l'épandage des éléments nutritifs
- 93 Méthodes d'épandage
- 93 Prévention de l'écoulement préférentiel

94 ÉTAPE 7. TENIR DES DOSSIERS

- 94 Contenu des dossiers
- 94 Pratiques culturales et agronomiques
- 95 Renseignements sur le bétail
- 95 Autres renseignements
- 96 Documentation sur la ferme prise en exemple

98 ÉTAPE 8. SURVEILLER

- 99 Mise en œuvre de la surveillance
- 99 Volume de fumier stocké
- 100 Dose d'épandage et uniformité
- 100 Épandage de fumier sur des terres drainées — Effluents de drainage
- 101 Odeurs
- 101 Réaction de la culture

102 ÉTAPE 9. ADAPTER SELON LES BESOINS

- 103 Domaines d'adaptation fréquents
- 103 Époque et techniques d'épandage
- 103 Nouvelle technologie
- 105 Ferme prise en exemple — Zone tampon de végétation
- 105 Rentabilité des engrais de démarrage

107 ÉTAPE 10. SAVOIR RÉAGIR EN CAS D'IMPRÉVUS

- 108 Climat ou matériel incompatibles avec les prévisions de stockage ou d'épandage
- 109 Trop de fumier à épandre
- 109 Trop de fumier à stocker
- 109 Déversement — Liste de vérification
- 110 En cas de déversement accidentel

112 ANNEXE

- 112 Points saillants de la Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs

FORMULES DE CONVERSION MÉTRIQUE — IMPÉRIAL

Pour convertir		en		métrique
%	►	kg/1000 L	multiplier par	10
%	►	kg/tonne	multiplier par	10
mg/L	►	%	diviser par	10 000

Pour convertir		en		impérial
%	►	lb par 1000 gal	multiplier par	100
%	►	lb par t. imp.	multiplier par	20
ppm	►	%	diviser par	10 000

Nota : 1 m³ = 1000 L

ÉQUIVALENCES — MÉTRIQUE ET IMPÉRIAL

Équivalences courantes

1 gallon	=	4,546 litres	1 acre	=	0,405 hectare
1 gallon	=	1,201 gallon U.S.	1 acre	=	43 560 pi ²
1 gallon	=	0,161 pi ³	1 lb/ac	=	1,12 kilogramme/hectare
1 gallon U.S.	=	3,785 litres	1 t. imp./ac	=	2,25 tonnes/hectare
1 gallon U.S.	=	0,833 gallon imp.	1 gal/ac	=	11,2 litres/hectare
1 tonne imp.	=	0,907 tonne	1000 gal/ac	=	11 200 litres/hectare
1 livre	=	0,454 kilogramme	1000 gal/ac	=	11,2 m ³ /hectare
1 tonne	=	2205 livres	1 mètre	=	3,28 pieds
1 pi ³	=	6,229 gallons	1 mètre	=	34,9 pouces

Conversions des taux d'épandage

Du métrique à l'impérial (approx.)

litres à l'hectare x 0,09	=	gallons à l'acre
litres à l'hectare x 0,36	=	pintes à l'acre
litres à l'hectare x 0,71	=	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare x 0,015	=	onces liquides à l'acre
grammes à l'hectare x 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare x 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare x 0,45	=	t. imp. à l'acre
kilogrammes par 1000 L x 10	=	lb par 1000 gallons

De l'impérial au métrique (approx.)

gallons à l'acre x 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes à l'acre x 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines à l'acre x 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides à l'acre x 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
t. imp. à l'acre x 2,24	=	tonnes à l'hectare (t./ha)
livres à l'acre x 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
onces à l'acre x 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)
livres à la t. imp. x 0,5	=	kilogrammes à la tonne

Dans le présent fascicule, les mesures sont souvent exprimées dans le système international (unités métriques), et leurs équivalences dans le système anglais (unités impériales) figurent entre parenthèses. Toutefois, là où l'usage courant, le bon sens, l'espace limité ou la réglementation l'exigent, un système pourrait être favorisé à l'exclusion de l'autre.

INTRODUCTION

Une grande part du processus de la gestion des éléments nutritifs se compose de tâches courantes. La collecte du fumier, son entreposage et son épandage, ainsi que l'application d'engrais commerciaux sur les terres cultivées sont monnaie courante dans la plupart des exploitations d'élevage.

Ce qui sort de l'ordinaire, dans le cadre des modes de gestion traditionnels, c'est le volet **planification**, c'est-à-dire la pratique désormais normale de prendre en compte et de consigner dans un dossier toutes les matières nutritives qu'on trouve sur la ferme, lesquelles seront nécessaires à chaque époque de l'année, et les quantités à épandre sur les terres cultivées.

Au cours de la dernière décennie, les matières nutritives produites sur la ferme, et surtout le fumier, ont fait la manchette plus que jamais en raison d'une plus grande sensibilisation de la société à la qualité de l'eau et d'une meilleure compréhension du cycle emprunté par les éléments nutritifs dans l'environnement. On a raffiné les outils permettant aux agriculteurs d'équilibrer les éléments nutritifs en fonction des besoins agronomiques. En conséquence, la manutention des matières nutritives s'est alignée sur un ensemble rigoureux de pratiques agricoles qui est devenue la gestion des éléments nutritifs.

La planification de la gestion des éléments nutritifs est désormais une réalité incontournable de la vie agricole. Selon les cas, la réglementation peut obliger l'agriculteur à élaborer un plan ou une stratégie de gestion des éléments nutritifs, ou les deux. Qu'on soit forcé de le faire ou non, il ne faut pas oublier que cette planification favorise la protection de la qualité de l'eau et peut entraîner des économies. (Pour de plus amples renseignements sur les aspects juridiques afférents aux plans et stratégies de gestion des éléments nutritifs, se référer à la page 112.)

Chaque ferme a ses particularités. Voilà pourquoi le plan de gestion est unique, fait sur mesure pour répondre aux objectifs de l'exploitation et à des circonstances exclusives. Par ailleurs, il s'agit d'un document en évolution, lequel devrait être adapté selon les changements que connaît l'exploitation.

Au cours du processus de la planification, il faut :

- **faire l'inventaire** de tous les éléments nutritifs, y compris ceux enfouis dans le sol ou se trouvant dans des cultures sur pied ou récoltées, et prendre en note toute carence nutritive éventuelle;
- **assurer la gestion** de tous les éléments nutritifs, compte tenu de la surface cultivable, des objectifs de production, de la proximité des sources d'eau, de la disposition des composantes de l'exploitation, de l'équipement disponible et des préoccupations concernant la sécurité.

Fondé sur des principes scientifiques éprouvés, le plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) aide à harmoniser les apports de matières nutritives produites sur la ferme ou provenant de l'extérieur et les besoins des cultures, compte tenu de la fertilité du sol.



L'élaboration de documents de gestion des éléments nutritifs révélera parfois certains aspects de l'exploitation qui avaient jusque-là été négligés. De toute façon, le cheminement garantira la protection de l'air et de l'eau à long terme.

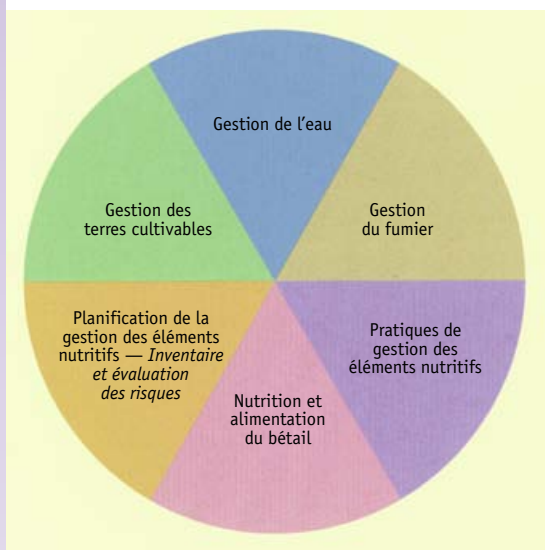
Ce processus comprend les calculs suivants :

- taux d'application,
- distances de séparation ou de retrait, et
- surfaces cultivables nécessaires,

compte tenu :

- des projets futurs de l'exploitation,
- des questions d'odeurs et des relations de bon voisinage,
- des techniques d'application,
- des pratiques de conservation des sols et de l'eau, et
- des plans d'urgence.

Même si le plan de gestion des éléments nutritifs est détaillé, il donne aussi une « vue d'ensemble », puisqu'il repose sur une approche systématique — selon laquelle tout changement dans l'une des composantes aura un effet sur d'autres composantes et sur le système tout entier.



La planification de la gestion des éléments nutritifs est le plus efficace lorsque l'agriculteur adopte une approche systématique à l'égard de tout changement projeté dans l'exploitation.

AVANTAGES

Économies

- il est étonnant de constater l'abondance des éléments nutritifs qui ne sont pas pris en compte dans le fumier et dans le sol, ainsi que l'ordre des économies réalisables par la réduction des achats d'engrais commerciaux;

Optimisation des rendements

- on peut recycler les éléments nutritifs sur toute la surface cultivable et utiliser des engrais commerciaux uniquement lorsqu'il le faut;
- l'apport de matière organique améliore la santé des sols;

Protection des ressources en sol et en eau

- la protection de l'environnement est mieux assurée, étant donné que le processus de planification comprend une évaluation des risques que comportent le stockage, la manutention et l'application du fumier et d'autres éléments nutritifs;
- les risques d'épandages excessifs et de pertes d'éléments nutritifs sont moindres puisque tous les éléments nutritifs sont pris en compte;

Intégration des pratiques de gestion optimales

- un bon nombre des étapes menant à la gestion des éléments nutritifs reposent sur des pratiques de gestion optimales, c'est-à-dire qu'elles sont pratiques, éprouvés, et visent la protection de l'environnement;
- on met l'accent sur une approche à la gestion qui est systématique ou intégrée — non seulement pour ce qui concerne les éléments nutritifs mais pour toutes les composantes de l'exploitation;

Augmentation du nombre d'options

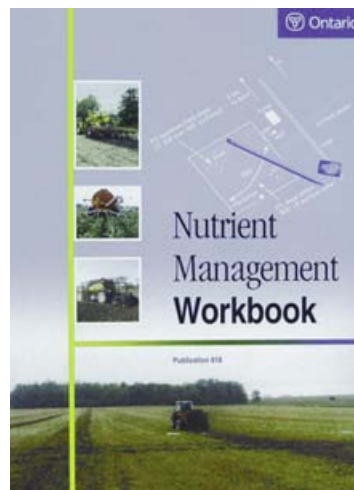
- l'énumération de toutes les composantes sur papier permet de découvrir plusieurs nouvelles options possibles;

Prévention de conflits

- le processus fournit des moyens de réduire au minimum les odeurs produites sur la ferme et donc d'éviter de nombreuses plaintes pour nuisance de la part des voisins;

Démonstration de diligence

- tout effort déployé par l'agriculteur témoigne de son souci pour l'intendance environnementale et se reflète favorablement sur lui-même et sur tout le secteur agricole;
- la production de produits agricoles de grande qualité d'une façon respectueuse de l'environnement entraîne la confiance des consommateurs;
- l'élaboration d'un plan d'urgence prouve qu'on est prêt à réagir correctement en cas d'imprévus.



Le Cahier de gestion des éléments nutritifs et le logiciel NMAN sont des outils qui aident à mettre au point des PGEN sur mesure.



« Bien des gens ont une attitude négative sur la question des plans de gestion des éléments nutritifs. Je pense que c'est surtout dû à de l'incompréhension. Une fois qu'on a saisi leur objectif et qu'on voit comment ils permettent de mieux gérer le fumier et d'assurer la protection de l'environnement, on comprend que c'est une bonne chose, moi en premier. »

Erwin Horst, comté de Perth

INCONVÉNIENTS

Travail de bureau accru

- l'agriculteur devra peut-être passer plus de temps à sa table de travail ou devant son ordinateur — il ne doit jamais perdre de vue l'objectif, qui consiste à recueillir des renseignements de référence cruciaux et utiles sur son exploitation;
- comme document en évolution, le plan doit être flexible, de manière à pouvoir s'adapter au rythme des changements;

Coûts supplémentaires

- lorsqu'il accomplit ces tâches administratives lui-même, il n'en coûte au producteur que son temps;
- s'il demande à un consultant d'élaborer le plan, les honoraires varient en fonction de la taille de l'exploitation et de la complexité de l'exercice.

Aujourd'hui, l'élaboration d'un plan de gestion des éléments nutritifs devrait être considérée comme faisant partie intégrante de la planification de toute exploitation agricole.

LES DIX ÉTAPES DE LA PLANIFICATION



La planification de la gestion des éléments nutritifs est un processus en dix étapes. Il s'agit aussi d'un processus continu, au fil des saisons et d'une année à l'autre, selon lequel on est appelé à réévaluer le plan en fonction de son expérience et des changements qu'a connus l'exploitation.

Le présent fascicule est disposé de manière qu'on puisse se référer facilement à chacune des dix étapes. Un numéro dans la marge annonce l'étape discutée.

RÔLE DU PLAN AGRO-ENVIRONNEMENTAL

Ceux qui ont suivi le programme du plan agro-environnemental (PAE) — en anglais, Environmental Farm Plan ou EFP — ont déjà une longueur d'avance sur les autres. La planification de la gestion des éléments nutritifs se greffe sur l'évaluation des risques et le processus de planification commencés au cours du PAE, et poursuit l'élaboration du plan d'action, compte tenu des risques associés à la gestion des éléments nutritifs reconnus sur la ferme.

Ceux qui n'ont pas encore rempli un PAE ne devraient plus tarder à le faire. Le PAE fournit à chacun les moyens d'évaluer les risques et d'y remédier — des outils façonnés par des agriculteurs à l'intention des agriculteurs. Ce plan examine pas moins de 23 questions agro-environnementales!

Pour remplir un plan agro-environnemental, les participants prennent part à des ateliers animés par l'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario (OSCIA). Des agriculteurs embauchés par la OSCIA font la révision des plans agro-environnementaux et, lorsque la OSCIA le juge utile, ces plans sont une condition prérequis à l'obtention d'une aide financière dans le cadre de programmes agro-environnementaux.

Quant à lui, le plan de gestion des éléments nutritifs est un document plus détaillé qui met l'accent sur moins de questions, notamment celles liées à la fertilité et à la gestion des fumiers, soit sept des vingt-trois sujets mentionnés plus haut.

Les deux programmes rendent témoignage du souci des participants à l'égard de l'intendance environnementale proactive.



Le PAE est un programme à participation volontaire. Les PAE sont confidentiels. Ils sont revus par des agriculteurs en période d'examen par des pairs. Les PAE et les PGEN (plans de gestion des éléments nutritifs) devraient être mis à jour après au maximum cinq ans afin qu'ils reflètent les changements au niveau de l'exploitation.

La *Ontario Farm Environmental Coalition* (coalition agro-environnementale de l'Ontario) et ses partenaires favorisent :

- la reconnaissance des avantages tirés par les agriculteurs qui planifient la gestion des éléments nutritifs;
- l'utilisation stratégique des matières nutritives produites sur la ferme;
- l'adoption de pratiques d'intendance en ce qui concerne les sols, l'eau et les éléments nutritifs;
- la reconnaissance par les voisins ruraux des avantages que procure la planification de la gestion des éléments nutritifs;
- la réception favorable de la planification de la gestion des éléments nutritifs par tous les résidents des municipalités rurales.



PRINCIPES

DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

les éléments nutritifs requis par les cultures

les sources d'éléments nutritifs

les cycles de l'eau et des éléments nutritifs

le devenir des éléments nutritifs dans les systèmes de production agricole

les agents pathogènes et les sources d'éléments nutritifs

l'indice-N et l'indice-P

l'approche systématique

De nombreux facteurs peuvent réduire la capacité d'une culture à tirer du sol les éléments nutritifs. Pour élaborer un plan de gestion des éléments nutritifs qui soit efficace, il faut connaître ces facteurs, leurs interactions réciproques et les effets qu'ils ont sur les options dont dispose l'agriculteur.

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS PRODUITS PAR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

En agriculture, la plupart des systèmes de production — autant de bétail que de cultures — dépendent d'une abondance d'éléments nutritifs disponibles. Les **macro-éléments fertilisants** (**azote, phosphore, potassium**) et les **éléments secondaires** (**calcium, magnésium et soufre**) sont considérés comme indispensables à la vie animale et végétale. Le rôle biologique principal de chacun est indiqué dans le tableau suivant.



Une carence en phosphore dans le maïs se traduit par la coloration rouge violacé des feuilles.

RÔLE DES MACRO-ÉLÉMENTS ET DES ÉLÉMENTS SECONDAIRES

ÉLÉMENT NUTRITIF	RÔLE CHEZ LE BÉTAIL	RÔLE CHEZ LES PLANTES
AZOTE (N)	• composition des protéines dans les muscles, la peau et les organes internes • constitution d'enzymes impliqués dans les processus métaboliques	• composition des protéines responsables de la croissance des tissus • constitution d'enzymes impliqués dans les processus biologiques • photosynthèse et respiration
PHOSPHORE (P)	• croissance des os • transfert de l'énergie • production de lait, de viande et d'œufs	• photosynthèse et respiration • transfert de l'énergie • division cellulaire
POTASSIUM (K)	• activité musculaire • régulation de la pression sanguine • tamponnage du pH	• formation de la structure des végétaux • photosynthèse et respiration • absorption de l'eau par les racines
CALCIUM (Ca)	• croissance et réparation des os • production de lait et d'œufs • fonctions reproductrices	• renforcement des parois cellulaires • formation des cellules • activation des enzymes
MAGNÉSIUM (Mg)	• composition d'enzymes • relaxation des muscles	• photosynthèse • activation des protéines et des enzymes
SOUFRE (S)	• composition de nombreux acides aminés des protéines et des enzymes	• composition de nombreux acides aminés des protéines et des enzymes

SOURCES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

La plupart des éléments nutritifs assimilés par les plantes proviennent du sol même. Cependant, il faut savoir que la teneur de certains éléments nutritifs dans le sol peut être insuffisante pour maintenir la croissance optimale.

Les matières nutritives qu'on peut ajouter au sol se présentent sous deux formes principales :

- **inorganique**, p. ex. les engrais commerciaux,
- **organique**, p. ex. la majeure partie des fumiers, des résidus de cultures et des biosolides.

Les sources de matières organiques comprennent :

- le fumier provenant de l'exploitation même ou d'autres fermes;
- les engrais verts comme les légumineuses;
- les applications antérieures de fumier ou de biosolides apportant de l'azote résiduel;
- les eaux de lavage et les sous-produits des traitements du fumier;
- les biosolides et autres matières de source non agricole.

Au fur et à mesure qu'on élabore le plan de gestion des éléments nutritifs, on cherche à utiliser les éléments qui sont le plus facilement disponibles sur la ferme.



Une bonne façon d'inventorier les éléments nutritifs disponibles pour les cultures sur la ferme est de commencer par quantifier ceux qui s'y trouvent déjà, tels que le fumier et les cultures d'engrais vert.

Les matières de source non agricole, comme les engrais commerciaux et les biosolides, servent à combler les lacunes laissées par les éléments nutritifs provenant du fumier produit sur la ferme.

Utilisés en quantités précises, les engrais commerciaux sont une source uniforme, équilibrée et fiable d'éléments nutritifs. À titre d'exemple, mentionnons les engrais de démarrage et l'azote commercial épandu en bandes dans le maïs.

ENGRAIS COMMERCIAUX

Les engrais commerciaux constituent l'une des principales sources d'éléments nutritifs pour les cultures. Leur utilisation comporte du pour et du contre.

ENGRAIS COMMERCIAUX

AVANTAGES

- sont composés d'éléments nutritifs en concentrations connues et constantes, ce qui permet des applications précises, au bon moment
- sont facilement disponibles
- peuvent être mélangés pour répondre exactement aux besoins d'une culture

INCONVÉNIENTS

- proviennent de l'extérieur de la ferme
- n'apportent aucune matière organique au sol
- peuvent perdre de l'azote hors de la saison de croissance
- exigent beaucoup d'énergie pour être fabriqués

Fabrication des engrais commerciaux

L'**azote** est transformé en ammoniac (NH_3) à partir de l'azote gazeux extrait de l'atmosphère et de l'hydrogène tiré du gaz naturel. Le produit de départ est l'ammoniac anhydre (82 % de N). Tous les autres composés de l'azote sont ensuite fabriqués à partir de l'ammoniac. Les composés les plus courants sont l'urée (46 % de N) et les solutions d'urée et de nitrate d'ammonium (28 % de N).

Les engrais **phosphatés** les plus courants sont produits par traitement du phosphate naturel — une forme de phosphore non disponible pour les plantes qu'on trouve dans le roc — avec différents acides afin de le rendre biodisponible. On peut ajouter de l'azote pendant la transformation du phosphore pour faire des mélanges azote-phosphore et augmenter encore davantage la disponibilité du phosphore.

Les engrais **potassiques** sont fabriqués par broyage du chlorure de potassium (anciennement appelé muriate de potasse) et par lavage du produit résultant pour enlever les autres sels.

Contrairement aux sources organiques d'éléments nutritifs, les engrais commerciaux peuvent être mélangés en vue de répondre aux besoins précis des cultures.

Les engrais commerciaux se prêtent à une application précise, au moment où les cultures en ont besoin.



FUMIER

Le fumier apporte aux cultures les mêmes éléments nutritifs que les engrais commerciaux. Toutefois, dans le cas des fumiers, il est impossible de modifier les proportions des différents éléments nutritifs pour satisfaire les besoins d'une culture en particulier comme on peut le faire avec les engrais commerciaux. On doit les utiliser tels quels. Certains fumiers, comme le fumier solide (ou complet) de volaille, sont plus « concentrés » en comparaison du fumier liquide de veaux, lequel est très dilué.

Certains types de fumier liquide sont faciles à manipuler, peu importe le matériel d'épandage. Par contre, leur dilution coûte cher en terme de quantité d'éléments nutritifs épandus sur une surface donnée.



FUMIER

AVANTAGES

- contient de nombreux éléments nutritifs requis
- libère les éléments nutritifs sur plusieurs années après l'application
- apporte de la matière organique au sol

INCONVÉNIENTS

- a une teneur en éléments nutritifs variable
- ne répond pas toujours aux besoins des cultures
- produit des odeurs
- peut causer la contamination des eaux s'il n'est pas bien géré
- peut être difficile à épandre sur des cultures en croissance



Le ruissellement non contrôlé à partir de fumier mal entreposé ou mal épandu peut contaminer des eaux de surface avec des éléments nutritifs, des bactéries et des débris organiques.



Des structures de lutte contre l'érosion, telles que les bassins de sédimentation et de contrôle des eaux, contribuent à réduire la quantité des eaux de ruissellement sur les terres cultivables et leur charge de sédiments.

Dans le fumier, l'**azote** se présente sous forme organique et inorganique (ammonium). La proportion de chaque forme varie selon le type de fumier ainsi que le genre de litière et sa quantité.

À la longue, l'azote organique du fumier se transforme en ammonium par l'action microbienne, et ensuite en **nitrate**. Au bout du compte, tout l'azote peut être absorbé par les plantes sous forme soit d'ammonium soit de nitrate.

Le **phosphore** se présente sous forme organique et inorganique dans la fraction solide du fumier. L'application répétée de fumier fait augmenter le niveau de P (phosphore). Dans les sols pauvres en phosphore, seulement 40 % du P est disponible comme engrais phosphaté l'année de l'application. Le restant devient disponible avec le temps. Dans les sols plus riches en P, tout le phosphore du fumier est biodisponible dès l'application. Au fur et à mesure que la teneur en P s'élève, les risques de pollution des eaux de surface augmentent parallèlement. Par ailleurs, des teneurs assez élevées en phosphore nuisent à la santé des plantes.

La teneur du fumier en éléments nutritifs est fonction de nombreux facteurs, dont :

- la nutrition — en général, les meilleures conversions alimentaires entraînent moins de rejets d'azote et de minéraux dans le fumier;
- les additifs alimentaires — ceux qui favorisent la croissance peuvent réduire les rejets de N et de P dans le fumier;
- la dilution — le type d'installation de stockage et le volume des eaux qui y sont recueillies influent sur la concentration des éléments nutritifs dans le fumier;
- la litière (genre et quantité) — les litières, comme les copeaux de bois, qui ne se décomposent pas facilement sont susceptibles de lier certains éléments nutritifs du fumier (p. ex. l'azote), les rendant temporairement non disponibles pour les cultures.

BIOSOLIDES OU MATIÈRES DE SOURCE NON AGRICOLE (MSNA)

Les biosolides, aussi appelés matières sèches biologiques, sont issus du traitement des eaux d'égout, des boues de papeteries et d'autres sources. Ils fournissent aux cultures un bon nombre des éléments nutritifs qu'apportent les fumiers et les engrais commerciaux.

Il faut obtenir auprès du ministère de l'Environnement un Certificat d'approbation avant toute application de biosolides. Les épandages doivent s'effectuer en conformité avec les lignes directrices provinciales.



Les biosolides fournissent un bon nombre des éléments nutritifs qu'apportent les fumiers et les engrais commerciaux.

SURVIE DES ORGANISMES PATHOGÈNES

Le fumier abrite des bactéries, des virus et des parasites. La diversité et le nombre de ces micro-organismes font du fumier un amendement de sol utile. Toutefois, certains d'entre eux sont dits « pathogènes » parce qu'ils peuvent infecter le bétail et les humains.

Un organisme pathogène est tout virus, toute bactérie ou tout protozoaire susceptible d'entraîner l'infection ou la maladie chez les animaux supérieurs ou les humains. On compte parmi les agents pathogènes des parasites, tels que les vers ronds et certaines bactéries (p. ex. *Salmonella* et *E. coli*), ainsi que des protozoaires, comme *Cryptosporidium parvum* et *Giardia*. La plupart des virus qui s'attaquent au bétail ne sont pas transmis à l'espèce humaine.

Rares sont les organismes pathogènes qui survivent à l'écart du bétail hôte. La plupart meurent en quelques jours, mais certains restent vivants jusqu'à plusieurs mois, selon les conditions environnementales. Les conditions suivantes peuvent faire obstacle à leur survie :

- hautes températures — les très hautes températures atteintes pendant le compostage;
- gel ou alternance gel-dégel — des températures modérées pourraient prolonger leur survie;
- bas niveau d'humidité, ensoleillement, sécheresse dans le champ;
- décomposition du fumier — elle produit des substances chimiques qui tuent certains organismes pathogènes qui affectent les cultures;
- pH bas ou élevé — l'acidité du sol et l'épandage de chaux réduisent leur survie;
- absence d'oxygène — les fumiers liquides, ainsi que les parties les plus humides du fumier solide stocké sont considérés comme des environnements anaérobies (sans oxygène).

Le sol est un milieu très efficace pour piéger les bactéries et d'autres organismes. Il agit comme un filtre pour stopper la majorité des protozoaires et des bactéries. Les sols riches en matière organique et en argile stoppent plus efficacement les virus que les autres sols. En revanche, les organismes pathogènes peuvent contourner les « filtres » du sol, entraînés par l'eau au travers des macropores ou par l'écoulement préférentiel jusqu'aux aquifères peu profonds, ou même en empruntant le réseau de drainage.

Les organismes pathogènes peuvent atteindre les eaux de surface par l'intermédiaire des eaux de ruissellement ou grâce au bétail ayant accès à des ruisseaux ou à d'autres cours d'eau. Les éleveurs dont les exploitations sont situées en amont de sources municipales d'eau potable ou d'aires récréatives doivent être conscients des dangers potentiels que posent leur emplacement et élaborer des PGEN en conséquence. Il est peu probable que des organismes pathogènes contaminent directement des eaux souterraines.

Les bactéries pathogènes qu'on trouve chez le bétail peuvent infecter les humains si elles gagnent directement des sources d'eau potable ou récréatives. Dans les eaux de puits, on peut éliminer ces bactéries avec du chlore ou au moyen de systèmes de filtration à l'ultraviolet.



Les procédés de traitement du fumier, comme la digestion anaérobie et le compostage, peuvent créer un milieu propice à la réduction des populations d'organismes pathogènes dans le fumier.



La phytase peut diminuer de moitié les rejets de P dans le fumier de porcs.

NUTRITION DU BÉTAIL ET REJETS D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Les aliments et stratégies alimentaires influent sur la santé du bétail et de la volaille, leur performance et la qualité de leurs produits. On réduira le gaspillage et on améliorera les performances en adoptant les grands principes de nutrition animale, d'analyse des aliments et de formulation des rations.

Il existe des stratégies nutritionnelles scientifiquement éprouvées qui permettent d'améliorer l'équilibre des éléments nutritifs sur les fermes d'élevage. Ces stratégies, plutôt faciles à mettre en œuvre, pourraient avoir des répercussions appréciables sur les rejets d'éléments nutritifs et la rentabilité de l'exploitation. La stratégie la plus pratique et la plus prometteuse met l'accent sur deux principes fondamentaux : optimiser les intrants et viser l'utilisation la plus efficace possible.

En alignant l'alimentation sur les besoins des animaux, on réduit du même coup les rejets d'éléments nutritifs dans le fumier, et ce chez tous les types de bétail. Chez les **ruminants** par exemple, l'équilibre des compléments minéraux contenant du phosphore réduit les rejets de P. D'un autre côté, l'équilibre des protéines digestibles et non digestibles dans le rumen entraîne la baisse des rejets de N. Chez les **non-ruminants**, on obtient les meilleurs résultats en utilisant la phytase, en diminuant la quantité de compléments minéraux contenant du P, ou en équilibrant les acides aminés — on a parfois recours à des acides aminés synthétiques — afin d'améliorer au maximum l'efficacité protéique. En adoptant de telles stratégies, il est possible de réduire de moitié les rejets de N et de P (voir le tableau ci-dessous).

La mise en œuvre de stratégies nutritionnelles pour réduire les rejets d'éléments nutritifs demande qu'on améliore l'évaluation des ingrédients alimentaires, la formulation des aliments, leur fabrication et leur livraison. En minimisant le gaspillage de l'eau d'abreuvement, on diminuera le volume de fumier. En outre, toute mesure visant à hausser les performances animales et à réduire le gaspillage d'aliments contribuera à abaisser les rejets.

PORCS : EFFETS POSSIBLES DE STRATÉGIES NUTRITIONNELLES SUR LES REJETS AZOTÉS ET PHOSPHORÉS

STRATÉGIE MISE EN ŒUVRE	RÉDUCTION POTENTIELLE DES REJETS
Amélioration de la conversion alimentaire	3 % par tranche de 0,1 unité d'amélioration
Réduction au minimum du gaspillage des aliments	1,5 % pour chaque élément nutritif par tranche de 1 %
Satisfaction des besoins alimentaires	6–15 % pour N et P
Alimentation par étape	5–10 % pour N et P
Alimentation selon le sexe	5–8 % pour N
Phytase	2–5 % pour N; 20–50 % pour P
Formulation selon la disponibilité	10 % pour N et P
Équilibrage des acides aminés	9 % pour N par tranche de réduction de la P.B. de 1 %
Haute digestibilité des ingrédients alimentaires	5 % pour N et P
Agglomération des aliments	5 % pour N et P
Production de particules de 700–1000 microns	5 % pour N et P
Utilisation d'enzymes : cellulases, xylanases, etc.	5 % pour N et P selon un régime approprié
Recours à des additifs favorisant la croissance	5 % pour tous les éléments nutritifs
Alimentation de maïs pauvre en phytase	25–50 % pour P

Nota : La réduction réelle des rejets de N et de P peut varier. Plus le programme alimentaire d'origine se rapproche des recommandations, moins grande sera la réduction des rejets dans le fumier.

CYCLES DE L'EAU ET DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

CYCLE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Les éléments nutritifs parcourent des cycles réguliers dans le sol en prenant différentes formes. Pendant leur parcours, ils sont utilisés par les végétaux, rejetés dans le sol ou convertis en formes non biodisponibles.

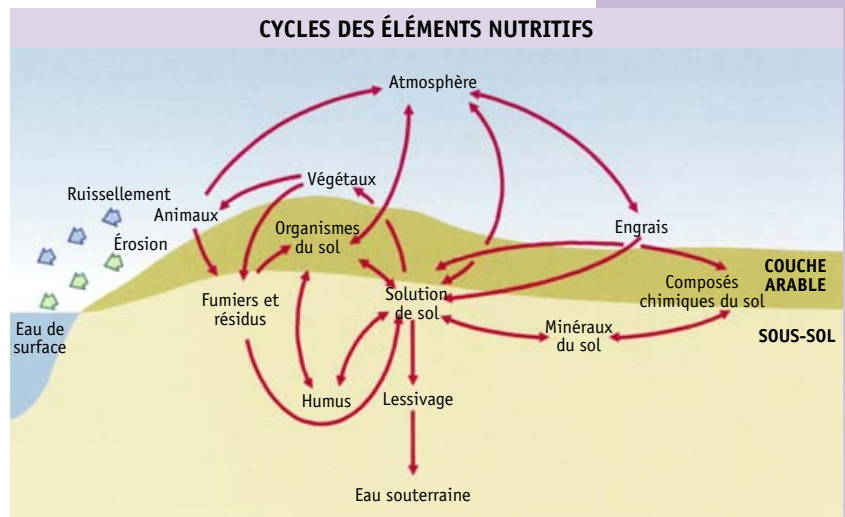
Tout plan de gestion des éléments nutritifs sérieux repose sur une compréhension générale des cycles des éléments nutritifs et de leurs interactions avec le cycle de l'eau. Il faut donc connaître les différentes formes que prennent les éléments nutritifs, les facteurs qui modifient leur disponibilité et ceux qui les font sortir du cycle.

Les éléments nutritifs se trouvent donc dans le sol sous bien des formes différentes, dont seulement certaines sont utiles pour les plantes. Peu importe qu'on les épande sous forme organique (p. ex. fumier) ou inorganique (p. ex. engrais commerciaux), seules les formes organiques sont biodisponibles (disponibles pour les plantes).

Dans un sol non gelé, des processus chimiques et biologiques convertissent sans arrêt les éléments nutritifs d'une forme à une autre, tout en respectant un vague équilibre entre elles. Consulter le schéma de droite pour avoir une idée générale de ces cycles.

Sol

- Certains éléments nutritifs proviennent de la désintégration des minéraux dans les terres cultivées.
- On peut augmenter directement la quantité d'éléments nutritifs dans le sol par l'épandage d'engrais, de fumier et d'autres matières organiques.
- La quantité d'éléments nutritifs dans le sol augmente indirectement du fait de la décomposition de la matière organique, des animaux et micro-organismes terricoles, des fumiers et des résidus de cultures.
- Les micro-organismes du sol décomposent la matière organique, le fumier et les résidus de cultures afin de s'en nourrir ou de les convertir en des formes solubles; d'autres micro-organismes changent les éléments nutritifs en gaz qui s'échappent ensuite dans l'atmosphère.
- En solution dans le sol, les éléments nutritifs peuvent être assimilés par les cultures ou les micro-organismes, échangés contre d'autres éléments nutritifs sur des sites d'échanges spécifiques, liés à des minéraux (donc non disponibles) ou lessivés vers les eaux souterraines.



Les éléments nutritifs existent dans le sol sous des formes multiples et interchangeables. Ces dernières sont le résultat de processus chimiques et biologiques. Les cycles empruntés par les différents éléments nutritifs se déroulent dans le sol, les cultures, le bétail, le fumier, d'autres matières nutritives, les eaux de surface et souterraines et, pour ce qui est de l'azote et du soufre, dans l'atmosphère.

Cultures

- Les cultures puisent des éléments nutritifs dans la solution du sol — au moment de la récolte, ces éléments sont retirés temporairement du sol et servis au bétail comme aliments ou retournés à la terre comme résidus de culture.

Bétail

- Le bétail consomme les cultures comme fourrages pendant leur broutage ou comme aliments complets; ils les utilisent pour leur entretien, la production ou la reproduction, et remettent au sol directement ou indirectement une part de ces éléments nutritifs par le fumier.

Fumier et autres matières nutritives

- Quand les matières sont enfouies :
 - ▷ les portions organiques sont modifiées ou liées par les micro-organismes du sol;
 - ▷ les portions inorganiques passent directement dans la solution de sol.
- Quand les matières restent en surface :
 - ▷ certains éléments nutritifs s'échappent directement dans l'atmosphère;
 - ▷ d'autres peuvent rejoindre les eaux de ruissellement;
 - ▷ les éléments nutritifs restants connaissent le même sort que les matières enfouies.

Eau

- Le ruissellement sur les terres cultivées peut dérober à la couche arable certains éléments nutritifs et les déposer au bas des pentes ou dans les eaux de surface.
- Certains éléments nutritifs quittent la solution de sol et le système des terres cultivables à la faveur du lessivage et rejoignent le réseau de drainage ou les eaux souterraines.

Atmosphère

- Les cultures et les micro-organismes du sol sont aptes à fixer des gaz atmosphériques, tels que l'azote et le méthane.
- Des éléments nutritifs présents dans la solution du sol passent à l'état gazeux dans l'atmosphère — certains d'entre eux, comme l'oxyde de diazote, le méthane et le dioxyde de carbone, sont des gaz à effet de serre nocifs.

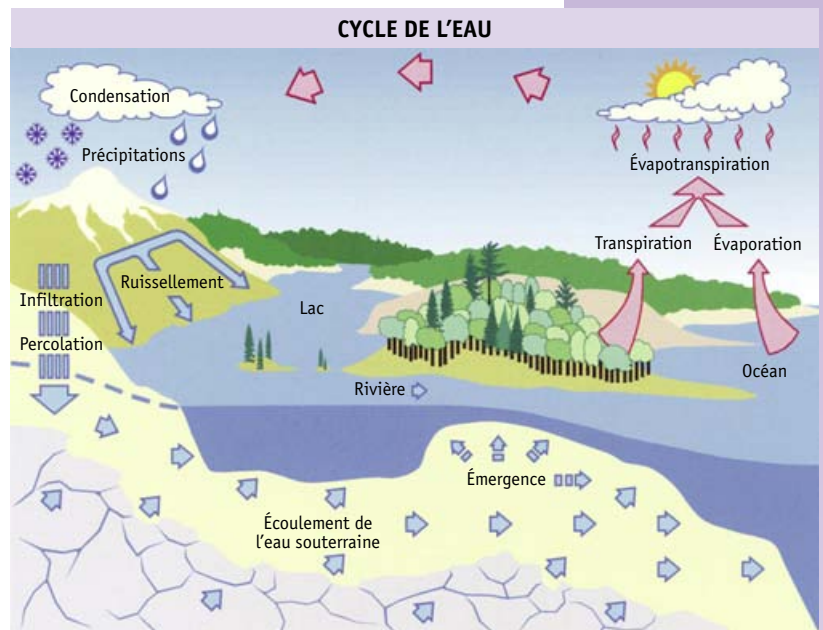
CYCLE DE L'EAU

L'eau est constamment en mouvement, étant recyclée dans l'environnement selon une série de voies composant le **cycle de l'eau**.

Les précipitations, qui prennent surtout la forme de pluie ou de neige, tombent sur les terres, les bâtiments et les plans d'eau. Elles peuvent être stockées, pour un temps, dans les lacs, rivières et étangs, être retenues par la neige au sol ou la végétation, ou être conservées sous forme de glace et de neige.

Une part de l'eau qui tombe sur les terres et les bâtiments ruisselle à la surface du sol vers des plans d'eau (p. ex. lacs et rivières). En outre, une part de l'eau retenue dans le sol et la végétation s'infiltrate à travers les strates de sol pour gagner les eaux souterraines. Ces eaux souterraines peuvent ensuite rejoindre les lacs, rivières, étangs, terres humides et puits ou même monter à la surface du sol. L'eau souterraine qui coule à la surface du sol et les petits plans d'eau forment un système plus étendu qu'on appelle bassin versant ou hydrographique.

À la surface du sol, l'eau peut s'évaporer directement dans l'atmosphère ou s'échapper des plantes en croissance active par évapotranspiration — phénomène par lequel la végétation libère de l'humidité dans l'air.



L'eau est constamment en mouvement, étant recyclée dans l'environnement selon une série de voies composant le cycle de l'eau.

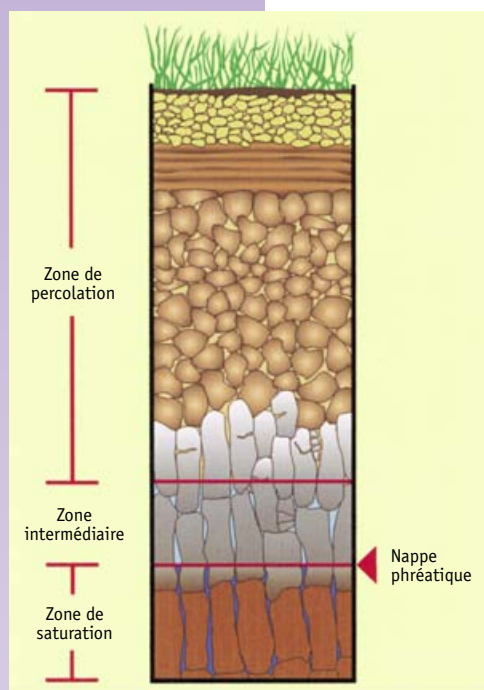
INTERACTIONS ENTRE LE CYCLE DE L'EAU ET LE CYCLE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Voies empruntées par l'eau

Dans le champ, les **précipitations** peuvent :

- être stockées en surface dans la neige ou la glace,
- s'évaporer à la surface du sol,
- s'infiltrer dans le sol,
- être gardées dans le sol en vue d'alimenter les cultures,
- ruisseler en surface si leur quantité dépasse la capacité d'infiltration dans le sol.

La proportion d'eau dans chaque endroit varie selon les caractères du sol (propriétés et qualités), la longueur et l'inclinaison des pentes, la température ambiante, les conditions climatiques et la gestion des terres cultivées.



L'eau se déplace, selon le phénomène de percolation, à travers les pores et les fissures du sol jusqu'à une zone de saturation, qu'on appelle la nappe phréatique.

Éléments nutritifs et eaux de surface

Tard au printemps, lorsque l'eau tombe sur un sol dénudé, environ les deux tiers s'évaporent dans l'atmosphère, le quart s'écoule vers des étangs, des cours d'eau, des lacs et d'autres baissières, et le reste s'infiltre dans le sol.

La répétition de monocultures sarclées, la diminution des pratiques culturales fondées sur les fourrages, et les gros équipements utilisés sur des sols détrempestés sont autant de facteurs qui aggravent le compactage du sol et, du coup, réduisent la percolation de l'eau dans le sol. En conséquence, la quantité d'eau qui s'accumule à la surface des champs risque d'augmenter.

En abondance, les eaux de ruissellement sont une source d'inquiétudes majeure puisqu'elles peuvent entraîner de la terre et des intrants culturaux (p. ex. des phosphates provenant d'engrais commerciaux ou de fumiers, et même des pesticides) susceptibles de causer la pollution des eaux de surface. De plus, les eaux de surface en excès risquent de causer l'érosion du sol. Or, l'érosion du sol altère la qualité de l'eau en ce qu'elle occasionne le transfert d'une charge de sédiments importante vers des cours d'eau. Les sédiments se composent de terre arable, de produits agrochimiques et d'éléments nutritifs (c.-à-d. N et P), sans compter une multitude de micro-organismes et, notamment, des agents pathogènes.

Les éléments nutritifs et l'eau souterraine

L'eau pénètre dans le sol par les pores et les fissures, de même que par les trous et galeries creusés par les racines, les vers, les insectes et les animaux. En s'enfonçant sans interruption dans le sol, certaines de ces cavités (les macropores) constituent pour le fumier et les éléments nutritifs des voies d'accès directes à l'eau souterraine ou aux tuyaux de drainage, exposant ces milieux à la pollution.

La quantité d'eau qui pénètre dans le sol varie selon les caractéristiques du sol et la gestion.

Certaines caractéristiques naturelles exercent une influence sur la quantité d'eau qui se trouve dans le sol, notamment le type de sol, sa structure, l'inclinaison du terrain, la profondeur de la nappe phréatique et de la roche-mère, les précipitations, la saison et les conditions climatiques.

Les pratiques de gestion sont un autre facteur déterminant. Les sols sur lesquels on laisse beaucoup de résidus de cultures permettent une plus grande infiltration d'eau et, en conséquence, restent plus humides. Il en va de même pour les sols très riches en matière organique.

Type de sol

Le type de sol, c'est-à-dire sa texture (p. ex. loam sableux ou argile) détermine sa capacité à retenir l'eau et aussi à la rendre disponible pour les cultures.

La capacité de rétention de l'eau d'un sol est également fonction de sa richesse en matière organique et du nombre de couches qui le composent. Les sols composés de couches de textures différentes sont dits « stratifiés ». Ils ralentissent le mouvement de l'eau descendant à travers le profil du sol.

En sols homogènes, la nappe phréatique monte et descend selon les saisons. Quand une couche dense limite le déplacement de l'eau, il se crée parfois une nappe phréatique suspendue – cette couche peut exister à l'état naturel ou résulter de pratiques culturales.

Pour préserver ou améliorer l'état du sol et contrôler efficacement l'eau qu'il contient, il faut tout d'abord connaître le type de sol avec lequel on a affaire.

LESSIVAGE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Les éléments nutritifs en solution sont emportés par l'eau dans le sol. Le lessivage se produit quand ces éléments nutritifs (p. ex. les nitrates) arrivent sous la zone racinaire par le moyen des pores et des larges fissures du sol. Le degré de lessivage dépend des facteurs suivants :

- la concentration des éléments nutritifs dans la solution de sol;
- la quantité totale d'éléments nutritifs disponibles dans le sol;
- la texture du sol – l'eau se déplace rapidement dans les sols sableux et les sols argileux fissurés;
- la stratification du sol – elle ralentit le mouvement de l'eau dans le profil du sol;
- les fragments grossiers – les cailloux et le gravier en abondance prédisposent au lessivage;
- la profondeur du sol jusqu'à la roche-mère ou à la nappe phréatique – plus la couche de sol est mince, plus vite se déplace l'eau.

Les particularités d'un site qui influent le plus sur les risques de contamination de l'eau souterraine sont :

- la texture du sol;
- la profondeur de la roche-mère;
- la profondeur de l'eau souterraine.

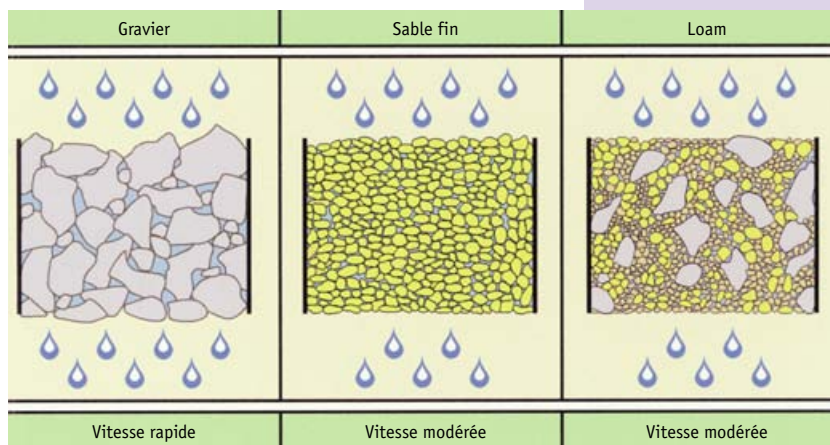
Texture du sol

La texture du sol, qui fait référence à la grosseur de ses particules, est le facteur le plus déterminant lorsqu'il s'agit d'évaluer la vitesse potentielle de l'eau et des contaminants dissous à travers le sol, jusqu'à l'eau souterraine.

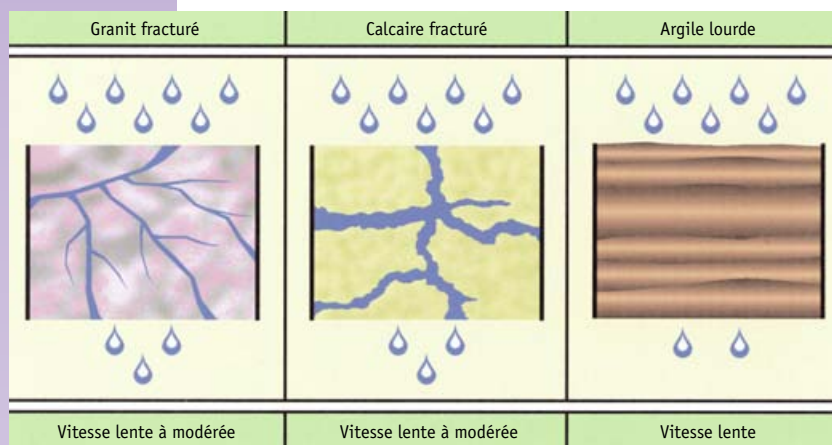
Les sols à texture grossière, tels que les sols graveleux ou sableux, possèdent de larges pores (espaces vides) entre leurs particules, ce qui permet à l'eau de les traverser rapidement pour atteindre l'eau souterraine.

Dans les sols à texture fine, tels que les argiles et les loams argileux, la percolation de l'eau et des contaminants dissous se fait très lentement. Ce genre de sol agit comme un filtre naturel qui favorise la dégradation biologique et chimique des contaminants avant qu'ils n'atteignent l'eau souterraine. Ils offrent donc une meilleure protection naturelle contre la pollution de l'eau souterraine.

On peut évaluer la texture du sol par palpation ou par analyse en laboratoire de la grosseur des particules. Les cartes pédologiques (cartes de sols) peuvent aussi aider à identifier la texture à un endroit précis.



La percolation de l'eau se fait rapidement dans les sables et les graviers, mais très lentement à travers l'argile.



La plupart des types de roche-mère se laissent pénétrer – p. ex., l'eau de surface peut emprunter des fentes et des fissures pour rejoindre une nappe phréatique peu profonde.

Profondeur de la roche-mère

Les aquifères peu profonds se trouvent souvent dans les régions où la roche-mère (substratum rocheux) est près de la surface. C'est le cas, en particulier, de certains types de substratums rocheux lorsqu'ils sont fracturés, p. ex. le calcaire, la dolomie, le grès et les schistes érodés.

Les affleurements de roche-mère fracturée favorisent le déplacement rapide de l'eau de surface et des contaminants jusqu'à l'eau souterraine. Lorsque la couche de sol recouvrant la roche-mère est peu profonde (moins que 90 cm ou 3 pi), il y a peu de chances que la filtration ou une entrave quelconque limite le débit des contaminants jusqu'à la roche-mère.

On peut mesurer la profondeur de la roche-mère au moyen d'outils à main ou d'équipements d'excavation mécanisés.

Les cartes de sols et les cartes géologiques de surface peuvent aider à connaître la profondeur de la roche-mère. Dans certains cas, l'affleurement de la roche-mère indique clairement que la couche de sol est mince. En outre, l'expérience acquise lors de travaux d'excavation ou lors du creusage pour l'installation d'une clôture dans une région donnée peut aussi s'avérer utile.

Profondeur de l'eau souterraine ou de la nappe phréatique

La filtration et le traitement de l'eau contaminée qui s'effectuent par des processus naturels ont lieu principalement dans la zone non saturée du sol, au-dessus de la nappe phréatique. Dans les endroits où la nappe phréatique est naturellement élevée, l'eau de surface et ses contaminants traversent en peu de temps la couche de sol non saturé et atteignent rapidement les aquifères peu profonds.

Le niveau de la nappe phréatique varie de façon appréciable selon la saison. En Ontario, son niveau est habituellement le plus haut au printemps et en automne.

On peut évaluer la profondeur de la nappe phréatique de différentes manières :

- creuser un trou en juin ou en septembre pour découvrir le niveau de l'eau libre dans le sol;
- repérer certaines couleurs caractéristiques dans le sol (taches de rouille et couleurs gris bleuâtre dans les horizons du sol) et identifier la méthode de drainage en se référant à une carte de sol locale afin de définir la classe de drainage en présence (p. ex. imparfait ou médiocre).

RÉDUCTION DES RISQUES DE CONTAMINATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR LE FUMIER DANS LES SOLS PEU PROFONDS

GROUPES HYDROLOGIQUES DE SOLS (GHS) :

Les sols sont classés en cinq groupes hydrologiques selon leur potentiel de ruissellement. Le classement prend en compte le déplacement de l'eau à travers le sol jusqu'à 90 cm (3 pi) de profondeur plutôt que seulement la texture du sol dans les vingt premiers centimètres (8 po) de surface. Les groupes hydrologiques de sols sont AA, A, B, C et D. Le groupe AA définit les sols ayant le plus petit potentiel de ruissellement et le groupe D rassemble ceux qui présentent le plus grand risque.

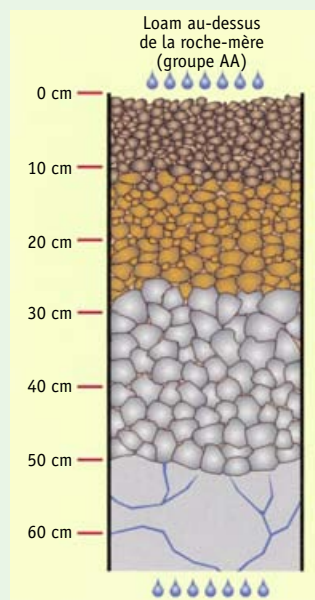
Les sols dont la roche-mère est peu profonde sont automatiquement reclassés dans le groupe hydrologique précédent en raison de cette caractéristique. Par exemple, un loam argileux dont la roche-mère est près de la surface classé dans le GHS D passerait au groupe C.

Tous les sols de l'Ontario ont été classés dans l'un ou l'autre des groupes hydrologiques. Le classement aide à évaluer les risques liés la charge en azote (indice-N) et les doses maximales imposées aux épandages d'éléments nutritifs projetés.

SOLS DONT LA ROCHE-MÈRE EST PEU PROFONDE :

Certains endroits révèlent un risque de contamination si grand qu'aucune application de fumier n'y est tolérée. À d'autres endroits qui affichent des risques pourtant élevés, une gestion éclairée en ce qui concerne le type de fumier choisi, le moment de son application et son enfouissement dans le sol permettent de ramener ces risques à un niveau acceptable.

- Aucun épandage de fumier n'est permis sur les affleurements de roche-mère, ni dans un rayon de 3 mètres (10 pi) de ceux-ci;
- Là où du fumier est appliqué sans travail du sol préalable ou subséquent, les prévisions météo doivent exclure toute possibilité de précipitation;
- Là où du fumier liquide est injecté dans le sol, la bande d'application doit malaxer la moitié de la surface du sol pour réduire le risque de mouvement descendant concentré du fumier.



Le groupe AA comprend tous les sols dont la roche-mère se situe à moins de 60 cm (< 2 pi) de la surface et aussi tous les sols du groupe A dont la profondeur jusqu'à la roche-mère est inférieure à 0,9 mètre (3 pi).

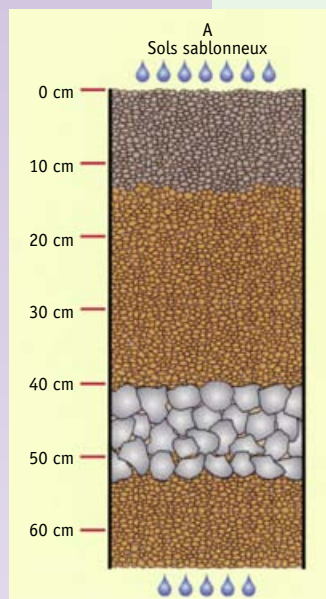
PROFONDEUR DE LA ROCHE-MÈRE	FUMIER LIQUIDE	FUMIER SOLIDE
0-15 cm (6 po)	aucun épandage	oct.-mai : aucun épandage; juin-sept. : < 22 t/ha (< 10 t. imp./ac)
15-30 cm (6-12 po)	oct.-mai : aucun épandage; travail du sol préalable ou < 40 m ³ /ha (< 3600 gal/ac)	travail du sol préalable, ou < 45 t/ha (< 20 t. imp./ac)
30-90 cm (1-3 pi)	travail du sol préalable ou < 40 m ³ /ha (< 3600 gal/ac)	aucune restriction

SOLS OÙ L'EAU SOUTERRAINE EST PEU PROFONDE :

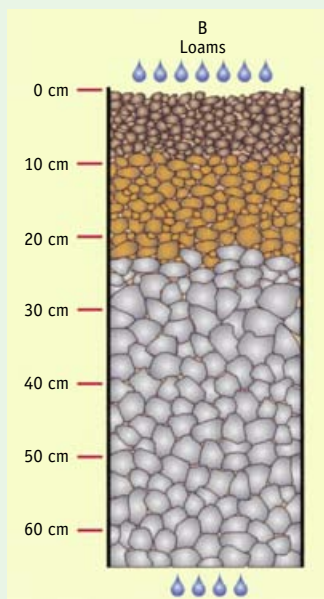
- En général, les ornières et le risque d'enlèvement suffisent à empêcher l'application de fumier dans les sols saturés, où la nappe phréatique est près de la surface — évaluer le risque de contamination selon les conditions au moment de l'épandage.

POTENTIEL DE CONTAMINATION DE L'EAU SOUTERRAINE

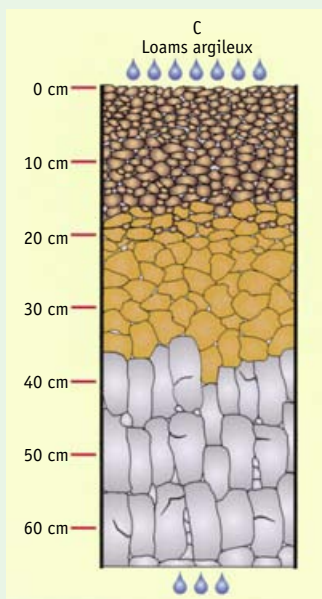
GROUPE HYDROLOGIQUE DE SOLS (TAUX D'INFILTRATION)	PROFONDEUR DU SOL NON SATURÉ AU MOMENT DE L'APPLICATION		
	< 30 cm (1 pi)	30–60 cm (1–2 pi)	60–90 cm (2–3 pi)
GROUPE A – SABLES (RAPIDE)	aucune application	risque élevé	risque moyen
GROUPE B – LOAMS (MOYEN)	aucune application	risque moyen	risque faible
GROUPE C – LOAMS ARGILEUX (LENT)	aucune application	risque faible	risque très faible
GROUPE D – ARGILES (TRÈS LENT)	aucune application	risque faible	risque très faible



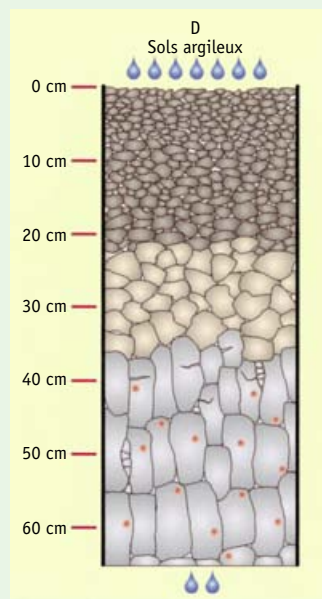
Le groupe A comprend les sols sableux, les sables loameux et les loams sableux. Ils ont tous un faible potentiel de ruissellement et des taux d'infiltration élevés, même à l'état de saturation. Ce sont principalement des sables ou graviers profonds, à drainage bon ou excessif et dont le taux d'infiltration est élevé.



Le groupe B comprend les loams limoneux et les loams. Il est caractérisé par des taux d'infiltration moyens à l'état de saturation et se compose principalement de sols profonds ou moyennement profonds, à drainage bon ou moyennement bon.



Le groupe C comprend les loams argileux sableux. Il est caractérisé par des taux d'infiltration faibles à l'état de saturation et se compose principalement de sols ayant une couche de terre dense qui entrave le mouvement descendant de l'eau et ayant une texture fine ou moyennement fine.



Le groupe D inclut : loams argileux ou limoneux argileux, argiles sableuses ou limoneuses, argiles. Il montre le plus grand risque de ruissellement et se caractérise par des taux d'infiltration très bas lorsque saturé, et se compose surtout de sols argileux très aptes à se gonfler, de sols où la nappe phréatique est toujours élevée, de sols ayant un pan argileux ou une couche d'argile en surface ou tout près, et de sols peu profonds recouvrant un matériau presque imperméable.

Voici les lignes directrices concernant l'application de fumier sur les sols des groupes A, B, C et D, dans le même ordre que précédemment :

POTENTIEL DE CONTAMINATION DE L'EAU SOUTERRAINE	FUMIER LIQUIDE	FUMIER SOLIDE
ÉLEVÉ	aucune application	travail du sol préalable et < 45 t/ha (< 20 t. imp./ac)
MOYEN	travail du sol préalable et < 40 m ³ /ha (< 3600 gal/ac)	travail du sol préalable
BAS	travail du sol préalable ou < 40 m ³ /ha (< 3600 gal/ac)	aucune restriction
TRÈS BAS	aucune restriction	aucune restriction

AZOTE : INDICE-N ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

Certains des macro-éléments qui sont indispensables au maintien de la vie animale, végétale et édaphique (c.-à-d. du sol) altèrent la qualité de l'eau et de l'air quand ils sont présents en quantités excessives.

Quel que soit le mode d'application de l'azote sur le sol, une grande partie finira par être transformée en nitrate. Les plantes satisfont à la plupart de leurs besoins en azote sous forme de nitrates, ce qui s'explique jusqu'à un certain point par le fait qu'il s'agit de la forme d'azote inorganique la plus répandue dans le sol.

L'azote présent sous forme de nitrates est très soluble dans l'eau et, par conséquent, migre avec l'humidité du sol. La grande solubilité de l'azote permet aux racines de l'extraire d'à peu près n'importe quelle zone du sol où elles puisent de l'eau. À l'envers de la médaille, cette propriété a aussi un inconvénient : l'azote est très facilement lessivé dans le sol.



Toute concentration élevée d'azote et de phosphore dans l'eau favorise la croissance excessive des plantes aquatiques.

Sous forme de nitrate (NO_3^-), l'azote se déplace facilement avec l'eau du sol. Par conséquent, il peut traverser la zone racinaire et le sol sous-jacent, et se dissoudre dans l'eau souterraine.

La concentration de l'azote des nitrates dans le sol est susceptible de changer rapidement. Par temps chaud, la dégradation de la matière organique peut libérer de grandes quantités d'azote, tandis que par temps pluvieux les sols bien drainés risquent de perdre des nitrates à la faveur du lessivage ou, depuis les sols saturés, par transformation en gaz par les bactéries du sol selon le phénomène de dénitrification.

Dans le sol, l'azote emprisonné dans l'urée est converti en ammonium. Or, dans certaines circonstances, l'ammonium passe aisément à l'état gazeux (ammoniac). C'est ainsi qu'une grande part de l'azote retenu dans l'urée peut se dissiper dans l'air lorsque, par temps chaud et humide, on laisse de l'urée à la surface du sol ou sur des résidus de cultures sur un sol très humide.

Devenir de l'azote provenant du fumier

Dans le fumier, l'azote se trouve sous forme organique et inorganique. La forme la plus abondante varie en fonction du type de fumier (liquide ou solide).

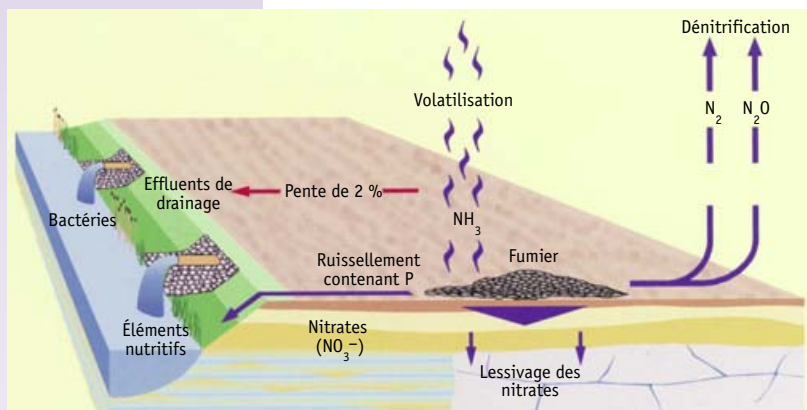
L'**ammonium** (NH_4^+) est une forme inorganique qui joue un rôle clé. En effet, étant biodisponible, le NH_4^+ facilite la croissance des plantes, mais il est très volatil une fois converti en gaz ammoniac (NH_3). Le NH_4^+ peut poser problème lorsqu'il rejoint l'eau de surface car sa toxicité entraîne la mort des poissons.

L'azote organique du fumier, bien que plutôt stable, finit par se transformer en ammonium par minéralisation. Dans le sol, l'ammonium est retenu par les particules d'argile et de matière organique. Il est biodisponible et sujet à la nitrification — un processus par lequel les micro-organismes le convertissent en nitrite et en nitrate (NO_3^-).

Le nitrate (NO_3^-) du sol peut :

- être assimilé par la végétation,
- être immobilisé par les micro-organismes,
- être lessivé dans le sol au-delà de la zone racinaire,
- se retrouver dans les eaux ruisselant à la surface des terres cultivées,
- dans les sols détrempés, être converti en gaz comme l'azote gazeux (N_2) et l'oxyde de diazote (N_2O) par les micro-organismes, selon le processus de dénitrification. Nota : L'azote représente 78 % de l'atmosphère, et l'oxyde de diazote, un gaz à effet de serre, a une capacité de réchauffement égale à 300 fois celle du dioxyde de carbone.

L'eau de ruissellement contaminée par du fumier est nocive pour l'habitat aquatique car l'ammoniac qui s'en échappe peut causer la mort des poissons.



L'azote contenu dans le fumier épandu augmente la réserve d'ammonium et de nitrate dans le sol. Une certaine portion de cet azote est rejetée sous forme d'ammoniac (NH_3). Par ailleurs, les plantes sont aptes à assimiler une grande part de l'ammonium et du nitrate. Tout nitrate que les plantes n'utilisent pas est sujet au lessivage ou à la conversion en azote gazeux.

CYCLE DE L'AZOTE — Devenir des principaux éléments du cycle**APPORT DE N****PROCESSUS / DEVENIR****ENGRAIS COMMERCIAUX**

l'azote gazeux (N_2) est fixé dans les engrais contenant de l'urée, de l'ammonium et du nitrate

FUMIERS

les fumiers solide et liquide, les eaux résiduaires et les biosolides contribuent à l'augmentation d'azote organique et inorganique dans le sol

LÉGUMINEUSE

l'azote gazeux (N_2) est fixé par les micro-organismes aux particules de sol et aux légumineuses, et constitue une source d'azote organique dans le sol

RÉSIDUS DE CULTURES

l'azote organique est produit par la décomposition du système racinaire des cultures et par les résidus de cultures (y compris les plantes couvre-sol)

ATMOSPÈRE

la chaleur et les éclairs ajoutent un peu de NO_3^- dans le sol

RÉSERVES DE N DANS LE SOL**PROCESSUS / DEVENIR****MATIÈRE ORGANIQUE**

l'azote organique fait partie intégrante de l'humus (matière organique du sol)

AMMONIUM (NH_4^+)

le NH_4^+ est parfois retenu par les particules de sol et d'humus au niveau des sites d'échanges

NITRATE (NO_3^-)

le NO_3^- dissous dans la solution de sol et dans l'eau est intercepté par les particules de sol

TRANSFORMATION DE N**par les micro-organismes du sol****PROCESSUS / DEVENIR****MINÉRALISATION**

l'azote organique se dégrade en ammonium

NITRIFICATION

l'ammonium est transformé en nitrate

IMMOBILISATION

l'ammonium et le nitrate sont liés par les organismes vivant dans le sol

VOLATILISATION

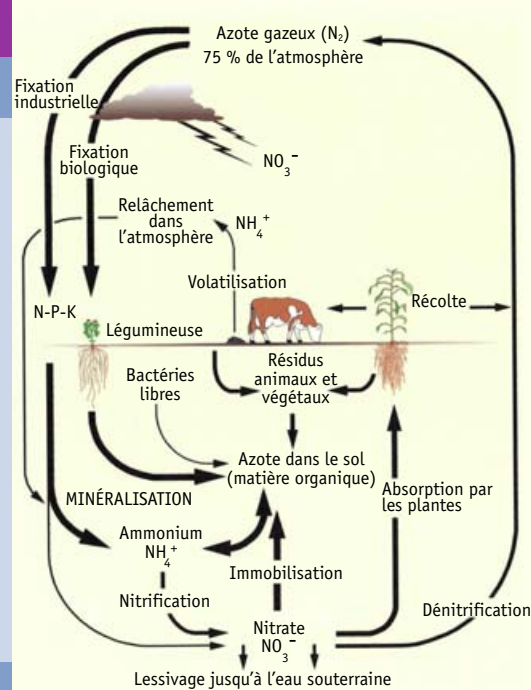
l'azote de l'ammonium est converti en azote gazeux

DÉNITRIFICATION

conversion du nitrate en gaz azotés, soit N_2 et N_2O

LESSIVAGE

le NO_3^- en solution dans le sol descend au-delà de la zone racinaire et risque de rejoindre l'eau souterraine



Comme il a été mentionné plus tôt dans ce chapitre, il existe de nombreux facteurs qui influent sur la facilité de l'azote et du phosphore à rejoindre l'eau de surface ou l'eau souterraine. Le type de sol, sa pente, la proximité de l'eau de surface et de l'eau souterraine, les conditions climatiques, la saison de l'année, les pratiques de gestion et le niveau de fertilité sont autant de facteurs qui font augmenter ou diminuer les risques de contamination de l'eau.

Pour évaluer ces risques, on étudie séparément pour chaque site tous les facteurs qui entrent en jeu. Une fois qu'on les a tous mis en balance, on obtient l'indice-azote et l'indice-phosphore, qui donnent une idée claire des risques. On explique dans la section suivante le fonctionnement de ces indices.

L'indice-azote

L'indice-azote (indice-N) est une indication mathématique qui permet de réduire les risques de contamination de l'eau souterraine par le nitrate. Il évalue la vulnérabilité des pratiques de gestion des éléments nutritifs à tout déplacement indésirable du nitrate. Le calcul de l'indice-N intègre les facteurs de risque liés à la source et au déplacement du nitrate afin d'évaluer le risque de migration du nitrate vers l'eau de surface, pour chaque champ.

Le cycle de l'azote est complexe, et les facteurs qui contribuent aussi bien à la source de nitrate qu'à son déplacement entrent souvent en interaction. Dès que l'azote du fumier est transformé en nitrate, il a plutôt tendance à migrer avec l'eau dans le sol qu'à se lier aux particules de sol.

Facteur de risque lié à la source

La quantité nette de nitrate dans le sol après la récolte peut provenir :

- de l'azote appliqué pour la culture de la campagne agricole en cours;
- des éléments nutritifs apportés après la récolte;
- de l'azote résiduel puisé dans les résidus de culture, en particulier de légumineuses;
- de l'azote minéralisé et des matières nitrifiées issus de la matière organique du sol.

L'azote apportée pour la culture de la campagne agricole en cours représente la quantité d'azote apporté qui excède les besoins de la culture. En fait, c'est le point qui suscite le plus d'inquiétudes.

Les éléments nutritifs apportés après la récolte (p. ex. le fumier épandu sur le champ) font augmenter le risque de migration du nitrate vers l'eau souterraine. L'époque de l'épandage, le mode d'application et le type de fumier sont des facteurs qui influent sur ce risque.

Facteur de risque lié au déplacement

Le facteur déplacement permet d'évaluer l'occasion qu'a le nitrate de traverser le sol, avec l'eau, jusqu'à l'eau souterraine.

En Ontario, pendant la saison de croissance, les cultures retirent habituellement du sol plus d'eau que les précipitations n'en apportent, de sorte qu'il n'y a aucun lessivage à cette époque de l'année sauf pendant les périodes anormalement pluvieuses.

Par contre, à l'automne, en hiver et tôt le printemps, les précipitations apportent plus d'eau au sol qu'il ne s'en évapore et, conséquemment, l'eau a de plus fortes chances de descendre à travers le profil de sol. Voilà pourquoi on s'inquiète de la quantité de nitrate qui reste dans le sol après la saison de croissance, à l'époque où aucune culture ne s'y trouve pour assimiler le nitrate et où le risque de perte est élevé. Les plantes couvre-sol cultivées après la récolte de la culture principale contribuent à réduire le risque en s'appropriant des éléments nutritifs et en les retenant sous forme organique jusqu'au printemps.

Le risque de migration de l'azote est plus grand dans les sols peu profonds.



PHOSPHORE : INDICE-P ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

Le phosphore (P) est associé à la fraction solide du fumier. Par conséquent, il est plus abondant dans les fumiers solides.

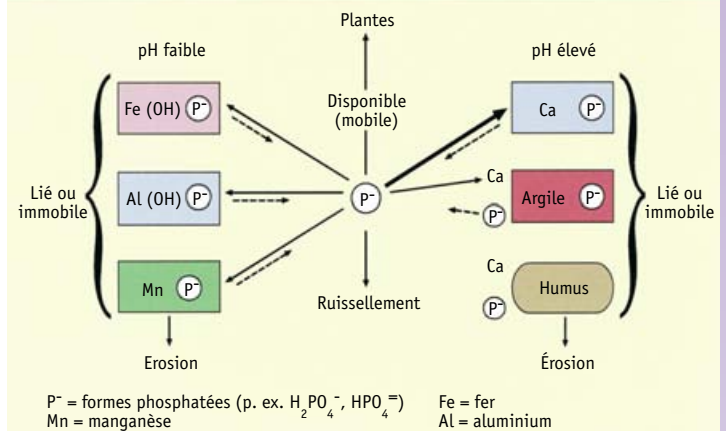
On appelle phosphates (p. ex. PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) les formes que prennent le phosphore inorganique en solution. Les phosphates sont très réactifs dans le sol : ils se lient aisément au calcium, au magnésium, au fer, au manganèse et à l'aluminium et sont adsorbés par les particules du sol (retenus à leur surface).

Dans les sols acides (pH bas), le phosphore est immobilisé dans des composés du fer, du manganèse et de l'aluminium. Par contre, dans les sols alcalins (pH élevé), on peut trouver le phosphore fixé à la surface des particules d'argile et d'humus ou lié dans des composés du calcium et du magnésium. Une très faible part du phosphore (seulement 5 %) est assimilable par la végétation, peu importe le moment.

Les phosphates en solution dans le sol sont très réactifs. Ils peuvent devenir immobilisés très rapidement ou assimilés par les plantes. Toutefois, une grande part du phosphate prend une forme convenant à sa mise en réserve et se trouve restitué progressivement dans la solution pour compenser la quantité assimilée par les plantes. Comme il ne se déplace pas avec l'eau du sol, le phosphore est peu susceptible d'être lessivé.

En raison du fait que les basses températures ralentissent la croissance des racines et l'absorption des éléments nutritifs, les plantes se voient souvent incapables d'obtenir suffisamment de phosphore par temps froid, en particulier lorsqu'elles sont petites.

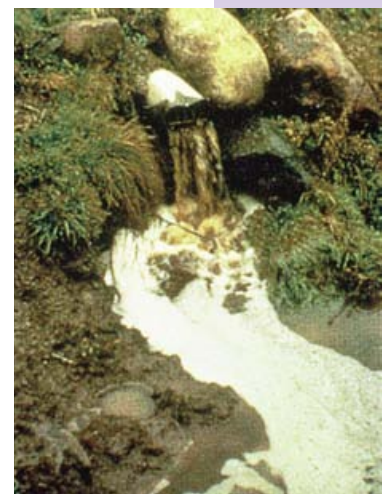
PHOSPHORE DU SOL — FORMES, DEVENIR ET DISPONIBILITÉ



Les phosphates sont très réactifs dans le sol. Dans les sols acides, on trouve souvent le phosphate lié à des composés du fer, de l'aluminium et du manganèse, tandis que dans les sols alcalins (pH élevé), il peut être lié à des composés du calcium et du magnésium, et aussi aux particules d'argile et à la matière organique.



Le phosphore du sol se trouve souvent fixé aux particules de sol et, par conséquent, peut rejoindre les eaux de surface à la faveur du ruissellement sur les terres cultivées.



Les eaux de surface sont menacées de pollution par certaines fermes laitières qui évacuent directement dans un réseau de drainage souterrain leurs eaux usées de lavage contenant des détergents à base de phosphate.



En Ontario, le phosphore est un facteur limitant pour la prolifération d'algues. En réduisant la quantité de phosphore dans les eaux de surface, on freine du même coup la prolifération des algues.

Le devenir du phosphore

Au cours de l'année d'application, le fumier ne rend disponible que 40 % du phosphore qu'il contient, comparé aux engrais commerciaux. En d'autres mots, 45 kg (100 lb) de P_2O_5 provenant du fumier ont une valeur fertilisante équivalant à 18 kg (40 lb) de P_2O_5 fourni par un engrais commercial. Par contre, cet écart se rétrécit beaucoup quand on étudie l'évolution à long terme du phosphore disponible dans le sol (dosage du P par analyse de sol). En effet, au fil des ans, 80 % du phosphore provenant du fumier devient biodisponible.

En solution, les phosphates peuvent être assimilés par les plantes ou relâchés dans l'environnement à la faveur des eaux de ruissellement, et une infime quantité peut traverser les fissures du sol pour atteindre la zone racinaire. Tout phosphore qui finit par rejoindre des eaux de surface favorisera la prolifération d'algues. Au fur et à mesure que les algues meurent et se décomposent, la concentration de l'oxygène dans l'eau chute à des niveaux qui sont néfastes pour les poissons et d'autres formes de vie aquatiques.

L'indice-phosphore

L'objectif visé par l'indice-phosphore (indice-P) est de quantifier les risques de contamination des eaux de surface par les épandages de matières nutritives sur des terres cultivées. Par exemple, l'indice-P révèle clairement que dans les champs où les analyses de sol ont confirmé que la concentration de phosphore est élevée et où le potentiel d'érosion est grand, le risque de contamination de l'eau de surface par l'application de fumier est élevé lui aussi. Dans un tel cas, il y a probablement lieu de limiter l'épandage de phosphore ou de protéger le champ contre l'érosion. Le tableau suivant donne un aperçu des caractéristiques des champs et des pratiques de gestion qui sont prises en compte dans le calcul de l'indice-P.

FACTEURS PRIS EN COMPTE DANS LE CALCUL DE L'INDICE-P POUR ÉVALUER LES DISTANCES DE RETRAIT MINIMUM DES ÉPANDAGES PAR RAPPORT À DES COURS D'EAU

FACTEUR DÉTERMINANT	DONNÉES OU MESURES NÉCESSAIRES AU CALCUL
CARACTÉRISTIQUES NATURELLES DU CHAMP – influent sur le potentiel d'érosion et de ruissellement	• érodabilité et texture du sol • longueur de la pente • déclivité de la pente (à proximité d'un cours d'eau) • énergie des pluies • distance jusqu'à des cours d'eau
PRATIQUES DE GESTION DU CHAMP – sont adaptées au potentiel d'érosion du sol	• méthode de travail du sol (p. ex. semis direct) • opérations en contre-pente ou culture en courbes de niveau • rotation culturale, fourrages, cultures couvre-sol
GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS – prend en compte le niveau de P actuel ainsi que le mode et la dose d'épandage du phosphore dans le champ	• niveau de fertilité du sol • doses d'épandage du fumier et des engrais • méthode d'application du fumier et des engrais (p. ex. enfouie, laissé en surface)

Nota : On ne tient pas compte des distances minimales requises qui découlent de l'indice-P pour les épandages de matières nutritives contenant du phosphore lorsque le dosage du P par analyse de sol indique une concentration de P inférieure à 30 ppm.

Même si l'indice-P calculé pour un champ en particulier est élevé, il n'est souvent pas nécessaire de limiter l'application de phosphore dans tout le champ. On pourrait, par exemple, réduire les taux d'épandage dans les zones situées le long d'un cours d'eau qui sont susceptibles de le contaminer directement, et dans les zones ayant un grand potentiel de déchargement de sédiments contaminés dans le cours d'eau.



L'indice-P est plus élevé pour les champs très inclinés.

POTASSIUM

Dans le fumier, le potassium (K) est soit organique, soit inorganique. Environ 75 % du K se trouvent dans la fraction liquide du fumier et sont totalement biodisponibles. Les 25 % restants composent la partie organique des solides du fumier.

Dans le sol, le K peut-être :

- non disponible — 90 à 98 % du K sont retenus dans les minéraux,
- lentement rendu disponible — jusqu'à 10 % du K retenu par les minéraux d'argile,
- disponible — seulement 1–2 % est en solution ou lié à des minéraux. Les ions K sont lessivés dans les sols sableux.

En dépit de sa faible disponibilité relative dans le sol, le potassium est maintenu en équilibre dynamique. En effet, les ions K assimilés par les plantes sont rapidement remplacés dans le sol par le potassium échangeable tiré des réserves du sol.

En Ontario, le potassium de sources agricoles ne constitue pas une menace pour la qualité de l'eau parce que le potassium biodisponible est en équilibre constant avec les formes de K non disponibles dans le sol. La quantité de potassium qui est soumise au lessivage ou qui se retrouve dans le ruissellement à la surface des terres cultivées est extrêmement faible. Elle ne représente pas un facteur limitant pour la croissance des plantes aquatiques.



Avertissement : De hauts niveaux de potasse dans le sol (analyse de sol) et des teneurs en potasse élevées dans le fumier peuvent entraîner des concentrations de potassium élevées dans les fourrages et, du coup, causer la fièvre vitulaire chez la vache laitière. Pour éviter ce problème, on peut servir du foin pauvre en K, qui est produit ailleurs, et/ou mélanger le foin riche en K avec des aliments fourragers qui en sont mal pourvus, comme l'ensilage de maïs, ou encore recourir à l'équilibrage des anions et des cations.

RÉSUMÉ DES PERTES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS PROVENANT DU FUMIER ET DE LEURS INTERACTIONS AVEC LE CYCLE DE L'EAU

PROCESSUS	DÉTAILS
VOLATILISATION	• elle correspond à la perte d'ammoniac libre (NH_3) dans l'atmosphère • l'ammonium (NH_4^+) qui se trouve dans le fumier se transforme rapidement en ammoniac • le fumier contenant de fortes concentrations de NH_4^+ produit plus facilement de l'ammoniac (NH_3) • le taux de déperdition varie selon la température et l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la teneur en eau du sol, son pH, le couvert végétal, la pluviosité et l'infiltration — les pertes sont les plus grandes par temps ensoleillé, chaud et sec • les pertes augmentent en même temps que la superficie d'exposition — l'enfouissement/ incorporation abaisse les pertes
DÉNITRIFICATION	• l'azote qui se trouve dans le fumier (ammonium) se transforme en nitrate et en nitrite par nitrification • dans les sols saturés, les nitrates sont convertis par les micro-organismes en azote gazeux (N_2) • dans les sols et milieux à demi-saturés (structures de stockage), les micro-organismes transforment les nitrates en oxyde de diazote (N_2O)
RUISSELLEMENT ET ÉROSION	• le fumier épandu et laissé en surface est sujet au ruissellement • les éléments nutritifs contenant P et N dans le fumier sont rejetés dans l'environnement à la faveur des matières érodées et du ruissellement • les taux d'érosion et de ruissellement augmentent avec la déclivité, la lenteur d'infiltration, le compactage du sol, le gel du sol, la rareté de la végétation ou de la culture couvre-sol, l'abondance des précipitations et la rapidité de la fonte des neiges
LESSIVAGE	• il correspond au déplacement des solutions de sol et de leurs solutés hors du profil de sol ou de la zone racinaire • ce processus se produit uniquement lorsque la concentration de nitrates (et/ou de bactéries) dans la zone racinaire est élevée et qu'il y a un déplacement net de l'eau à travers le profil de sol • les sols sableux et graveleux dans lesquels la nappe phréatique est élevée sont le plus prédisposés au lessivage • les principales sources de nitrate sont : ○ le fumier mal stocké (p. ex. fumier solide non recouvert, fumier composté sur terre dénudée) ○ les engrais azotés ○ la minéralisation dans le fumier épandu et les légumineuses
EFFLUENTS DU RÉSEAU DE DRAINAGE	• ils correspondent à l'évacuation en masse des matières liquides épandues par les exutoires de drainage • tous les éléments nutritifs (N, P et K) et toutes les bactéries qui se trouvent dans le fumier peuvent rejoindre les eaux de surface, à mesure que les effluents s'infiltreront dans les fissures et macropores continues des sols non travaillés au préalable • le problème se pose le plus souvent dans les sols non travaillés et dans les sols portés à se fissurer
IMMOBILISATION	• c'est le processus par lequel les micro-organismes lient les éléments nutritifs dans le sol • les populations de micro-organismes sont assez nombreuses et diversifiées pour retirer les nitrates et phosphates disponibles de la solution de sol avant que les plantes puissent les utiliser • le taux d'immobilisation varie selon le ratio carbone-azote (C:N) dans les résidus de cultures ou dans le fumier ajouté au sol ○ en présence de matières ayant un ratio carbone-azote élevé, comme la litière de paille ou de sciure de bois, les micro-organismes lient tout nitrate disponible ○ après un certain temps, les micro-organismes manquent d'aliments (carbone) et relâchent de l'azote une fois qu'il y a eu minéralisation
FIXATION	• les phosphates sont très réactifs dans le sol et s'associent avec le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse ou l'aluminium, et se fixent aux particules de sol • en tout temps, une petite proportion de phosphates reste en solution, mais ils en sont retirés rapidement • la plus grande part du phosphate garde sa forme propre à sa mise en réserve et se retrouve dans la solution de sol pour compenser la quantité assimilée par les plantes

MICRO-ÉLÉMENTS ET OLIGO-ÉLÉMENTS

Les fumiers sont riches en micro-éléments requis par les cultures comme le bore, le chlore, le fer, le molybdène et le zinc. Ils sont aussi une source de micro-éléments nécessaires à la santé des animaux comme le zinc, le cuivre, le sélénium, le chrome, l'iode et le cobalt.

Le type de fumier et les pratiques de gestion influent directement sur la concentrations de micro-éléments chez les cultures et les animaux. Par exemple, les fumiers de porcs et de volaille sont souvent mieux pourvus que les autres types. Il s'ensuit qu'au chapitre de la fertilité des sols les épandages annuels de fumier en vue de satisfaire les besoins en N et P peuvent occasionner des teneurs du sol en certains micro-éléments plus élevés que prévus.

Des recherches techniques ont signalé une accumulation d'éléments, tels que le cuivre et le zinc, dans des champs qui ont eu des applications de fumier abondantes. Toutefois, des études récentes sur la teneur en éléments nutritifs des fumiers n'ont pas réussi à révéler que les terres de l'Ontario avaient un tel problème en comparaison avec les normes visant les biosolides. L'avertissement qu'on en tire est de ne pas donner au bétail des aliments et des compléments médicamenteux qui dépasseraient les besoins nutritionnels en micro-éléments, sous peine d'altérer la qualité des sols à long terme.

Les moyens suivants permettent de contrôler la teneur du sol en micro-éléments :

- surveiller les concentrations des micro-éléments dans les aliments et les traitements vétérinaires;
- faire analyser le fumier et le sol pour en connaître les niveaux de micro-éléments qui serviront de points de référence;
- adapter le plan de gestion des éléments nutritifs et les épandages, s'il y a lieu, en vue de hausser les teneurs là où il le faut, tout en évitant les accumulations excessives.



Les moutons ont une faible tolérance au cuivre dans leur ration — il y a donc lieu de faire doser les micro-éléments du fumier avant d'en épandre sur les pâturages pour ovins.

L'APPROCHE SYSTÉMATIQUE DANS LA PLANIFICATION DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

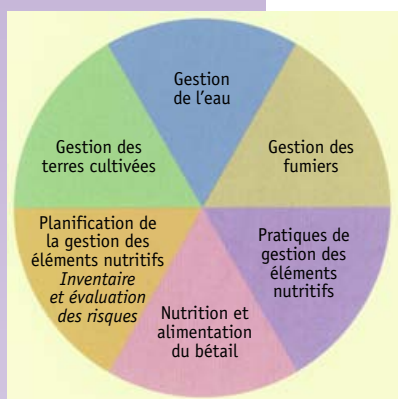
Toute planification qui se veut efficace repose avant tout sur une bonne compréhension des sources d'éléments nutritifs, de leurs compositions variables et des pertes dont ils sont susceptibles. Il faut ensuite prendre en compte les éléments nutritifs dans sa propre exploitation et évaluer les risques de pertes qui la caractérisent.

Ne jamais perdre de vue l'ensemble du système. Bien réfléchir à ce qu'on tente d'évaluer et de planifier dans le cadre d'un **système de gestion**. Le système de gestion se compose d'une série de pratiques à la fois distinctes et interreliées (p. ex. l'application d'éléments nutritifs) ou de groupes de pratiques (p. ex. la nutrition et l'alimentation du bétail) qui exercent une influence sur les résultats de la gestion.

Un système de gestion global saura comprendre toutes les composantes clés qui sont susceptibles de modifier les résultats attendus. Dans un système de gestion global, **tout changement envisagé a des effets sur les autres composantes du système et sur le système lui-même**.

On qualifie d'**approche systématique** le système de gestion selon lequel on cherche à prévoir et à évaluer les répercussions d'une pratique précise sur les autres composantes du système.

COMPOSANTES



Appliquée à la planification de la gestion des éléments nutritifs, l'approche systématique inclura les composantes ci-dessous.

1 Gestion de l'eau

- déterminer la proximité des eaux de surface, la profondeur des nappes phréatiques et des aquifères, et élaborer des pratiques de gestion concernant le drainage, l'irrigation et l'eau de surface;

2 Gestion des éléments nutritifs — Inventaire et évaluation des risques

- prendre en compte toutes les sources d'éléments nutritifs et leurs concentrations dans les opérations agricoles, et évaluer les risques environnementaux et les limites acceptables;

3 Pratiques de gestion des éléments nutritifs

- faire doser les éléments nutritifs (analyses), en choisir les sources, dresser un calendrier des épandages, équilibrer les applications et évaluer les répercussions;

4 Nutrition et alimentation du bétail

- mettre l'accent sur la réduction, la modification, la supplémentation et l'examen attentif des rations et des pratiques alimentaires en vue d'améliorer l'efficacité et de réduire les intrants;

5 Gestion des fumiers

- élaborer des systèmes de collecte, de transfert, de stockage et de manutention des fumiers et d'autres matières de rebuts;

6 Gestion des terres cultivées

- adopter des pratiques de gestion optimales qui veillent à la protection du sol et de l'eau et réduisent les pertes d'éléments nutritifs — inclure la conduite des cultures et le travail du sol.

L'approche systématique est la meilleure façon d'aborder l'élaboration du plan de gestion des éléments nutritifs. Le plan environnemental de ferme est un bon exemple d'une telle approche.

L'APPROCHE SYSTÉMATIQUE MISE EN ŒUVRE DANS UNE EXPLOITATION D'ÉLEVAGE

Pendant qu'il élabore son PGEN (Composante 2: Gestion des éléments nutritifs — Inventaire et évaluation des risques), un éleveur découvre que la plupart de ses champs ont une teneur en phosphore excessive. En conséquence, il :

- abaisse la concentration de P dans le fumier en servant moins de suppléments de phosphore à ses animaux (Composante 4 : Nutrition et alimentation du bétail);
- modifie ses pratiques d'application du fumier de manière à incorporer au sol tout le fumier épandu en surface (Composante 3 : Pratiques de gestion des éléments nutritifs);
- se conforme aux distances de retrait prescrites concernant les épandages (Composante 1 : Gestion de l'eau).

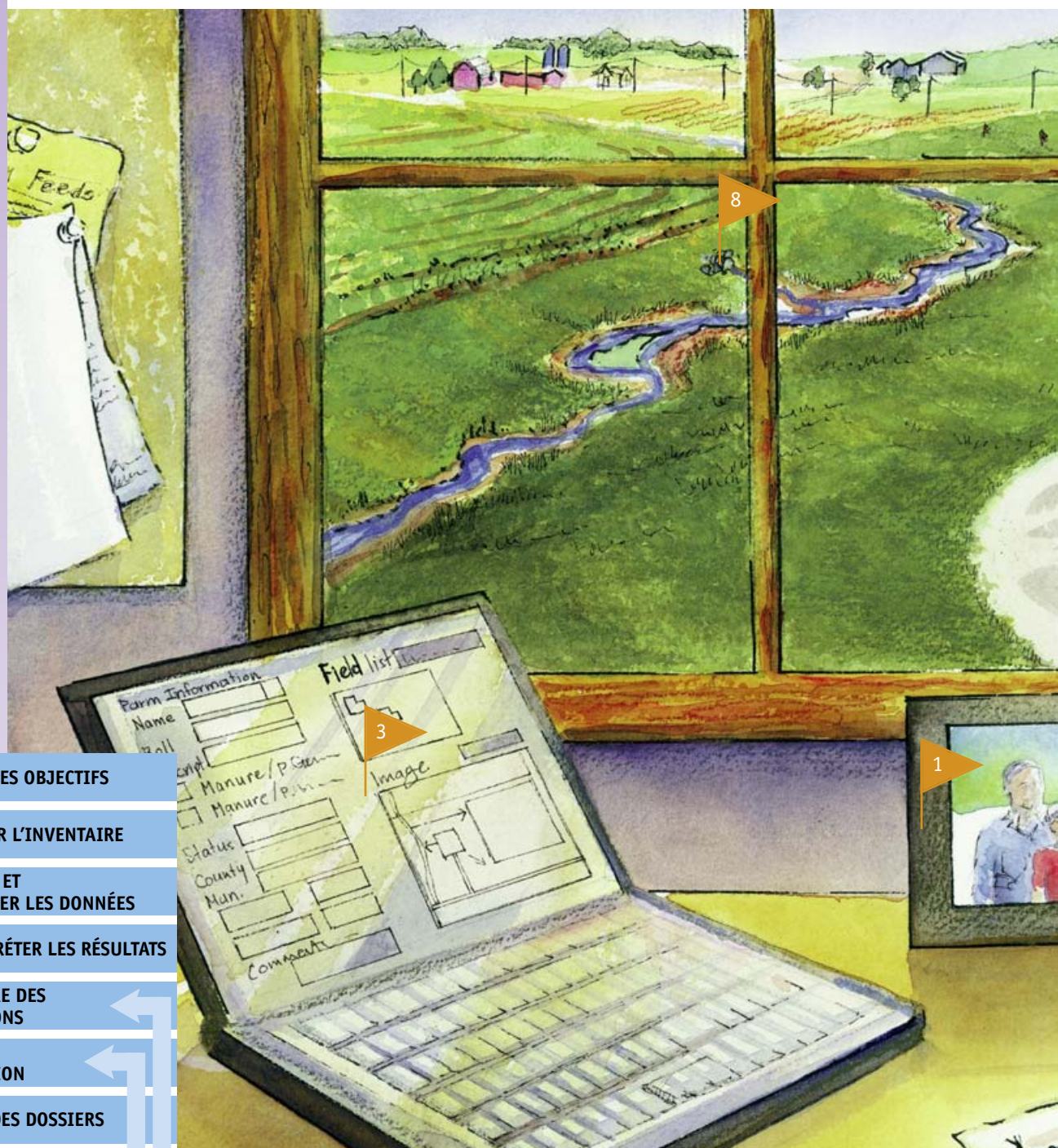
En mettant en œuvre l'approche systématique, cet éleveur de bétail a fait des économies sur les coûts des intrants et a réduit les répercussions néfastes sur la qualité de l'eau de surface.

DIX ÉTAPES MENANT À LA RÉUSSITE

La planification de la gestion des éléments nutritifs est un processus qui s'effectue en profondeur. Elle ne devrait pas pour autant rendre l'existence insoutenable. La progression par étape en facilitera la tâche.

L'illustration qui s'étale sur les deux prochaines pages et l'ordinogramme ci-dessous donnent une vue d'ensemble du processus avant qu'on l'examine en détail. Dans les chapitres subséquents, on verra comment élaborer chaque étape et, une fois que tout sera rassemblé, on pourra passer à l'action.

ÉTAPE	DESCRIPTION	ÉLÉMENTS CLÉS
1 FIXER DES OBJECTIFS	Présenter l'orientation donnée à la planification de la gestion des éléments nutritifs — aider la prise de décision	• motiver le plan de gestion • prendre conseil • énoncer une vision des réalisations futures du plan
2 DRESSER L'INVENTAIRE	Tracer le profil des ressources matérielles existantes de l'exploitation — connaître les biens dont on dispose pour mieux découvrir nos besoins	• inventorier les ressources de la ferme • décrire les caractéristiques des lieux • définir en détail les pratiques de gestion actuelles
3 ENTRER ET ANALYSER LES DONNÉES	Utiliser les ressources présentes pour découvrir les mesures à prendre	• utiliser NMN et MSTR • calculer la superficie des terres requises • faire l'évaluation des risques
4 INTERPRÉTER LES RÉSULTATS	Détailler les options ressortant de l'analyse des données — pour gérer les risques, réduire le coût des intrants et utiliser tous les éléments nutritifs produits	• énumérer les pratiques de gestion potentielles • décrire les modifications éventuelles des structures, des installations et de l'équipement • adopter une approche systématique
5 PRENDRE DES DÉCISIONS	Choisir les options qui favoriseront l'atteinte des objectifs	• prendre en compte les objectifs personnels et d'affaires • tirer profit des ressources disponibles • retenir des taux d'application appropriés • respecter les distances de retrait prescrites
6 PASSER À L'ACTION	Joindre le geste à la parole pour atteindre ses objectifs	• dresser un plan opérationnel • accomplir les tâches quotidiennes • prendre en compte les influences externes (p. ex. climat, marchés)
7 TENIR DES DOSSIERS	Documenter les faits — créer sa propre banque de données pour faciliter les planifications futures, tout en démontrant sa responsabilité envers les actes posés	tenir à jour des dossiers sur : • les épandages • les élevages • les cultures • la surveillance
8 SURVEILLER	Remarquer les répercussions des actes posés pour s'assurer que : • la production répond aux attentes • les eaux souterraines et de surface sont protégées • les éléments nutritifs restent dans les cycles normaux	surveiller : • les niveaux d'éléments nutritifs dans le sol et le fumier et leurs rapports avec la productivité des cultures • la qualité de l'eau dans les puits et les tuyaux de drainage • la productivité des élevages • toute nuisance éventuelle
9 ADAPTER SELON LES BESOINS	Raffiner le plan et améliorer la technologie utilisée, si nécessaire	• s'appuyer sur les renseignements des dossiers, y compris la surveillance • adapter le plan en répétant les étapes 3 à 6
10 SAVOIR RÉAGIR EN CAS D'IMPRÉVUS	Élaborer un plan d'urgence	• repérer les ressources disponibles • communiquer avec les personnes concernées • documenter les gestes posés



1. FIXER DES OBJECTIFS

2. DRESSER L'INVENTAIRE

3. ENTRER ET
ANALYSER LES DONNÉES

4. INTERPRÉTER LES RÉSULTATS

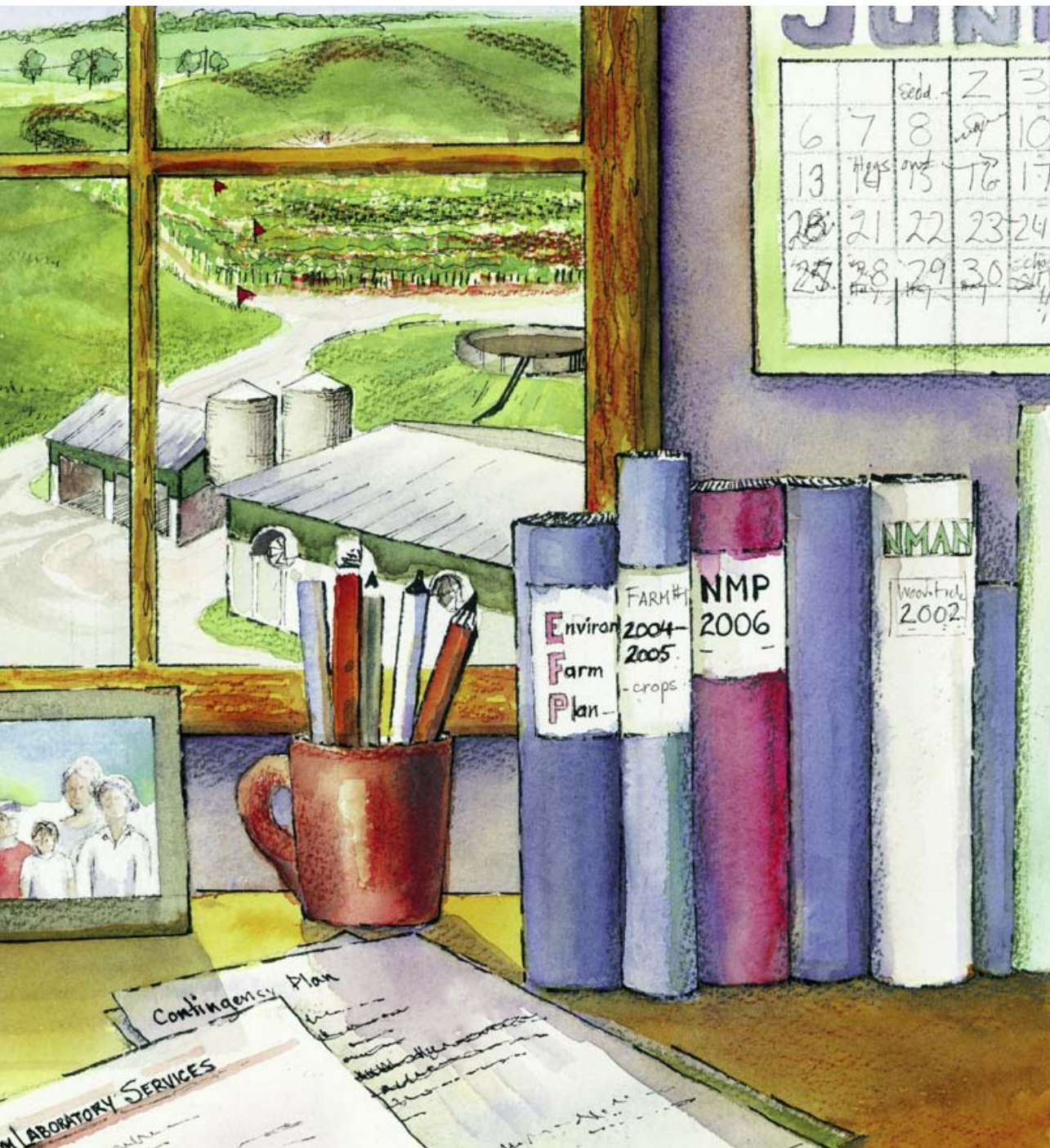
5. PRENDRE DES
DÉCISIONS6. PASSER
À L'ACTION

7. TENIR DES DOSSIERS

8. SURVEILLER

9. ADAPTER SELON
LES BESOINS10. SAVOIR RÉAGIR EN
CAS D'IMPRÉVUS

Ne jamais perdre de vue que, loin d'être coulé dans le béton, le plan doit être flexible. À l'instar de l'exploitation agricole, la planification est un processus dynamique, en évolution. Voilà pourquoi il faut revoir certaines étapes à chaque saison ou à chaque année pour évaluer les progrès qu'on a faits.



Étape 1. FIXER DES OBJECTIFS

Voici un aperçu des raisons qui peuvent motiver l'élaboration d'un plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) :

- évaluer la superficie d'épandage nécessitée par un projet d'expansion de l'exploitation d'élevage;
- optimiser les rendements économiques;
- réduire le coût des intrants;
- protéger les ressources en eau et en sols;
- se conformer à la réglementation sur la gestion des éléments nutritifs.

Il est important de bien cerner ces raisons si l'on veut que la planification en tienne compte.

POINTS À CONSIDÉRER

Exploitation

Se demander où en sera l'exploitation dans cinq ou dix ans et comment son évolution influencera les objectifs poursuivis par le PGEN.

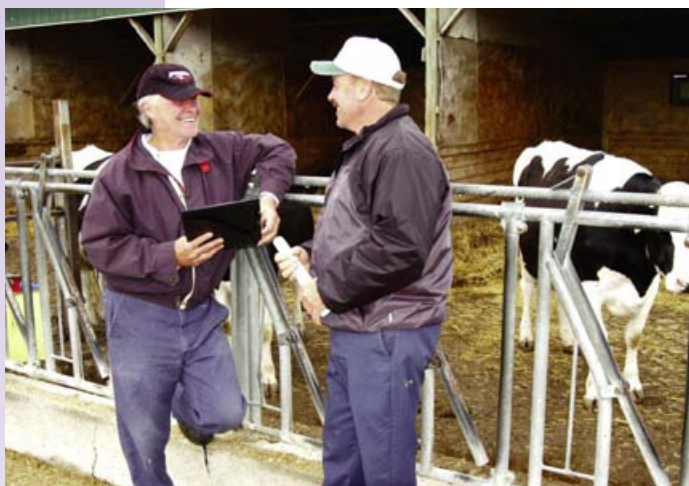
Si un projet d'expansion est envisagé, le PGEN pourra-t-il s'adapter aux nouveaux besoins (superficie d'épandage, conventions d'épandage, etc.)?

Famille

Qui, dans la famille, se chargera directement du PGEN? Les objectifs poursuivis en ce qui concerne le PGEN sont-ils compatibles avec les objectifs familiaux?

Caractère pratique

Un PGEN se doit d'être pratique. Si sa mise en œuvre coûte trop cher ou s'il ne peut être suivi faute d'une infrastructure suffisante (matériel ne permettant pas de répondre aux besoins d'épandage, par exemple), une révision du plan s'impose.



Décider des objectifs en tenant compte de l'avis des associés et des membres de la famille.

Intendance

Quels objectifs environnementaux cherche-t-on à atteindre? Protéger les eaux de surface ou les eaux souterraines? Améliorer la qualité du sol ou celle de l'air? Bien des pratiques de gestion optimales peuvent se révéler bénéfiques à plusieurs ressources. D'autres ne protégeront qu'une seule ressource. Par exemple, la maîtrise du ruissellement est un objectif important mais qui, pris isolément, n'assure pas nécessairement la protection de la nappe phréatique.

Expérience des autres

Si l'on connaît des producteurs qui ont déjà préparé leur PGEN pour des raisons similaires, les consulter peut être utile à l'établissement d'objectifs réalistes et à la prise de décisions relativement au plan.

Conseils avisés

Certaines personnes ont le sentiment de ne pas être suffisamment outillées ou de ne pas avoir suffisamment de temps pour préparer elles-mêmes le PGEN. Elles mettent leur temps et leur savoir-faire à profit dans le volet élevage de l'exploitation, laissant à d'autres le soin de s'occuper du volet culture. Il s'agit pour elles de se demander en qui elles ont confiance pour préparer le PGEN.

Les producteurs qui trouvent rebutant de compiler les données nécessaires à l'élaboration d'un PGEN ou qui sont pris par la gestion d'une exploitation d'envergure peuvent se faire aider en engageant quelqu'un ou en constituant une équipe de conseillers (nutritionniste pour animaux, technicien d'une entreprise d'épandage à forfait, consultant, aide agricole, par exemple).

Retenir les services d'un consultant, c'est s'offrir des yeux neufs sur la situation et le recul permettant bien souvent de cerner les enjeux plus rapidement que ne le ferait une personne travaillant au quotidien sur la ferme. Les consultants offrent différents services et établissent leurs honoraires en fonction de leur degré d'intervention dans la planification. Il s'agit de déterminer au départ ses propres besoins et les sommes que l'on consent à investir dans de l'aide externe.



Demander conseil à des producteurs avisés et à des techniciens de confiance.

Étape 2. DRESSER L'INVENTAIRE

LISTE D'INVENTAIRE

Afin d'accélérer le travail, avoir en main les éléments suivants avant de commencer. Certains de ces renseignements peuvent avoir été compilés pour un plan agro-environnemental.

- ✓ Nom des personnes-ressources dans les services de laboratoire, provenance des cartes ou des photos aériennes, services d'experts-conseils ou d'ingénieurs (si l'on compte faire appel à des services professionnels).
- ✓ Cartes de sols et études de sol du comté (offertes sur Internet à l'adresse <http://sis.agr.gc.ca/cansis/nsdb/detailed/on/zipfiles.html>).
- ✓ Cartes topographiques ou photos aériennes du bien-fonds (commencer par le site suivant pour obtenir une image satellite de la ferme : <http://maps.google.ca/>).
- ✓ Outils pour mesurer la pente du champ : clinomètre, piquets et ficelle.
- ✓ Plans des installations d'élevage.
- ✓ Roue étalonnée ou système GPS.
- ✓ Mesures des distances :
 - entre les installations, les fermes ou les biens-fonds, les puits (de tous types), les prises d'eau de surface et les plans d'eau de surface (p. ex. criques, ruisseaux, étangs, etc.).
- ✓ Mesures de la pente du champ.
- ✓ Profondeur du sol saturé (surtout en cas d'épandage de matières de source non agricole).
- ✓ Emplacement des sorties de drainage, des bandes tampons, des prises d'eau de surface et des puits.
- ✓ Dossiers sur les cultures : cultures produites, rendement, taux d'épandage du fumier, épandage d'engrais et résultats des analyses de sol.
- ✓ Inventaire du bétail : espèce, format et type (pour déterminer le volume de fumier produit).
- ✓ Matériel d'échantillonnage des sols : tarière, seau, sacs ou boîtes d'échantillons de sol.
- ✓ Matériel d'échantillonnage du fumier solide :
 - fourche, contreplaqué, récipient en plastique d'une capacité de 1 L (32 oz).
- ✓ Matériel d'échantillonnage du fumier liquide :
 - Dispositif pour l'agitation, seau propre en plastique et récipient en plastique fourni par un laboratoire.



Un inventaire complet est le gage d'un bon plan de gestion des éléments nutritifs.

Commencer par identifier :

- tous les éléments nutritifs accessibles : les éléments nutritifs contenus dans le fumier, les crédits d'azote provenant des cultures fourragères, les cultures de couverture ou les épandages antérieurs de fumier, les éléments nutritifs présents dans le sol et les sources d'éléments nutritifs extérieures à la ferme;
- les caractéristiques du site qui pourraient avoir un effet sur les taux d'épandage et les distances de séparation ou de retrait.

Voilà ce qui s'appelle dresser l'inventaire d'une exploitation agricole. L'inventaire fournit un repère auquel pourront être comparés les plans futurs. Quand vient le temps de juger des mesures mises en œuvre par suite de l'élaboration d'un plan, revenir à l'inventaire pour déterminer si le plan fonctionne bien. Par exemple, si l'un des objectifs du plan est de maintenir les niveaux de fertilité du sol, les résultats des analyses de sol futures devront rester proches des niveaux repères.

Comme il n'y a pas deux fermes pareilles, l'exercice de dresser un inventaire est parfois simple, parfois laborieux.

Profiter de certaines des ressources publiques. On peut se procurer des cartes de sols sur Internet ou auprès d'un bureau du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). On peut obtenir des renseignements sur les pentes à partir des cartes topographiques et parfois aussi sur les cartes de sols. On peut aussi tout simplement les mesurer. Les municipalités offrent des cartes des réseaux de drainage, et le ministère de l'Environnement, des dossiers sur les puits d'eau.

Même si souvent c'est un consultant qui recueille les renseignements nécessaires à l'inventaire, il incombe au propriétaire ou à l'exploitant de la ferme de fournir les données sur les cultures, notamment sur la rotation privilégiée, les préférences quant aux méthodes de travail du sol, les objectifs de rendement, etc.



L'utilité de l'inventaire et du PGEN est à la mesure de la qualité de l'information que ces documents contiennent. Ce chapitre montre comment :

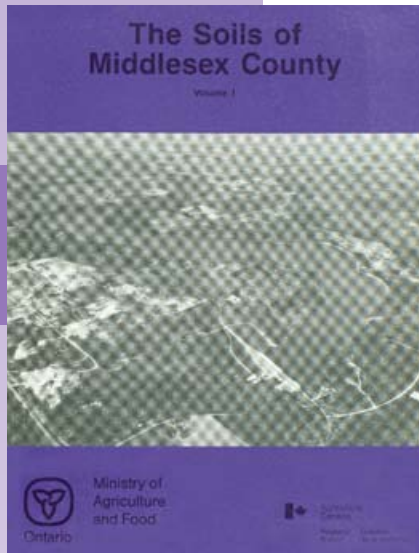
- utiliser et interpréter les renseignements sur les sols;
- tirer profit des groupes hydrologiques de sols;
- mesurer une pente;
- créer des cartes des champs et des fermes;
- utiliser l'inventaire des cultures et les renseignements sur les rendements;
- calculer les volumes de fumier produits;
- prélever un échantillon de sol;
- prélever un échantillon de fumier.

UTILISATION ET INTERPRÉTATION DES RENSEIGNEMENTS SUR LES SOLS

Des cartes de sols sont offertes pour la plupart des comtés de l'Ontario. Celles-ci fournissent des renseignements comme la texture du sol, celle du sous-sol, le drainage naturel (avant l'installation de tuyaux de drainage souterrains), la pierrosité, la pente, etc. L'information présentée sur les cartes étant limitée, il est important que le producteur ait une bonne connaissance des sols de sa ferme et tienne compte des types de sol et de leur variabilité pour élaborer son plan de gestion des éléments nutritifs.

Que veut-on dire par « renseignements sur les sols » et « interprétation »?

- Les renseignements sur les sols font référence aux cartes de sols et aux études de sols produites par le comté ou le district.
- Les cartes de sols montrent l'étendue des types de sol (les séries).
- Les interprétations des sols déterminent si les usages envisagés conviennent aux sols ou comportent des limites pour les sols, p. ex. si le sol convient à l'agriculture, s'il présente des contraintes de gestion, s'il convient aux cultures de spécialité, s'il comporte des risques d'érosion, etc.



Les cartes et les études de sols sont des outils indispensables pour dresser un bon inventaire de l'exploitation.

Utilité des données sur les sols pour la planification de la gestion des éléments nutritifs

- Les cartes de sols montrent les types de sol, les caractéristiques des sols (matières, pentes, classe de drainage naturel, pierrosité) et l'étendue des différents sols sur la ferme ou dans les zones problématiques.
- Les renseignements sur les sols éclairent sur :
 - ▷ la pente et les risques d'érosion, des données utiles au calcul de l'indice-P;
 - ▷ les groupes hydrologiques de sols, des données utiles au calcul de l'indice-N;
 - ▷ la charge liquide maximale, utile au calcul des taux d'épandage (dans certains cas).
- Les cartes de sols et les renseignements sur les sols peuvent aussi aider à découvrir des zones passées inaperçues (sous-sol et géologie), leurs conséquences sur la gestion des sols et les éventuels risques qu'elles posent pour l'environnement.

Limites des renseignements sur les sols

- Échelle – les cartes de sols ne sont pas suffisamment précises pour les besoins d'une planification agricole intensive ou de l'élaboration d'un programme de gestion des sols. Les interprétations reposent sur l'expérience et l'observation.

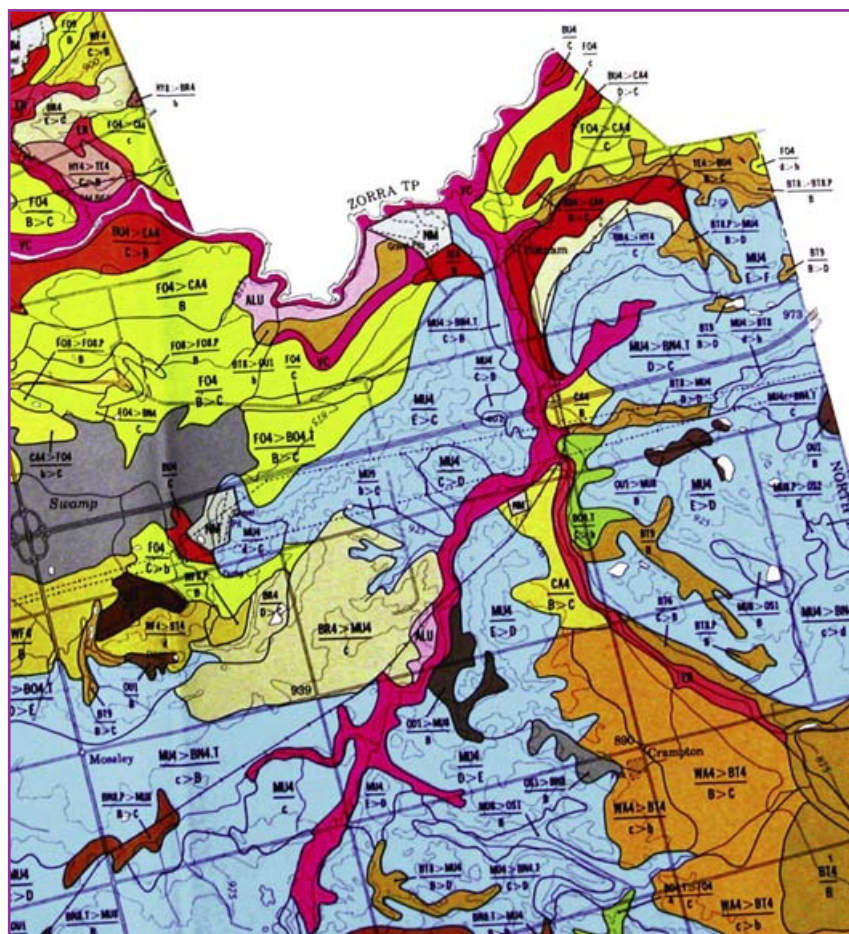
Utilisation des renseignements obtenus sur les cartes de sols

- Identification du bien-fonds : se servir des données sur le canton, des numéros de lot et de concession, et des caractéristiques telles que ruisseaux, boisés et bâtiments pour situer le bien-fonds.
- Liste : voir la signification des symboles utilisés sur la carte de sols.
- Légende de la carte de sols : se servir de la légende pour identifier le type de sol (p. ex. argile Brookston) et les caractéristiques d'intérêt (pente, texture, sous-sol, drainage naturel).
- Étude de sol : pour de plus amples renseignements sur les caractéristiques d'un sol et l'interprétation du type de sol, se reporter à l'étude de sol qui accompagne la carte de sols.

Sources d'information supplémentaire sur les sols

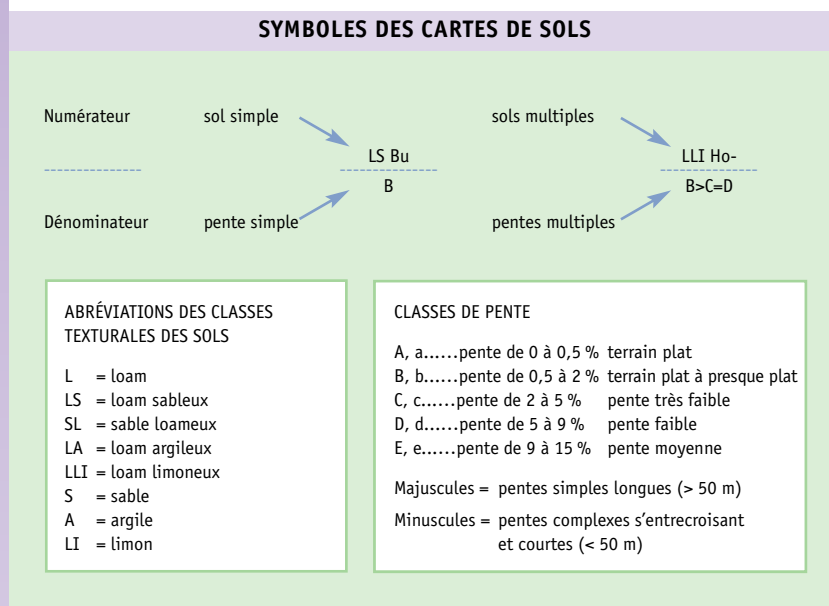
- Communiquer avec le bureau régional du MAAARO.
- Appeler sans frais le Centre d'information agricole, au 1-877-424-1300.
- Visiter le site Web du MAAARO, à l'adresse www.omafr.gov.on.ca.
- Communiquer avec un office de protection de la nature ou la municipalité.

Exemple d'une carte des sols et d'une légende



SÉRIE DE SOLS	MEMBRES DE LA SÉRIE DE SOLS ET DRAINAGE	TEXTURE HABITUELLE DU SOL EN SURFACE	DESCRIPTION DE LA COMPOSITION DU SOL	UNITÉS DE PAYSAGE*	CAPACITÉ DE DRAINAGE DU SOL DOMINANT	CAPACITÉ DE DRAINAGE DU SOL SIGNIFICATIF
Bennington (BN)	Bennington – Bon Tavistock – Imparfait Maplewood – Mauvais	Loam limoneux, loam	40–100 cm de loam glacio-lacustre de loam limoneux et parfois de loam sableux très fin sus-jacent à des dépôts glacio-lacustres argileux	BN4	Bonne à imparfaite	—
				BN6	Bonne à imparfaite	Mauvaise
				BN8	Mauvaise	—
				BN9	Mauvaise	Bonne à imparfaite
Muriel (MU)	Muriel – Assez bon Gobles – Imparfait Kelvin – Mauvais	Loam limoneux, loam, loam limono-argileux	Loam limono-argileux, argile limoneuse et parfois loam argileux glaciaire provenant du bassin du lac Érié	MU4	Assez bonne à imparfaite	—
				MU6	Assez bonne à imparfaite	Mauvaise
				MU8	Mauvaise	—
				MU9	Mauvaise	Assez bonne à imparfaite

* unités de paysage = codes d'identification des sols trouvés sur les cartes de sols



TIRER PROFIT DES GROUPES HYDROLOGIQUES DE SOLS

Tel qu'il est expliqué dans le chapitre Principes, la vitesse d'écoulement de l'eau à travers le sol dépend de la perméabilité du sol. La perméabilité des sols qui ont des couches de textures différentes est déterminée par la couche de sol qui offre le plus de résistance à l'écoulement. Cette caractéristique des sols est fournie par le groupe hydrologique de sols, soit l'un des quatre groupes suivants : A, B, C et D.

À titre d'exemple, les sols peu profonds fournissent moins de protection aux eaux souterraines, parce qu'ils ne filtrent plus les contaminants à partir du moment où l'eau atteint les anfractuosités de la roche-mère. Pour un même sol, le groupe hydrologique recule d'une lettre là où le sol est peu profond par rapport à la roche-mère (p. ex. un sol du groupe C sera classé dans B ou un sol du groupe A, dans AA). La perméabilité du sol influence aussi l'aération, de sorte que les sols à texture fine (p. ex. les groupes de sols C ou D) restent saturés plus longtemps et offrent par conséquent un potentiel de dénitrification beaucoup plus grand que les sols à texture grossière.



L'eau percole rapidement dans les sols sableux (groupe hydrologique A) et lentement dans les sols argileux (groupe hydrologique D).

ÉVALUATION DU RISQUE DE LESSIVAGE À PARTIR DE LA SÉRIE DE SOLS

VALEUR MAXIMALE DE L'INDICE-N EN FONCTION DU RISQUE ASSOCIÉ AU SOL OU AU SITE

GROUPE HYDROLOGIQUE	RISQUE DE LESSIVAGE	VALEUR MAXIMALE DE L'INDICE-N
AA	Très élevé	1
A	Élevé	3
B	Moyen	4
C	Faible	6
D	Très faible	9

Les sols très peu profonds, c.-à-d. ceux dont la roche-mère se situe à moins de 76 mm (< 3 po) de la surface, montent d'un niveau de risque. Ainsi les sols A très peu profonds deviennent-ils des sols AA.

Source : *Le guide de drainage en Ontario*, publication 29F.

Groupe de sol

Vitesse d'infiltration (mm/heure)

A 8 – 12

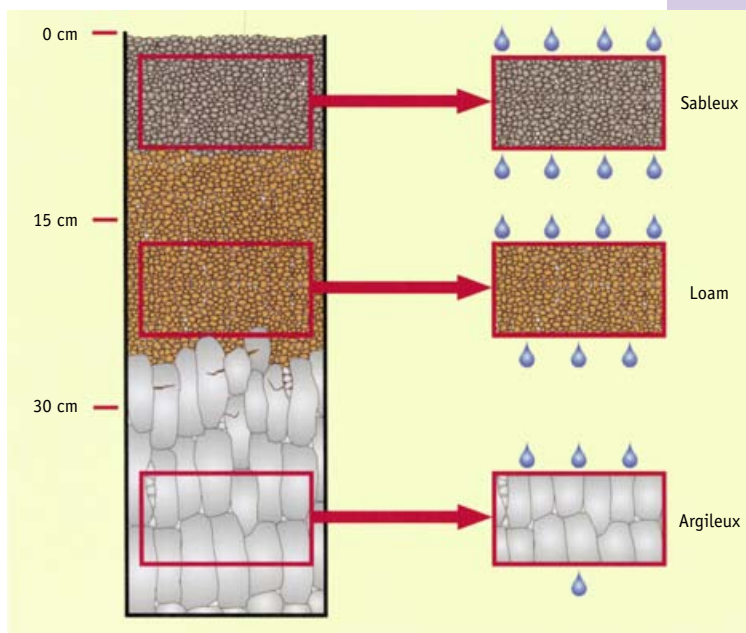
B 4 – 8

C 1 – 4

D 0 – 1

Source : U.S. Soil Conservation Service. *National Engineering Handbook: Hydrology*, Section 4 (1972).

L'illustration ci-contre montre comment la couche d'argile ralentit l'écoulement de l'eau dans un loam. L'eau peut se déplacer latéralement à travers le loam, mais non vers le bas à travers la couche d'argile.

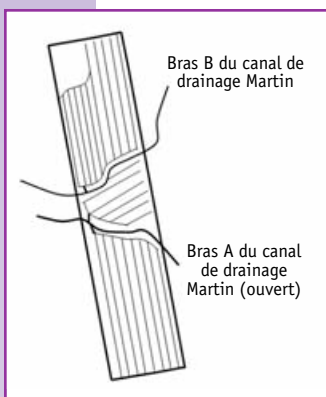


FAÇON DE MESURER UNE PENTE

Tige de métal et niveau

La méthode la plus précise pour mesurer une pente est d'utiliser une tige de métal et un niveau. Les arpenteurs et les ingénieurs utilisent ces outils.

Cartes topographiques et cartes de sols



Ces cartes sont de bons outils pour évaluer une pente et une bonne façon de commencer. Les cartes topographiques présentent des intervalles de 3 m (10 pi) ou moins, selon l'échelle. Les intervalles de 3 m (10 pi) ne sont d'aucune aide pour les terrains plats. Lorsqu'on utilise une carte des sols, les pentes des unités pédologiques sont exprimées selon une fourchette. Dans un plan de gestion des éléments nutritifs, utiliser l'évaluation la plus prudente (p. ex. on indique une déclivité de 5 % même si la plus grande part d'une pente est seulement de 3 %).

Carte préparée par l'entrepreneur en prévision de l'installation d'un réseau de drainage souterrain sur la Ferme M&M, montrant l'emplacement des drains municipaux, des rangées de drains, des collecteurs et des sorties de drainage.

Piquet et ficelle

1. Faire un piquet d'une longueur de 1,5 m (5 pi) et un deuxième d'une longueur de 3,6 m (12 pi); se procurer un niveau de cordeau.
2. Faire une marque à la hauteur de 1,2 m (4 pi) sur le piquet le plus court et des entailles à intervalles de 30 cm (12 po) entre 1,5 et 3,6 m (5 et 12 pi) sur le piquet le plus long.
3. Couper 33,5 m (110 pi) de ficelle et faire une marque à la longueur de 30,5 m (100 pi).
4. Placer le piquet le plus court au sommet de la pente à mesurer et l'autre piquet en bas de la pente.
5. Attacher la ficelle sur les deux piquets à la hauteur de 1,2 m (4 pi).
6. Monter la ficelle sur le piquet du bas jusqu'à ce qu'elle soit de niveau – la différence entre la hauteur de la ficelle et 1,2 m (4 pi) équivaut à la montée, et les 30,5 m (100 pi) de ficelle équivalent à la course.
7. Utiliser la formule suivante pour déterminer la pente :

$$\text{MONTÉE (m ou pi)} \div \text{COURSE (m ou pi)} \times 100 = \text{PENTE (\%)}$$



Utiliser comme guide des poteaux de clôture ou le fil supérieur d'un câble lorsqu'on se sert d'un clinomètre pour évaluer une pente.

Clinomètre

Un clinomètre est un appareil permettant de mesurer l'angle et la hauteur d'une pente. Les mesures doivent tenir compte de la hauteur de la mire qui est tenue verticalement par un assistant (à la hauteur des yeux). Il suffit ensuite de viser avec le clinomètre en faisant coïncider le réticule de l'appareil avec le repère de la mire et de mesurer alors la déclivité en pourcentage ou en degré, directement dans le viseur.

Il existe aussi des boussoles avec indicateurs de pente.

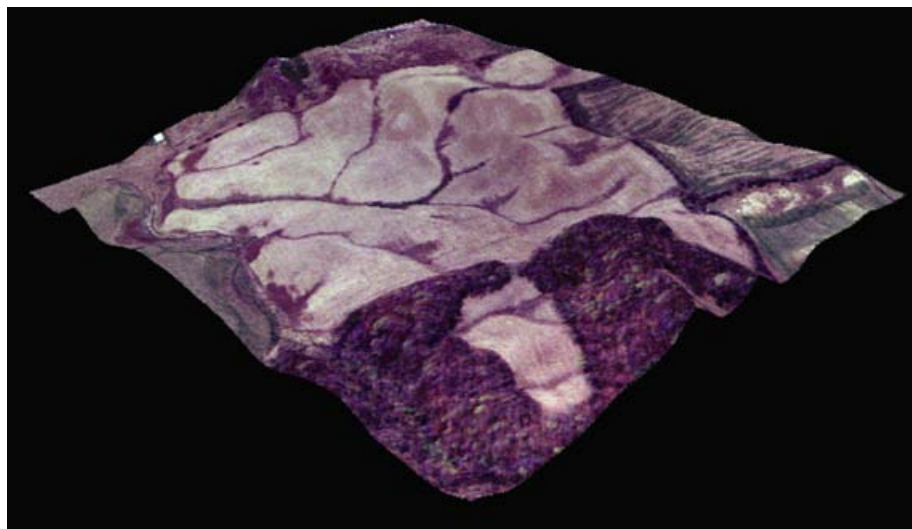


Clinomètre.

Appareil GPS portatif

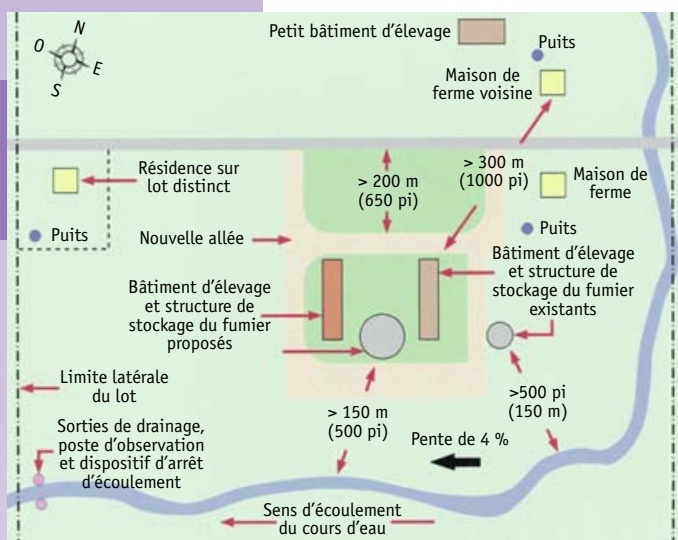
Certains des GPS principalement utilisés pour fournir des analyses de sol de précision et des coordonnées de champs peuvent aussi évaluer les pentes. Si une mesure d'élévation est prise en utilisant deux points, et que l'on connaît la distance entre les deux, il est possible de calculer l'élévation.

Les appareils GPS sont généralement précis à moins d'un mètre près. Ainsi, plus la pente est longue, plus la mesure sera précise.



Les cartes produites par les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent montrer des détails précis et emmagasiner plusieurs couches d'information.

MÉTHODE DE CRÉATION D'UNE CARTE



Croquis de ferme.

Les cartes sont des documents faciles à lire et à suivre. La carte d'une ferme permettra à une personne qui ne connaît pas le bien-fonds de s'orienter rapidement. Une carte peut être simple et dessinée à la main ou superposée sur une photo aérienne.

Aux fins de la présente publication, voici les définitions qui sont données aux termes « croquis » et « carte ». Un croquis est une représentation aérienne faite à la main qui n'est pas nécessairement à l'échelle. Une carte est une représentation aérienne reproduite à l'échelle ou qui est basée sur des cartes déjà existantes ou des photos aériennes.

LA PROPRIÉTÉ AGRICOLE

Le croquis d'une ferme doit comporter les éléments suivants :

- flèche indiquant le nord;
- identification du bien-fonds (nom de la ferme, nom de la municipalité, numéro de lot et numéro de concession);
- nom des rues et des limites de la municipalité (le cas échéant), propriétés voisines et autres caractéristiques;
- installations d'élevage permanentes, temporaires et proposées;
- emplacement :
 - ▷ des eaux de surface,
 - ▷ des entrées de drains et des puisards,
 - ▷ des puits (de gaz, de pétrole, d'essai et d'eau),
 - ▷ des puits municipaux et des puits privés adjacents,
 - ▷ des utilisations autres qu'agricoles (p. ex. boisés, terres humides),
 - ▷ des voies d'écoulement et des obstacles physiques.

S'il accompagne une demande de permis de construire visant un projet d'expansion soumis à des distances minimales de séparation (DMS), le croquis doit de plus préciser :

- les dimensions de tous les bâtiments d'élevage et des structures de stockage du fumier;
- les distances entre les installations et les limites de lots, les résidences des voisins et les puits d'eau adjacents, le cas échéant.

Exemple d'une carte de ferme

Voici une étude de cas qui présente, étape par étape, la réflexion et la démarche d'un producteur qui prépare un plan de gestion des éléments nutritifs. Il ne s'agit pas d'un exposé exhaustif de toutes les situations qui peuvent se présenter, mais plutôt d'une illustration de la démarche.

Voici donc le cas d'une exploitation porcine du sud-ouest de l'Ontario, inspiré d'une ferme existante dont l'identité et les coordonnées ont été modifiées, afin de préserver la confidentialité de l'information.

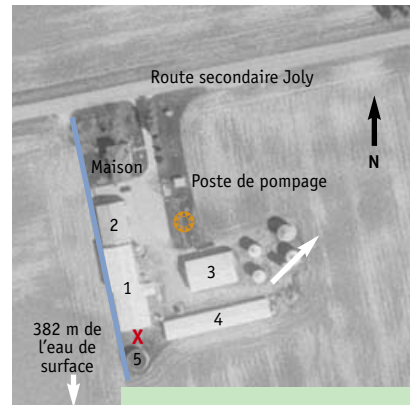
Un éleveur vient d'agrandir son exploitation de naissage-finition pour qu'elle compte 100 truies. Comme il se rend compte qu'il dispose d'une superficie d'épandage limitée, il fait le tour de ses voisins dans l'espoir de conclure avec l'un d'eux une convention d'épandage de fumier.

EMPLACEMENT : comté Machin – zone de 2 850 unités thermiques.

PRODUCTION ANNUELLE DE FUMIER : 688 720 gal (MSTOR 2005).

SUPERFICIE DÉTENUE EN PROPRE : 44 acres cultivables pourvus de drains souterrains séparés de 990 pi du voisin le plus proche à l'ouest et de 1 000 pi du voisin le plus proche (hameau) à l'est.

STRUCTURE DE STOCKAGE DE FUMIER LIQUIDE : réservoir circulaire ouvert de 12 pi x 30 pi.



LÉGENDE DE LA CARTE DE FERME

Emplacement : Ferme Tire-bouchon, lot n° 1, concession n° 10, comté Machin

- 1 = Porcherie-maternité de 45 pi x 110 pi
- 2 = Remise de 45 pi x 60 pi
- 3 = Remise, et structure de stockage du fumier sous la porcherie de 45 pi x 75 pi
- 4 = Porcherie de finition de 30 pi x 135 pi avec structure de stockage du fumier sous-jacente
- 5 = Structure de stockage du fumier à ciel ouvert de 30 pi x 12 pi
- X = Puitsard (se rend jusqu'au drain municipal)
- = Puits foré recouvert
- = Limite du lot
- = Sens de la pente

LA TERRE AGRICOLE

Le croquis du champ doit montrer les éléments suivants :

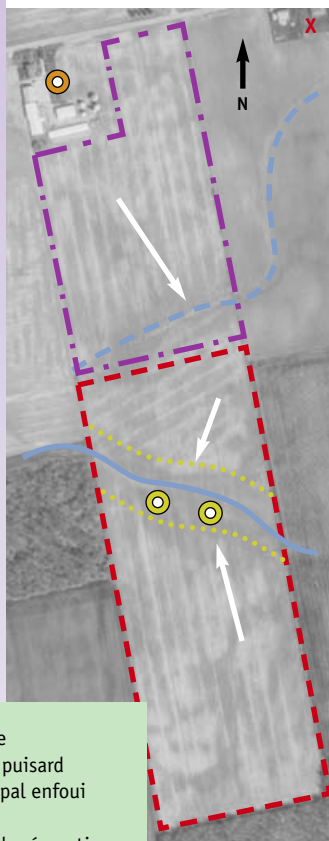
- numéros de lot, de concession et de rôle municipal;
- sections du champ soumises à une gestion différente;
- drains souterrains;
- sorties de drainage et prises d'eau de surface;
- eaux de surface situées à moins de 150 m (500 pi) du champ;
- utilisations des terres autres qu'agricoles (p. ex. école, cimetière);
- puits privés et municipaux situés à moins de 100 m (330 pi) des limites du champ.

Certains croquis et cartes de champ sont très utiles au moment des épandages, lorsqu'ils permettent de voir où il faut épandre ou s'abstenir d'épandre les matières. Certains croquis précisent les distances de séparation ou les règles à respecter, notamment :

- les distances de retrait de tout puits sont :
 - ▷ 90 m (300 pi) de tout puits connu, dans le cas d'épandage de biosolides (MSNA),
 - ▷ 15 m (50 pi) de tout puits foré à la sondeuse,
 - ▷ 30 m (100 pi) de tout autre puits, dans le cas des épandages de fumier;

- la profondeur jusqu'au sol saturé au moment de l'épandage :
 - ▷ les zones d'un champ où se forment de profondes ornières seraient considérées comme saturées,
 - ▷ une profondeur de 30 cm (1 pi) de sol non saturé est requise pour les champs recevant des épandages de biosolides (cette profondeur est fournie par les cartes de sols),
 - ▷ si une carte de sols montre des sols mal drainés, le sol risque d'être saturé à une profondeur de 30–60 cm (1–2 pi), tandis que si une carte de sols indique des sols au drainage imparfait, le sol risque d'être saturé à une profondeur de 60–90 cm (2–3 pi),
 - ▷ on peut aussi déterminer la distance jusqu'à la profondeur de sol saturé en creusant des trous d'essais;
- sens de la pente soutenue maximale du champ;
- sens des pentes soutenues maximales situées à moins de 150 m (500 pi) des cours d'eau;
- distances de retrait des eaux de surface (calculées à partir des distances minimales de séparation et/ou de l'indice-phosphore);
- emplacement de toutes les zones tampons de végétation permanentes.

Exemple de carte d'un champ



EMPLACEMENT : Lot n° 14, concession n° 10, comté Machin, zone de 2 850 UT.

SUPERFICIE : 44 acres cultivables détenus en propre et pourvus de drains souterrains. Champ nord : 20 acres ne bordant aucune eau de surface. Champ sud : 24 acres ayant un drain municipal à ciel ouvert et une pente maximale de 3 % du côté nord et de 5 % du côté sud. Distance de 990 pi du voisin le plus proche à l'ouest et de 870 pi du voisin le plus proche (hameau) à l'est.

PHYTASE UTILISÉE DANS LES RATIONS : réduction de 20 % du phosphore.

SÉRIE DE SOLS : loam limono-argileux Muriel

GROUPE HYDROLOGIQUE DE SOLS : C

ROTATION : rotation maïs/maïs-soya avec épandage annuel de fumier (automne et/ou printemps) selon la culture; labour d'automne après la récolte du maïs, enfouissement partiel des résidus de soya au printemps.

Inventaire des cultures

CHAMP NORD : 20 acres servant à une monoculture de maïs offrant un rendement moyen de 130 bois./ac; fumier épandu à l'aide d'un boyau traîné, à raison de 7 000 gal, tous les automnes, après la récolte du maïs, injecté dans le sol ou épandu en surface puis incorporé au sol dans les 12 heures.

CHAMP SUD : 24 acres, rotation maïs (2005) – soya (2006) offrant un rendement moyen de soya de 42 bois./ac.; fumier épandu à raison de 5 000 gal/ac (soya) ou de 7 000 gal/ac (maïs) tous les printemps après les semis (en prélevée) à l'aide d'un système d'injection à boyau traîné dans le cas du maïs et par épandage en surface dans le cas du soya.

- = Sortie de drainage
- ✕ = Entrée de drain / puisard
- - - = Collecteur municipal enfoui
- = Puits foré
- = 43 pi = Distance de séparation
- ➔ = Sens de la pente
- - - = Champ nord
- - - = Champ sud

INVENTAIRE ET RENDEMENT DES CULTURES

Voici les données qu'il est indispensable de connaître sur les cultures et leur rendement pour élaborer un plan pertinent de gestion des éléments nutritifs :

- rotation des cultures;
- rendement moyen (moyenne sur 5 ans pour tenir compte des écarts dus aux conditions météorologiques) :
 - ▷ le rendement des cultures est important parce qu'il aide à déterminer les recommandations de fertilisation pour une culture donnée;
 - ▷ le rendement aide aussi à évaluer les prélèvements d'éléments nutritifs par les cultures; dans un plan de gestion des éléments nutritifs, lorsque le niveau de fertilité du sol est élevé, les taux d'épandage sont déterminés en fonction des prélèvements par les cultures;
 - ▷ pour des cultures comme le maïs destiné à l'ensilage ou comme l'ensilage préfané, par exemple, il est recommandé de peser un chargement type de remorque et de compter le nombre de chargements pour déterminer le potentiel de rendement;
- différences de gestion à travers le champ (zones traitées différemment en raison d'un rendement inférieur ou supérieur à la moyenne);
- culture précédente (y a-t-il des crédits d'azote?);
- quantité de fumier épandu dans ce champ les saisons précédentes;
- série de sol prédominante;
- résultats d'analyse des échantillons de sol prélevés dans le champ;
- épandages antérieurs ou prévus d'engrais chimiques.



Le rendement des cultures varie dans la plupart des champs en raison des conditions d'humidité, de la position de la pente et des changements dans la qualité du sol. Des moniteurs de rendement des cultures et des remorques de pesée peuvent être utilisés avec du matériel de récolte ordinaire pour localiser les variations du rendement dans les champs cartographiés.

CALCUL DES VOLUMES DE FUMIER

Le calcul de la production de fumier est un facteur important dans la détermination des taux d'application, dans le choix du moment des interventions et dans l'élaboration des plans d'urgence. Plusieurs méthodes permettent de déterminer le volume de fumier produit.

MSTOR est un logiciel de gestion des éléments nutritifs qui aide à calculer :

- le volume de fumier produit (d'après la production moyenne de fumier par animal/jour);
- le volume des eaux qui s'ajoutent au fumier (p. ex. les eaux de lavage de laiterie, l'eau de nettoyage, les eaux provenant des aires d'exercice);
- les eaux de ruissellement provenant de la pluie, dans le cas des structures de stockage à ciel ouvert;
- le volume ou la capacité des structures de stockage existantes et les dimensions requises pour les nouvelles structures de stockage.

On peut se procurer le logiciel MSTOR auprès du MAAARO. À défaut de ce logiciel, on peut utiliser les valeurs de référence fournies dans le manuel de lutte contre la pollution agricole intitulé Agricultural Pollution Control Manual.

Le défi pour la plupart des producteurs lorsqu'il leur faut déterminer le volume total de fumier produit est de prendre en compte toutes les sources de liquides contaminés qui sont ou devraient être stockés avec le fumier.

Le dimensionnement d'une structure de stockage de fumier est fonction des paramètres présentés dans le tableau ci-dessous.

PRODUCTION QUOTIDIENNE DE FUMIER

TYPE D'ANIMAL	NOMBRE D'ANIMAUX DANS LE BÂTIMENT D'ÉLEVAGE	POIDS MOYEN PAR ANIMAL (lb)	VOLUME DE FUMIER PAR UNITÉ DE POIDS PAR JOUR (pt^3/lb)	VOLUME DE FUMIER PRODUIT PAR JOUR (pt^3/lb)
	x	x	x	=

Privilégier l'utilisation des **données réelles** lorsque le volume de fumier est mesuré périodiquement (voir le format sous Tenir des dossiers, p. 96). On peut se servir des données fournies par l'entreprise d'épandage à forfait ou le courtier, qui, généralement, sont payés en fonction des volumes de fumier déplacés hors de la structure de stockage.

PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE SOL

Pour élaborer un plan de gestion des éléments nutritifs, il faut en tout premier lieu connaître la quantité d'éléments nutritifs présents dans le sol; après quoi, il est possible d'élaborer un plan destiné à gérer correctement les éléments nutritifs produits à la ferme ainsi que ceux qui proviennent de l'extérieur, p. ex. biosolides et engrais chimiques.

L'analyse du sol comporte essentiellement quatre étapes :

- le prélèvement d'un échantillon représentatif de chaque champ ou section de champ;
- l'envoi des échantillons à un laboratoire d'analyse accrédité qui fera le dosage des éléments nutritifs biodisponibles;
- la prise en compte des résultats de l'analyse dans le plan de gestion des éléments nutritifs;
- la conservation en dossier des résultats d'analyse, dans le but de déceler si les concentrations des différents éléments nutritifs augmentent, diminuent ou se maintiennent au fil des ans.

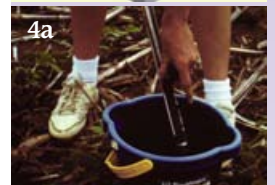
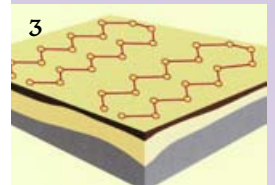
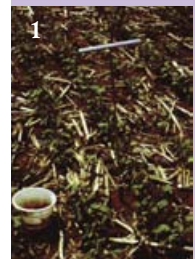
Au cours de la préparation du plan, faire analyser les sols de toutes les fermes et de tous les champs de l'exploitation. Les analyses doivent être faites par un laboratoire accrédité.

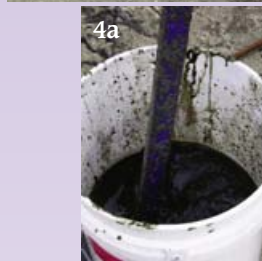
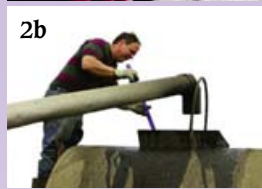
Les résultats d'analyse de sol les plus récents sont un point de référence ou un point de départ pour mesurer l'efficacité des épandages et des pratiques culturales. Des échantillons prélevés tous les trois ans ou au même point dans la rotation et à la même période de l'année fournissent un point de comparaison par rapport aux échantillons de référence. Les points de repère du système GPS ou des cartes détaillées peuvent aider à réduire la variabilité des échantillons car ils garantissent que les échantillons de sol sont toujours prélevés au même endroit dans le champ.

Le meilleur moment pour prélever un échantillon se situe avant l'épandage des éléments nutritifs. Dans une rotation maïs-soya-blé, on pourrait faire les prélèvements après la récolte du blé et avant l'épandage dans la culture de maïs. Dans une rotation incluant des fourrages, prélever les échantillons quand la culture fourragère est enfouie ou détruite chimiquement. Pour chaque champ, il est préférable de prélever les échantillons à un point précis de la rotation, p. ex. en septembre après la récolte du blé ou à l'automne après la récolte du soya.

Méthode de prélèvement des échantillons :

1. Prélever uniquement des carottes de sol d'une longueur de 15 cm (6 po). Il est important que la profondeur soit constante.
2. Prélever au hasard un minimum d'une carotte par acre. Pour que l'analyse reflète la variabilité de la fertilité des sols au sein d'un champ et d'un champ à l'autre, il est recommandé que la superficie d'échantillonnage ne dépasse pas 10 ha (25 acres).
3. Parcourir le champ en zig-zag en évitant, si possible, de prélever des échantillons dans les bandes ayant déjà été fertilisées au démarrage d'une culture.
4. Utiliser des seaux de plastique propres et prendre le temps de défaire les mottes de terre.
5. Avant de quitter le champ, placer les échantillons bien mélangés directement dans des sacs à échantillons propres.
6. Identifier les échantillons par le nom du champ qui sera utilisé dans le PGEN.





PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE FUMIER

Échantillonner le fumier pour le faire analyser compte parmi les tâches les plus ingrates, mais aussi parmi les plus profitables à faire sur une ferme! L'analyse fournit le portrait réel de la teneur du fumier en éléments nutritifs.

Il faut connaître la composition de chaque type de fumier produit ou reçu, en raison de la variabilité qui existe entre le fumier produit d'une ferme à l'autre. La génétique des animaux d'élevage, les ingrédients qui composent les aliments, le type de litière et la quantité d'eau de lavage ou d'autres liquides utilisés peuvent influencer les concentrations de N, de P et de K dans le fumier.

Prélever un nouvel échantillon chaque fois que la structure de stockage est vidée, et ce pendant plusieurs années, jusqu'à ce que les résultats soient constants. Cette façon de procéder permet par la même occasion de se doter d'une base de données sur les concentrations d'éléments nutritifs dans le fumier produit sur la ferme.

L'analyse doit inclure les dosages de l'azote total, de l'azote ammoniacal, du phosphore, du potassium et des matières sèches. Les dosages du cuivre et du zinc sont utiles aux exploitations qui ajoutent ces oligo-éléments à la ration.

Méthode de prélèvement d'un échantillon de fumier liquide :

1. Bien agiter le fumier dans la structure de stockage.
2. Prélever au hasard des sous-échantillons de fumier à différentes profondeurs. Prélever les échantillons pendant la vidange de la structure de stockage (p. ex. tous les 10 chargements ou toutes les 30–60 minutes de pompage, à même le boyau traîné).
3. Utiliser un seau de plastique propre pour recueillir les échantillons.
4. Bien mélanger de 10 à 20 sous-échantillons dans un grand seau et transférer une petite quantité de ce mélange dans un récipient en plastique (fourni par le laboratoire). Remplir le récipient jusqu'à la moitié afin de laisser de l'espace pour l'accumulation des gaz.
5. Entreposer l'échantillon dans un endroit frais en attendant de l'envoyer au laboratoire.
6. Penser à prélever un autre échantillon au moment d'épandre sur un champ différent afin de documenter l'analyse de chacun des champs.

Méthode de prélèvement d'un échantillon de fumier solide :

1. Prélever les échantillons de fumier solide soit à partir des épandeurs au moment de l'épandage, soit dans le haut, dans le milieu et dans le fond de la structure de stockage.
2. Sur une surface propre de béton ou de contreplaqué, déposer des sous-échantillons de fumier (contenu d'une fourche) prélevés de plusieurs chargements pendant l'épandage ou en différents points de la structure de stockage.
3. Hacher et mélanger les sous-échantillons à l'aide d'une fourche ou d'une pelle.
4. Diviser l'échantillon composite en quatre parties égales et en rejeter trois.
5. Continuer à mélanger et à subdiviser ainsi jusqu'à l'obtention d'un échantillon qui pourra être placé dans un récipient en plastique de 500 mL.
6. Mettre le récipient d'échantillonnage dans un sac en plastique et l'envoyer au laboratoire, comme pour l'échantillon liquide.
7. Répéter la procédure d'échantillonnage si une partie du fumier sera épandue sur un champ différent.
8. Prélever un échantillon pour chaque structure de stockage (ou chaque section d'une même structure de stockage affichant une teneur en matières sèches différente), afin de connaître les concentrations de matières sèches et d'éléments nutritifs de chacune.

Expédier ou livrer les échantillons au laboratoire sans tarder! Les garder au frais en attendant l'envoi. Essayer de planifier l'expédition ou la livraison au laboratoire pendant la semaine pour ainsi garantir un traitement immédiat. L'envoi d'échantillons par la poste n'est pas recommandé.



Étape 3. ENTRER ET ANALYSER LES DONNÉES

L'étape 3 vise à :

- Calculer les éléments nutritifs nécessaires à la culture prévue dans chaque champ.
- Déterminer les superficies requises.

Le processus d'analyse permet de calculer la quantité de reliquats d'éléments nutritifs de la dernière culture (résultats des analyses de sols et crédits) et l'apport de fumier en éléments nutritifs compte tenu des pratiques de gestion adoptées. Le processus utilise aussi des données d'inventaire (p. ex. type de sol et pentes) pour définir les restrictions éventuelles et/ou les distances minimales de retrait par rapport à toute eau de surface.

À partir des renseignements obtenus au terme de l'étape 3, il sera possible de déterminer les risques, de même que les possibilités à exploiter dans le plan. C'est à l'étape de l'analyse qu'apparaîtront les avertissements rouges et jaunes en fonction desquels le plan devra être élaboré.

Le processus d'analyse doit être réalisé au moyen du logiciel NMAN ou du *Cahier de gestion des éléments nutritifs*, publication 818F. Il s'agit d'une approche champ par champ complète qui tient compte des caractéristiques du site, ainsi que de l'information sur la rotation des cultures, le travail du sol et le moment des opérations.

La qualité des résultats dépend de la justesse des renseignements consignés, et la réussite de l'analyse repose sur une parfaite compréhension de la gestion des cultures sur la ferme. Cette étape nécessite l'adoption d'une approche empreinte de bon sens pour choisir le moment de l'application en fonction des caractéristiques du sol et de la culture. Certains renseignements s'appuieront sur une connaissance à long terme de l'ensemble des terres cultivées, de chaque champ et des conditions du site, ainsi que sur des observations personnelles.



Le producteur devra peut-être composer avec un avertissement rouge s'il se propose d'épandre plus de fumier que nécessaire ou que le champ peut en absorber.

NMAN

QUE SONT LES AVERTISSEMENTS ROUGES ET JAUNES?

Il existe plusieurs types d'avertissements.

Les avertissements **VERTS** indiquent que les résultats se situent à l'intérieur des limites acceptables.



Les avertissements **JAUNES** (identifiés par un panneau « Cédez » contenant un « i ») signalent sur la copie papier qu'il manque des données. Pour justifier l'information manquante, de la documentation supplémentaire pourrait être exigée au moment de présenter une SGEN ou un PGEN aux fins d'enregistrement ou d'approbation. Cet avertissement est visible à l'impression.



Les avertissements **JAUNES** (identifiés par un panneau « Cédez » contenant un « ! ») sont des mises en garde concernant les résultats. Par exemple, les résultats approchent une limite ou une restriction (telle qu'indiqué ci-dessous par un avertissement rouge). Cet avertissement n'est pas visible à l'impression.



Les avertissements **JAUNES** identifiés par un cercle jaune contenant un \$) sont des mises en garde de nature financière. Par exemple, les éléments nutritifs pourraient être utilisés de façon plus efficace. Aucune explication n'est requise au moment de présenter un PGEN visé par un tel avertissement.



Les avertissements **ROUGES** concernant les pratiques de gestion optimales (PGO) (identifiés par une couleur rouge clair ou un panneau d'arrêt contenant un « ! ») signalent un domaine de préoccupation environnementale. Il faudra peut-être apporter des modifications au système de gestion des éléments nutritifs pour éliminer ces avertissements.



Les avertissements **ROUGES** concernant la réglementation (identifiés par une couleur rouge foncé et un signal d'arrêt) indiquent une infraction en vertu du Règlement de l'Ontario 267/03, tel qu'il a été modifié. Une SGEN ou un PGEN assujettis au règlement ne seront peut-être pas admissibles s'ils font l'objet de mises en garde.

Déclencheurs d'avertissements rouges



La dose de fumier pour un seul épandage dépasse le taux maximum de charge permis dans le cas des matières liquides.



La quantité totale d'azote appliquée pendant une campagne agricole excède 224 kg/ha (200 lb/ac) et les recommandations agronomiques.



Le bilan des prélèvements de P_2O_5 par la culture dépasse 78,4 kg/ha (70 lb/ac) par année.



Le bilan des prélèvements d'azote par la culture après la récolte dépasse la valeur maximale de l'indice-N pour le groupe hydrologique de sol du champ.



La quantité d'azote provenant du fumier épandu en automne qui pourrait être rejetée dans l'environnement dépasse 134,4 kg/ha (120 lb/ac) ou la valeur maximale de l'indice-N pour le groupe hydrologique de sol du champ.



Le total du bilan de l'azote prélevé par la culture au moment de la récolte et de la quantité d'azote du fumier épandu en automne susceptible d'être perdue dépasse la valeur maximale de l'indice-N compte tenu du groupe hydrologique de sol du champ.



Le fumier et les éléments nutritifs sont épandus à moins de 3 m (10 pi) d'une eau de surface.



Le fumier et les éléments nutritifs sont épandus à l'intérieur de la zone de séparation déterminée par le potentiel de ruissellement et/ou l'indice-P.



La superficie de la terre disponible est insuffisante par rapport au volume de fumier produit, à moins que l'excédent de fumier ne soit transféré à un courtier ou lié à une convention d'épandage.



Les bandes tampons intégrées aux terres cultivées sont une solution sûre qui permet d'éviter les avertissements rouges.

L'inventaire fournit les données qui sont utilisées dans le calcul. Par exemple :

- les résultats d'analyse de sol et les crédits d'éléments nutritifs permettent d'évaluer la quantité d'éléments nutritifs complémentaires requise par la culture prévue;
- les résultats d'analyse du fumier et les pratiques de gestion choisies servent à déterminer les teneurs approximatives en éléments nutritifs et les taux d'application convenant à la culture;
- la localisation sur le terrain des différentes teneurs en éléments nutritifs aide à déterminer les restrictions éventuelles dans des zones précises quant à l'épandage de fumier ou d'éléments nutritifs;
- les résultats de l'épandage d'éléments nutritifs dans chaque champ donnent une idée de la superficie nécessaire au bétail ou à l'épandage des éléments nutritifs disponibles.

Voici certains types de résultats obtenus :

- les taux et périodes d'épandage;
- les besoins supplémentaires en éléments nutritifs;
- les distances de séparation et de retrait;
- les restrictions environnementales (avertissements rouges et jaunes);
- la superficie requise;
- le volume annuel de fumier produit.

Les points à considérer à l'étape 3 varient d'une ferme à l'autre, selon les objectifs fixés dans le plan et selon certaines des caractéristiques du site de l'exploitation agricole. Les fermes dont la superficie des terres est suffisante auront une plus grande marge de manœuvre relativement aux taux et périodes d'épandage, tandis que les fermes dont les terres cultivées sont limitées auront probablement à tenir compte de restrictions environnementales. On pourra découvrir, par exemple, le taux d'épandage maximum qui sera accepté sans déclencher un avertissement rouge ou un signal d'arrêt.

Il est aussi possible d'utiliser des données moyennes, par défaut. Lorsque certains renseignements de l'inventaire ne sont pas disponibles, ces valeurs moyennes sont alors utilisées, p. ex. la pente et l'analyse de sol. En général, les valeurs moyennes sont prudentes et les résultats obtenus sont

dans la majorité des cas plus restrictifs. Pour certains plans de gestion des éléments nutritifs, il vaudra la peine d'obtenir les données réelles de l'exploitation.

L'un des résultats clés du logiciel NMAN est le calcul de la superficie requise pour l'épandage du fumier produit.



Les données entrées dans la section de l'inventaire serviront à établir des taux d'épandage possibles en fonction des besoins de chaque culture. Les doses établies sont ensuite vérifiées par le programme NMAN (logiciel ou cahier). Dans le logiciel, les taux d'épandage maximum et les distances de séparation requises ont été paramétrés au préalable. Cette première ébauche du plan utilise des choix de valeurs qui peuvent être ensuite affinés. D'autres options sont proposées par la personne responsable de l'élaboration du plan si des avertissements rouges ou jaunes apparaissent.

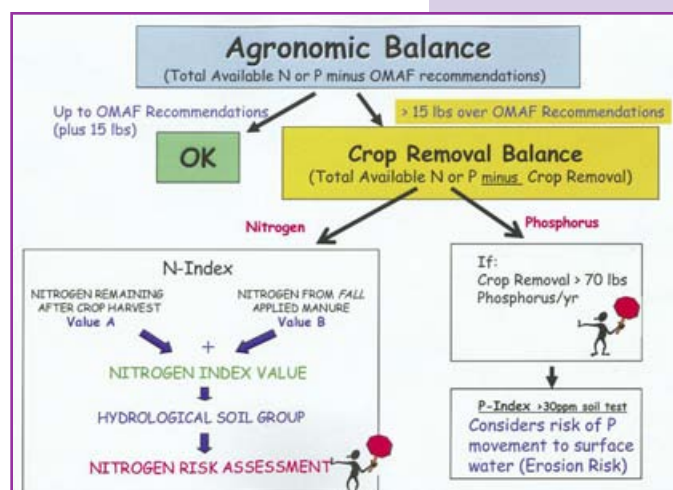
FONCTIONNEMENT DU LOGICIEL NMAN ET DU CAHIER DE GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Au moyen de l'information sur la litière, le type de stockage et la production animale, le logiciel **MSTOR** estime le volume de fumier produit — supposition faite d'une teneur en matière sèche normale — pour calculer la dimension d'une structure de stockage éventuelle ou la capacité d'une structure de stockage existante.

Le logiciel NMAN ou le cahier utilise la teneur du fumier en éléments nutritifs pour calculer une dose convenable en fonction des besoins de la culture et/ou du bilan de ses prélèvements d'éléments nutritifs. À noter que les risques environnementaux pourraient justifier une réduction de cette dose (ou exiger un fractionnement de l'épandage).

Une année de gestion des éléments nutritifs débute au moment de la récolte et se termine à la récolte suivante (en général de l'automne à l'automne).

Le **bilan agronomique** est équilibré lorsque les quantités de macro-éléments fertilisants biodisponibles de toutes sources ne dépassent pas les recommandations pour la culture de plus de 17 kg/ha (15 lb/ac). En termes généraux, le bilan agronomique est égal à la quantité d'azote ou de phosphore biodisponible de toutes sources moins la quantité d'azote ou de phosphore requise (selon la recherche) pour la culture prévue. Lorsque la quantité d'éléments nutritifs biodisponibles ne dépasse pas les valeurs recommandées ou requises de plus 17 kg/ha (15 lb/ac), la dose de fumier est basée sur les recommandations pour la culture en question. Si la concentration en éléments nutritifs biodisponibles dépasse de plus de 17 kg/ha (15 lb/ac) la valeur recommandée (p. ex. lorsqu'un résultat d'analyse est élevé et donne une recommandation de 0 kg/ha), le logiciel calcule alors automatiquement le bilan des prélèvements de la culture.



Le **bilan des prélèvements d'une culture** est équilibré lorsque la quantité de macro-éléments fertilisants biodisponibles de toutes sources approche la quantité d'éléments nutritifs prélevés par cette culture au moment de la récolte. En termes généraux, le bilan des prélèvements d'une culture est égal à la quantité d'azote ou de phosphore biodisponible de toutes sources moins la quantité d'éléments nutritifs sortie du champ avec la récolte de la culture — estimation basée sur le rendement moyen. Le dose de fumier à utiliser est celle qui fournira juste assez d'azote ou de phosphore pour remplacer la quantité d'azote ou de phosphore (la plus faible des deux) prélevé par la culture. En principe, les doses qui correspondent aux prélèvements les plus bas de phosphore ou de potassium permettent de maintenir la teneur du sol en éléments nutritifs. Pour hausser la concentration du phosphore dans le sol sans déclencher un avertissement rouge, on peut épandre jusqu'à 78 kg/ha (70 lb/ac) de plus que la quantité prélevée chaque année par une culture. Cette pratique permet d'accumuler environ 2 ppm (ou mg/L) de phosphore dans le sol par année.

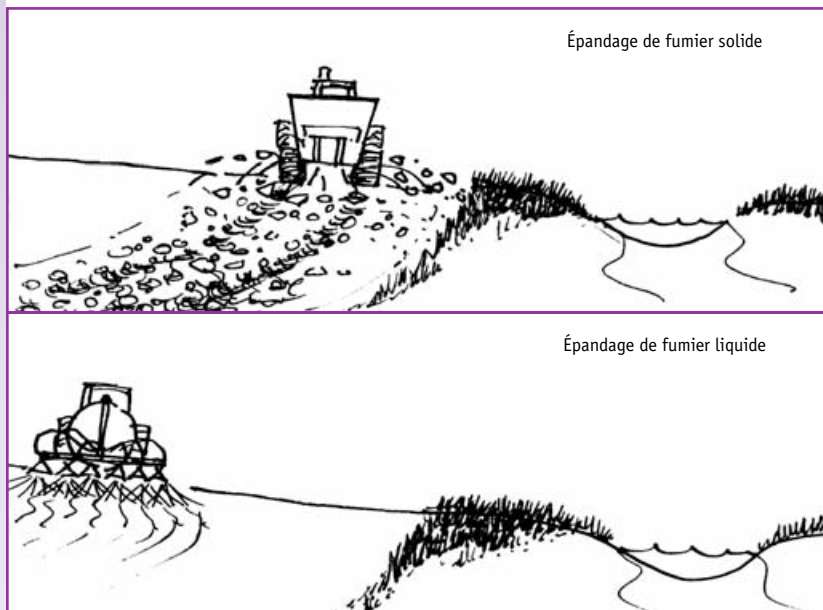
Si la concentration de phosphore est de 30 ppm (mg/L) ou plus, il faut évaluer l'indice-P. Le déplacement du phosphore jusqu'aux eaux de surface a de plus grandes répercussions sur l'environnement lorsque l'indice-P est égal à 30 ppm ou plus et que l'érosion est appréciable. L'indice-P prend en compte le risque d'érosion et la teneur du sol en phosphore pour évaluer la distance de retrait minimale par rapport à un cours d'eau.

Les indices de phosphore et d'azote sont calculés par le logiciel NMN. Ils doivent être calculés manuellement lorsqu'on utilise le *Cahier de gestion des éléments nutritifs NMN*.

Lorsque la quantité d'azote appliqué est supérieure aux prélèvements d'azote par la culture, il faut évaluer l'indice-N pour limiter le risque de perte d'azote par lessivage hors-saison. Lorsque l'azote laissé dans le sol au moment de la récolte s'ajoute à de l'azote provenant de fumier épandu tard en été ou au début de l'automne, le risque de perte d'azote par lessivage ou par dénitrification pourrait être élevé.

La distance de retrait du fumier est une limite établie par NMN selon le risque de ruissellement. La relation est directe : plus le risque de ruissellement est élevé, plus la distance de retrait entre la zone d'épandage et les eaux de surface augmente. L'épandage de fumier liquide en surface entraîne une plus

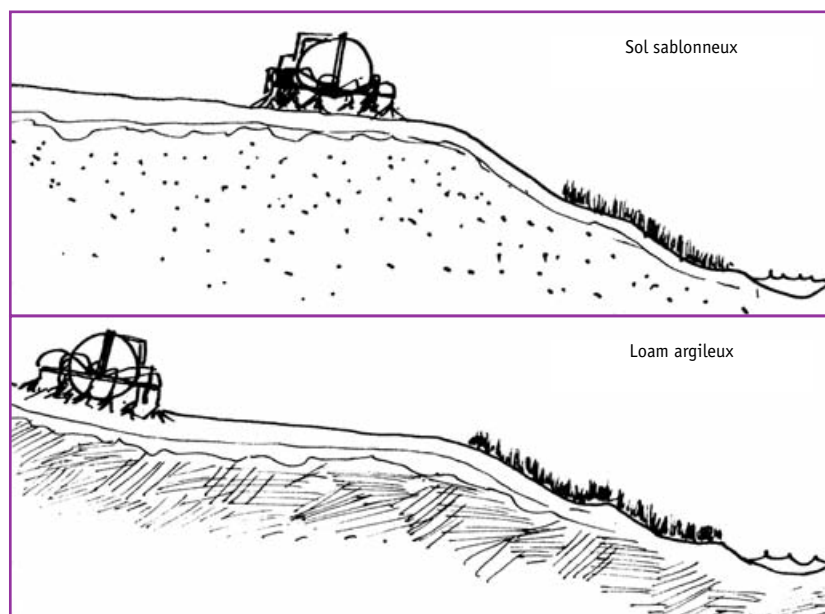
grande distance de retrait que le fumier solide ou que le fumier liquide injecté, enfoui ou épandu sur un sol préalablement travaillé.



L'épandage de fumier liquide en surface exige une plus grande distance de retrait par rapport aux eaux de surface que le fumier solide.

La **charge maximale de liquide** correspond à la plus haute dose d'épandage de matières liquides qui ne risque pas d'entraîner le ruissellement en surface. Elle est déterminée en fonction du potentiel de ruissellement (selon la pente et la texture du sol) et fixe le plus haut taux d'épandage pouvant être absorbé par le sol. Cette limite de charge peut entraîner la nécessité de fractionner l'épandage du fumier, p. ex. sur plusieurs jours.

La publication 818F du MAAARO, *Cahier de gestion des éléments nutritifs*, contient des tables et des calculs qui figurent en arrière-plan dans le logiciel NMAN, qui est plutôt convivial. Pour se procurer le logiciel, il suffit d'appeler la Ligne d'information sur la gestion des éléments nutritifs du MAAARO, au 1-866-242-4460.



Une dose d'épandage supérieure est possible sur les sols sablonneux dont la charge maximale de liquide est plus élevée, et selon la capacité d'infiltration et de percolation du liquide épandu.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DE SOLS

En Ontario, les recommandations pour la fertilisation des cultures sont basées sur les résultats d'essais en champ menés pour chaque culture en vue de déterminer la dose optimale pour chaque niveau de fertilité du sol.

Les besoins agronomiques en phosphore et en potassium sont fonction des résultats d'analyse de sol. Les recommandations du MAAARO sont fondées sur l'approche de la « suffisance en éléments nutritifs ».

Les besoins agronomiques en azote sont basés sur les courbes de résultats documentés en vue d'assurer le meilleur rendement économique.

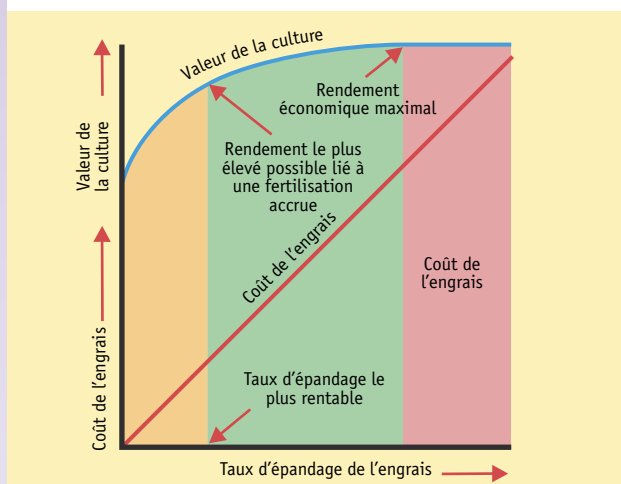
Les recommandations concernant les doses d'épandage d'éléments nutritifs visent la rentabilité optimale tout en tenant compte des risques de contamination de l'environnement. Plus le degré de fertilité est élevé, moins l'ajout d'éléments nutritifs aura de l'effet sur la culture. Lorsque la quantité d'éléments nutritifs épandus dépasse les prélèvements d'une culture, les éléments nutritifs s'accumulent graduellement dans le sol et, dans le cas de l'azote, finissent par se déplacer hors de la zone racinaire.

L'interprétation des analyses de sol à deux objectifs distincts :

L'analyse des sols pauvres en éléments nutritifs — qui vise à assurer des teneurs adéquates en éléments nutritifs pour optimiser la production, la qualité de la culture et le rendement.

L'analyse des sols riches en éléments nutritifs — qui vise à planifier l'épandage des éléments nutritifs pour protéger la qualité de l'eau. Par exemple, si le sol d'un champ réservé à la culture de blé ou de maïs présentait un degré de fertilité adéquat, et non extrême, l'application d'un engrais

démarrage « Pop-up » au moment des semis fournirait les éléments nutritifs nécessaires, incorporés dans le sol, tout près de la graine, et donc en moins grande quantité que d'ordinaire.



Le rendement des cultures accuse une diminution des profits au fur et à mesure qu'on accroît l'apport d'éléments nutritifs au-delà du point de rendement économique maximal dans les sols dont la fertilité est élevée.

EXEMPLE DE RÉSULTATS D'ANALYSE DE SOL

LABORATOIRES ACCRÉDITÉS POUR LES ANALYSES DE SOLS EN ONTARIO LTÉE
RAPPORT SUR LES SOLS DE LA FERME

Rapport 62269
Reçu le 07/10/05
Imprimé le 15/10/05

Valeurs analytiques				Parties par million			
Lieu de prélèvement	N° d'analyse	pH	pH tampon	% M.O.	Phosphore NaHCO ₃	K	Mg
Champ 1, moitié nord	998701	7,1		3,5	28 H	187 TH	112
Champ 1, moitié sud	998702	7,2		3,2	33 TH	220 TH	167
Champ 2, moitié nord	998703	6,9		4,0	35 TH	210 TH	127
Champ 2, moitié sud	998704	5,9	6,8	2,8	25 H	175 TH	158
Champ 3, moitié nord	998705	7,0		3,8	28 H	168 TH	118
Champ 3, moitié sud	998706	7,1		3,3	26 H	160 TH	120
Champ 1, butte érodée	998707	7,8		1,8	50 TH	235 TH	150

La plupart des résultats d'analyse de sol contiennent l'information indispensable qui suit :

- Le **numéro d'échantillon** permet d'identifier un échantillon qu'on doit analyser de nouveau.
- Le **pH** est toujours indiqué; le pH tampon est indiqué pour les sols de pH 6 ou moins;
 - ▷ le pH tampon aide à évaluer la quantité de chaux requise pour obtenir un pH de 6,5 ou plus; plus le pH tampon s'approche de 7, moins il faut de chaux pour rétablir le pH idéal.
- On peut augmenter la **matière organique**, moyennant un coût supplémentaire, pour établir des conditions de base. Le maintien ou la hausse progressive de la matière organique peut améliorer le cycle des éléments nutritifs, la capacité de rétention de l'eau et la structure du sol.
- On indique par des nombres et symboles les teneurs du sol en éléments comme **P** et **K**;
 - ▷ ces symboles sont : B (basse), M (moyenne), H (haute), TH (très haute) et E (excessive);
 - ▷ la teneur du sol est jugée excessive quand l'ajout d'une quantité supplémentaire d'élément nutritif n'améliore plus le rendement économique. C'est le cas d'une teneur en P de 60 ppm (la plupart des cultures) et en K de 250 ppm. Des teneurs supérieures pourraient réduire le rendement ou la qualité de la culture, p. ex. l'épandage répété de P peut entraîner une carence en zinc dans les sols pauvres en zinc et peut accroître le risque de pollution de l'eau.
- Parfois les résultats expriment le dosage par le **bicarbonate de sodium** et par la méthode Bray (**phosphore Bray**);
 - ▷ certains laboratoires ont utilisé l'analyse Bray jusqu'en 1999;
 - ▷ comme il n'existe pas de conversion directe entre les résultats des deux analyses (aucun multiplicateur permettant de passer d'un système à l'autre), la seule façon de faire la comparaison est de disposer de résultats d'années antérieures, où les deux analyses ont été effectuées dans un même champ;
 - ▷ l'analyse de la teneur par le bicarbonate de sodium est requise pour utiliser le logiciel NMAN.

La quantité d'éléments nutritifs contenus dans la matière organique est habituellement exprimée en pourcentage par poids (% N, % P, % K, etc.)

Le phosphore et le potassium doivent être convertis en P_2O_5 et K_2O respectivement

Les teneurs en azote d'ammonium et en oligo-éléments sont habituellement exprimées :

- en milligrammes par kilogramme (mg/kg), ou
- en milligrammes par litre (mg/L)

Pour convertir :

- des mg/kg en livres/t. imp., diviser par 500 les mg/kg
- des mg/L en livres/1000 gal imp., diviser par 100 les mg/L

L'azote organique est égal à la quantité totale d'azote moins l'azote d'ammonium

Ammonium = NH_4

$N_{org.} = N_{total} - NH_4$

$N_{total} \text{ (biodisponible)} = N_{org.} \times \text{les facteurs inscrits ci-dessous}$

$NH_4 \text{ (biodisponible)} = NH_4 \times (100 - \% \text{ de perte d'ammonium})$

$N_{total} \text{ (biodisponible)} = NH_4 \text{ (biodisponible)} + N_{org.} \text{ (biodisponible)}$

L'analyse de la teneur en nitrate est généralement réalisée en mai ou au début de juin sur un échantillon de sol prélevé à 30 cm (12 po) de profondeur. Les résultats peuvent indiquer la quantité d'azote présente dans le sol et permettre de réduire les doses d'azote au moment de la fertilisation en bandes. (En Ontario, les analyses de la teneur du sol en nitrate ne sont pas effectuées automatiquement pour déterminer les doses recommandées d'engrais azoté, mais elles peuvent donner des renseignements utiles.)

Le dosage des **oligo-éléments** comme le zinc et le manganèse est parfois réalisé, mais habituellement à des fins diagnostiques seulement, p. ex. comparer les bonnes et les mauvaises zones de croissance pour découvrir la source d'un problème.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DE FUMIERS

Les résultats d'analyse de fumiers indiqueront les teneurs en éléments nutritifs à l'aide d'un système de valeurs numériques similaire à celui des analyses de sols, mais n'offriront **pas** de recommandations sur les taux d'épandage. Les résultats d'analyse de fumiers devraient aider à déterminer la quantité totale d'éléments nutritifs biodisponibles et le taux global d'épandage des éléments nutritifs.

Il existe plusieurs outils de gestion des éléments nutritifs sur le marché qui intègrent les résultats d'analyse de sols et de fumiers pour calculer le taux d'épandage du fumier et d'autres matières nutritives.

Il faut tenir compte des principes suivants pour interpréter les résultats d'analyse :

- Seule une partie de l'azote organique peut être assimilée par une culture au cours de l'année d'épandage (soit ~ 5 % de l'apport du fumier solide de bovins contenant beaucoup de litière et ~ 30 % de l'apport du fumier de volaille);
 - ▷ l'épandage répété favorise l'accumulation d'azote organique dans le sol;
- Le reliquat d'azote provient de la fraction organique du fumier, c'est pourquoi l'apport du fumier solide devrait être plus grand;
- Au moins 40 % du phosphore provenant du fumier constituent un engrais phosphaté assimilable par les cultures (biodisponible) au cours de l'année d'épandage — au total au moins 80 % (soit une tranche additionnelle de 40 %) deviennent assimilables à long terme, et s'ajoutent à la quantité totale de **phosphore biodisponible présent dans le sol**;
- Environ 90 % du potassium sont assimilables au cours de l'année d'épandage.

À l'aide des renseignements de l'inventaire de la ferme choisie pour l'étude de cas des pages 45-46, entrer les données dans le programme de gestion des éléments nutritifs (logiciel NMAN ou *Cahier de gestion des éléments nutritifs*, publication 818F) pour obtenir les taux d'épandage que nécessitent les cultures prévues. Il s'agit d'un premier tour du plan, basé sur les taux d'épandage prévus ou des taux normaux. Il faudra apporter certaines modifications si des avertissements rouges ou jaunes sont déclenchés.

RÉSULTATS D'ANALYSE DE SOLS – FERME CHOISIE DANS L'ÉTUDE DE CAS

ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS EN MAI 2005

	pH	M.O. (%)	P (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)
CHAMP NORD	6,8	2,8	57	300	180
CHAMP SUD	6,7	2,6	43	258	155

RÉSULTATS D'ANALYSE DE FUMIERS – FERME CHOISIE DANS L'ÉTUDE DE CAS

ÉCHANTILLONS DE FUMIER – FUMIER LIQUIDE DE PORC – NAISSAGE-ENGRAISSAGE ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS DE MAI 2004 À OCTOBRE 2005

« TEL QUEL »	M.S. (%)	N TOTAL (%)	NH ₄ -N (ppm)	P (%)	K (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
PRINTEMPS 2004	2,7	0,33	2600	0,11	0,15	36	22
AUTOMNE 2004	3,0	0,37	2350	0,11	0,18	37	25
PRINTEMPS 2005	2,6	0,32	2550	0,11	0,16	34	26
AUTOMNE 2005	2,9	0,36	2475	0,11	0,16	35	23

RÉSULTATS D'ANALYSE DE FUMIERS

Fumier du printemps, mai 2004

Azote

- la quantité totale d'azote est de 3,3 kg/1000 L (33 lb/1000 gal), dont 2,6 kg/1000 L (26 lb/1000 gal) se trouvent sous forme d'ammonium (rapidement assimilable) si l'on présume qu'il n'y aucune perte par volatilisation, et 0,7 kg/1000 L (7 lb/1000 gal) sous forme organique (lentement libéré).

Lorsque le fumier n'est pas incorporé au sol, une certaine quantité d'ammonium se volatilise dans l'atmosphère. Par ailleurs, le fumier épandu en automne laisse s'échapper une partie de son azote par lessivage ou par dénitrification.

Phosphore

Le fumier fournit environ 2 kg/1000 L (20 lb/1000 gal) de P₂O₅. Toutefois, seulement une partie du phosphore est biodisponible au cours de l'année d'épandage.

Potasse

Le fumier fournit près de 1,7 kg/1000 L (17 lb/1000 gal) de K_2O .

Cuivre et zinc

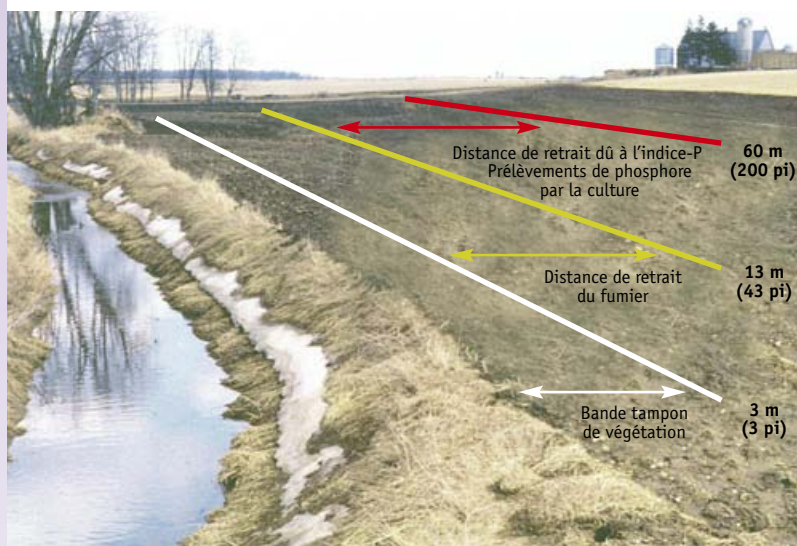
Certaines analyses indiquent les concentrations de cuivre, de zinc et d'autres oligo-éléments trouvés dans le fumier. Habituellement, ces concentrations sont un reflet de la ration et des suppléments. Lorsque le dosage d'un oligo-élément est élevé dans le fumier, on devrait consulter un nutritionniste pour voir s'il n'y aurait pas lieu d'en réduire la teneur dans les aliments.

CERTAINS RENSEIGNEMENTS TIRÉS DE L'ÉTUDE DE CAS

RÉSUMÉ DES DESTINATIONS DU FUMIER

PÉRIODE	DATE	CHAMP	DÉTAILS	ZONE	CULTURE	TAUX	RETRAIT
AUTOMNE	nov. 2004	nord	boyau traîné – surface – incorp. 24 h	20	maïs	78 600 L/ha	n.d.
PRINTEMPS	mai 2005	sud	boyau traîné – surface – sol déjà travaillé	23	soya	56 200 L/ha	60 m
AUTOMNE	nov. 2005	nord	boyau traîné – surface – incorp. 24 h	20	maïs	78 600 L/ha	n.d.
PRINTEMPS	mai 2006	sud	boyau traîné – injecté	23	maïs	78 600 L/ha	60 m

Le résumé des destinations du fumier indique la période d'épandage prévu pour chaque champ et le taux d'épandage. Les distances de retrait sont aussi déterminées à partir des renseignements sur la pente et le potentiel de ruissellement, et figurent dans le tableau des distances de retrait, page 83.



Un indice-P élevé signifie qu'une distance minimale de retrait de 60 m sera exigée pour l'épandage du fumier.

Un indice-P égal à 37 pour le champ sud limite la dose d'épandage à la quantité de phosphore prélevée par la culture, et ce jusqu'à 60 mètres (200 pi) de l'eau de surface.

[P-Index Factor]	Value	Weight	Rating	Description
1. Soil Erosion	8	2.0	16.0	31.74 ton/ac
2. Water Runoff Class	4	1.0	4.0	C, 5% slope
3. Phosphorus Soil Test	4	2.0	8.0	43 ppm
4. Fertilizer Application Rate	4	0.5	2.0	64 lb/ac
5. Fertilizer Application Method	1	1.5	1.5	Placed with planter
6. Manure Application Rate	8	0.5	4.0	101 lb/ac
7. Manure Application Method	1	1.5	1.5	Injected
Total			37.0	

Indice-P du champ sud.

Field/Section Information (Fall 2004 – Fall 2005: Farm 1, south field, All)

General

Properties

Cropping/Tillage

Fertilizer

Manure/P.Mat'l

Balance

Economic

Heavy Metal

AGRONOMIC NUTRIENT BALANCE

CROP REMOVAL BALANCE

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Commercial Fertilizer:	4	16	4
Nitrogen Credit:	18		
This Season's Manure:	189	71	121
Production Requirements:	-165	0	0
Agronomic Balance:	46	87	125

Add Fertilizer [to meet agronomic requirements]

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Field Inputs:	22	16	4
This Season's Manure:	189	142	121
Crop Removal:	-108	-55	-38
Crop Removal Balance:	104	103	88
Nutrient Indices:	5.0	36	

N-Index

P-Index

APPLICATION RATES

Description	Applied Date	Type	Rate	Applied [N,P,K]	Surface Water
Fert App 1	01-May-2005	6-24-6	5.0 gal/ac	4,16,4 lb/ac	200 ft
Manure App 3	20-May-2005	spring	7000 gal/ac	189,71,121 lb/ac	200 ft

Résumé du bilan agronomique et des prélèvements de la culture, champ sud 2004–2005

Field/Section Information (Fall 2005 – Fall 2006: Farm 1, north field, All)

General

Properties

Cropping/Tillage

Fertilizer

Manure/P.Mat'l

Balance

Economic

Heavy Metal

AGRONOMIC NUTRIENT BALANCE

CROP REMOVAL BALANCE

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Commercial Fertilizer:	4	16	4
Nitrogen Credit:	14		
This Season's Manure:	125	71	129
Production Requirements:	-165	0	0
Agronomic Balance:	-23	87	133

Add Fertilizer [to meet agronomic requirements]

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Field Inputs:	18	16	4
This Season's Manure:	125	142	129
Crop Removal:	-108	-55	-38
Crop Removal Balance:	35	103	95
Nutrient Indices:	5.0	21	

N-Index

P-Index

APPLICATION RATES

Description	Applied Date	Type	Rate	Applied [N,P,K]	Surface Water
Manure App 3	21-May-2005	fall	7000 gal/ac	125,71,129 lb/ac	N/A
Fert App 3	01-May-2006	6-24-6	5.0 gal/ac	4,16,4 lb/ac	N/A

Résumé du bilan agronomique et des prélèvements de la culture, champ nord 2004–2005

RÉSUMÉ DES AVERTISSEMENTS SIGNALÉS AU TERME DE L'ÉTAPE 4, INTERPRÉTER LES RÉSULTATS

(À L'AIDE DU LOGICIEL NMAN)

AVERTISSEMENT

- | | |
|--|--|
| 1. Quantité d'azote épandue supérieure à 224 kg/ha (200 lb/ac) | |
| 2. Dose supérieure à 75 240 L/ha (6 700 gal/ac) — la dose maximale sur un loam limoneux dont la pente est de 5 % | |
| 3. Quantités de P ₂ O ₅ et de K ₂ O épandus supérieures aux exigences agronomiques (économiques) | |
| 4. Augmenter la dose d'azote pour satisfaire la recommandation agronomique (économique) | |
| 5. Quantité restante de fumier (pas plus que 52 % du fumier produit chaque année sont épandus) | |
| 6. Superficie requise prévue est de 42 hectares (105 acres) | |
| 7. Quantité de P ₂ O ₅ épandue supérieure à la limite de prélèvements de la culture – soit 97 kg/ha tandis que la limite est de 78 kg/ha | |
| 8. Quantité d'azote épandue supérieure à la dose agronomique + épandage à l'automne = avertissement concernant l'indice-N | |

Les renseignements d'inventaire et les résultats d'analyse de sol et de fumier ont déclenché les avertissements rouges et mises en garde qui suivent

L'agriculteur devra ajuster le taux d'épandage d'éléments nutritifs prévu pour éliminer les risques signalés par les avertissements rouges.

1. L'azote apporté au maïs du champ sud dépasse la limite de 200 lb/ac du *Guide agronomique des grandes cultures* (189 lb + 22 lb, fumier et engrais) — à revoir sauf exception.
2. L'épandage proposé de 7000 gal/ac sur le champ sud dépasse le taux de charge maximum permis (6700 gal/ac) pour du fumier liquide à la surface d'un loam limoneux incliné de 5 %.
3. Les quantités épandues de P₂O₅ et de K₂O dépassent les recommandations agronomiques, ce qui pourrait nuire au rendement économique. Quand l'apport supplémentaire d'un élément nutritif n'améliore pas le rendement, il faudrait réévaluer l'utilité de l'engrais de démarrage.
4. Dans le champ nord, il faut augmenter la dose d'azote pour satisfaire la recommandation de 165 lb/ac (on prévoit épandre seulement 142 lb/ac).
5. La quantité de fumier produit est presque le double de celle qu'on peut utiliser dans les champs pendant l'année en cours. Un avertissement rouge serait déclenché si aucune terre louée n'était disponible ou en l'absence de convention sur le fumier.
6. On a besoin de 104 acres (plutôt que des 44 acres possédés en propre) pour utiliser tout le fumier, compte tenu de la rotation des cultures, des doses et de la fréquence des épandages. L'avertissement serait rouge si aucune terre louée n'était disponible ou en l'absence de convention sur le fumier.
7. Le taux d'épandage du P₂O₅ dépasse la dose assimilable par la culture plus la limite d'accumulation permise dans le sol. Un tel taux ferait vite augmenter les teneurs en P du sol, ce qui aggrave les risques pour l'environnement et fait allonger les distances de séparation.
8. La mise en garde sur l'indice-N apparaît pour le champ nord. La quantité d'azote épandue sur une terre où du maïs a été récolté dépasse la dose recommandée de plus de 15 lb/ac, sans compter que l'apport supplémentaire de N provenant de fumier liquide de porcs à l'automne entraîne un risque de pertes excédant la limite prescrite par l'indice-N pour un sol du groupe hydrologique C.

Étape 4. INTERPRÉTER LES RÉSULTATS

L'étape 4 permet d'interpréter les informations recueillies ainsi que les avertissements, après avoir parcouru les étapes précédentes du modèle de planification de la gestion des éléments nutritifs. Il est ensuite possible de formuler et d'évaluer les options offertes en vue de prendre les décisions qui conviennent le mieux à l'exploitation.

La présente étape offre la possibilité d'explorer les options offertes et de comparer les effets des diverses pratiques de gestion notamment sur la disponibilité des éléments nutritifs, sur les taux d'application ou sur les contraintes environnementales. On peut ainsi se demander si certaines des options envisagées pourraient réduire les superficies d'épandage nécessaires, hausser les taux d'application ou encore réduire les distances de retrait.

Voici quelques exemples d'éléments à considérer.

Résultat souhaité à l'étape 4 : Formuler une approche systématique dont le but est de maximiser les avantages économiques des éléments nutritifs du fumier sans compromettre la santé du sol, les possibilités de cultures et les autres activités agricoles.

ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER	DÉTAILS	RÉPERCUSSIONS ÉVENTUELLES
STOCKAGE DU FUMIER	type d'entreposage : recouvert; en béton, en terre; gestion des liquides	- dimension de la structure de stockage - volume à manipuler - taux d'application et chargement du fumier liquide
TAUX D'APPLICATION	réduction ou élimination des engrais de démarrage	hausse des taux d'application
	concentration élevée selon les analyses de sol	- taux d'application limités - croissance et qualité des cultures - réduction des doses d'engrais
ROTATION CULTURALE	selon les besoins en éléments nutritifs des différentes cultures	- occasions d'épandage - superficies utilisées
COMPOSITION DU FUMIER	méthode d'épandage (ex. : incorporation c. épandage de surface)	- éléments nutritifs biodisponibles (moins de perte d'azote) - tâches : charge de travail, exigence en matériel et réglage - réduction de l'indice-P
INDICE-PHOSPHORE	travail du sol en contre-pente	réduction de l'indice-P
	culture en bandes latérales et bandes tampons	réduction de l'indice-P
ÉPOQUE DE L'ÉPANDAGE	épandage à la fin de l'automne	hausse des taux d'application (comparativement aux épandages en fin d'été)
	utilisation de cultures couvre-sol avec épandage d'automne	- hausse des taux d'application - hausse de la fixation de l'azote au printemps
MATÉRIEL D'ÉPANDAGE	temps requis pour l'épandage des doses recommandées	faisabilité avec le matériel existant et durée de l'épandage
	matériel neuf c. épandage à forfait	- époque de l'épandage - souplesse associée à l'épandage à forfait et choix du matériel - coût de l'épandage à forfait (comparaison avec le coût actuel)

La dimension et le type de la structure de stockage influent directement sur le volume et la composition du fumier à épandre.



Le travail du sol en contre-pente réduit l'indice-P et permet d'augmenter légèrement les doses d'épandage.



Les cultures de couverture facilitent les épandages d'automne.

En fait, pour qu'un PGEN soit aisément réalisable, il suffit de faire preuve de bon sens et d'y intégrer l'ensemble des systèmes cultureux et d'élevage, c'est-à-dire les caractéristiques des lieux, les pratiques de gestion, le type et la dimension du matériel, la main-d'œuvre disponible, etc. Ainsi, il ne serait pas judicieux d'épandre tout le fumier disponible au printemps sur des argiles lourdes, avant des semis de maïs.

OPTIONS DE GESTION CONCERNANT LES AVERTISSEMENTS ROUGES

NUTRITION DU BÉTAIL

Il est suggéré d'améliorer l'indice de conversion alimentaire en diminuant les rejets d'éléments nutritifs. On peut y parvenir notamment en réduisant le gaspillage de moulée, en améliorant la digestibilité des aliments (p. ex. : l'utilisation de granulés augmente la teneur en énergie et la digestibilité des protéines), ainsi qu'en augmentant la productivité des animaux (par la sélection génétique, l'amélioration de l'état sanitaire du troupeau ou l'apport d'additifs alimentaires, par exemple). Consulter un spécialiste de l'alimentation animale afin de vérifier si les doses d'ingrédients utilisés dans la ration correspondent aux recommandations du Conseil national de recherches.

1. Si l'exploitation dispose à peine des superficies requises pour l'épandage du fumier ou si les taux d'application sont limités en raison de la teneur élevée du fumier en phosphore, il est suggéré d'ajouter de la phytase à la ration pour améliorer la digestibilité du P chez les monogastriques. L'ajout de phytase réduira jusqu'à 20 % la teneur en P du fumier. Il est toutefois important de réduire parallèlement les suppléments de phosphore dans la ration.
2. Donner les quantités d'éléments nutritifs recommandées, par alimentation selon le sexe de l'animal ou par alimentation multiphase.
3. Équilibrer la teneur en acides aminés afin de réduire l'azote dans le fumier. Il existe de nouvelles techniques qui remplacent les protéines par des acides aminés synthétiques.

La réduction des éléments nutritifs dans le fumier permet souvent de diminuer les superficies d'épandage nécessaires, puisque les doses d'épandage augmentent souvent avec la baisse de la teneur en éléments nutritifs du fumier.

Méthodes pour réduire le gaspillage des aliments :

- **utiliser des granulés afin de réduire le gaspillage d'environ 5 %**
- **évaluer les différents choix de mangeoires qui réduisent le gaspillage**
 - ▷ les porcs aiment manger et avaler avec la tête droite
 - ▷ trémies > trémies-abreuvoirs > distributeur d'aliments liquides
- **inspecter, régler et nettoyer régulièrement les mangeoires**
 - ▷ au moment des repas, 50 % seulement de la mangeoire doit être couverte.

AGITATION DU FUMIER

Le phosphore est fixé aux solides, alors que le potassium et l'azote ammoniacal se retrouvent surtout dans les liquides. Il est donc généralement recommandé d'agiter le fumier afin que l'épandage soit plus homogène.

Il arrive cependant qu'il soit souhaitable de ne pas agiter le fumier afin d'utiliser davantage d'azote au détriment du phosphore. Il suffit alors de retirer la partie liquide de la surface avant d'agiter le fumier et de l'épandre dans les champs qui sont à proximité de la structure de stockage et dont les teneurs en P sont élevées, d'après les analyses.

Avec cette méthode toutefois, il est extrêmement important de prélever régulièrement des échantillons de fumier afin de savoir à quel moment les concentrations de P commencent à augmenter. On recommande aussi de garder au dossier les résultats d'analyses montrant la composition des échantillons de fumier prélevés à divers niveaux dans la structure de stockage.

SANS AGITATION			AGITATION COMPLÈTE STRUCTURE VIDE AUX 3/4
	FUMIER DE PORCS DE FINITION	(TEL QUEL)	FUMIER DE PORCS DE FINITION
MATIÈRE SÈCHE	1,9	%	4,7
AZOTE TOTAL	44	lb/1000 gal	61
AZOTE AMMONIACAL	36,2	lb/1000 gal	39,2
PHOSPHORE	1,8	lb/1000 gal	14,7
PHOSPHORE (LONG TERME)	3,6	lb/1000 gal	29,4
POTASSE	25,9	lb/1000 gal	30,2

Peut-on retirer la partie supérieure du fumier liquide et l'épandre, sans l'agiter, dans les champs où la teneur en phosphore est très élevée? (Il s'agit généralement des champs situés à proximité des bâtiments d'élevage).

ENGRAIS COMMERCIAUX

Dans la plupart des cas, malgré l'épandage de fumier, il demeure nécessaire d'appliquer des engrais commerciaux pour que la récolte soit profitable. Cela est particulièrement vrai pour le maïs, dont les besoins en azote excèdent ce que la plupart des fumiers sont en mesure de procurer, car le phosphore est l'élément qui limite les doses d'épandage.

Les stratégies de gestion qui visent à augmenter l'absorption de l'azote sont souvent axées sur les engrais de démarrage. Voici quelques exemples de questions à poser :

- Est-il nécessaire d'utiliser un engrais de démarrage? Est-ce que les rendements sont vraiment supérieurs?
 - ▷ Est-il possible de réduire les quantités d'engrais de démarrage utilisées? Ainsi, au lieu d'épandre 200 lb/acre de phosphate de monoammonium (11-52-0) dans la trémie à engrais du semoir de maïs, en bandes de 2 x 2, pourrait-on en épandre 25 lb/acre dans la trémie qui sert à l'application d'insecticides?
- Serait-il avantageux d'appliquer un engrais de démarrage à dose réduite sous forme liquide?
 - ▷ Est-ce qu'une dose inférieure d'engrais fera augmenter la dose d'épandage du fumier?
- Est-il possible de faire des comparaisons parallèles pour vérifier s'il est avantageux d'utiliser un engrais de démarrage, surtout si les analyses de sol démontrent que la teneur en P est supérieure à 30 ppm ou 30 mg/L?

TRAVAIL DU SOL

Le genre de travail du sol et l'époque de l'année où il est effectué auront un effet sur l'utilisation des éléments nutritifs. Les mesures suivantes contribuent à maximiser la disponibilité des éléments nutritifs :

- incorporer le fumier immédiatement après l'épandage afin de réduire au minimum les odeurs et les pertes dues à la volatilisation;
- travailler le sol au préalable afin de briser les macropores, de réduire les risques d'écoulement préférentiel et d'augmenter la capacité d'infiltration dans le sol;
- injecter le fumier dans le sol afin de réduire les odeurs et de maximiser l'absorption de l'azote :
 - ▷ selon l'espacement et la conception des dents de l'injecteur, des volumes plus importants risquent de s'accumuler près des drains, augmentant ainsi les risques d'écoulement préférentiel;
- adopter le travail réduit du sol (ou le semis direct) afin d'abaisser les risques d'érosion en laissant plus de résidus à la surface du sol et de diminuer l'indice-P;
- effectuer le travail du sol en début d'automne (cas d'épandage de fumier liquide) pour favoriser la transformation d'azote ammoniacal en nitrates, mais ne pas oublier qu'il s'ensuit alors une hausse des risques de migration vers les racines et au-delà — tandis que le travail réduit du sol entraîne de plus grandes pertes par volatilisation;
- orienter le labour pour influencer sur les déplacements de l'eau dans la pente :
 - ▷ le travail du sol à proximité des eaux de surface se fait en général parallèlement au cours d'eau (en contre-pente).

Le travail du sol préalable brise les macropores, réduit les risques d'écoulement préférentiel et augmente la capacité d'infiltration dans le sol.



Définition « d'incorporation » (ou enfouissement) :

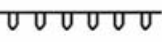
- règle des 20–30; le fumier est incorporé de 20 à 30 minutes après l'épandage;
- 30 % ou moins de résidus de fumier demeurent à la surface du sol;

Est-ce que le travail du sol visant à favoriser l'aération répond aux exigences précédentes? Tout dépend des volumes d'épandage et du réglage de l'épandeur.

INFORMATIONS ADDITIONNELLES SUR LE SEMIS DIRECT

Le semis direct est un excellent système de production et le fumier est une ressource de premier ordre. L'épandage de fumier dans le cadre d'un système de semis direct exige néanmoins certains compromis. Il faut tout de même travailler un peu le sol, sous peine de perdre des éléments nutritifs.

Les avantages associés au semis direct sont nombreux : utilisation des éléments nutritifs présents dans la nature, augmentation de la matière organique et amélioration de la santé du sol et de sa capacité de rétention d'eau. Il est par contre nécessaire de modifier parfois le matériel, de surveiller plus attentivement le niveau d'humidité du sol et les risques d'écoulement préférentiel. Le tableau ci-dessous résume certains des avantages et inconvénients associés aux différents types de fumier.

	MISE EN PLACE DU FUMIER	OUTIL POUR L'INCORPORATION
Incorporation superficielle Dent de cultivateur en « S »		
Injection par dispersion latérale		
Injection avec coudres		
Incorporation superficielle Disques concaves		
Injection dans les sillons		
Technique d'aération		

+ AVANTAGES – INCONVÉNIENTS

FUMIER LIQUIDE

- + possibilité d'utiliser avec des cultures de couverture
- risque plus élevé de ruissellement, de compactage et d'écoulement préférentiel (surveiller les taux d'application et réduire les doses)
- un certain travail minimum du sol est nécessaire (pour améliorer l'utilisation de l'azote et réduire les odeurs)

FUMIER SOLIDE

- + teneur plus élevée en azote organique = moins de $\text{NH}_4\text{-N}$ qui se volatilise
- + augmentation de la matière organique du sol en raison de la présence plus abondante de solides
- + plus de solides = moindre risque de ruissellement et d'écoulement préférentiel
- l'épandage exige plus de temps et de main-d'œuvre
- moins d'azote disponible pour les cultures (à court terme)

COMPOST

- + le produit entièrement composté présente peu de risques pour l'environnement (lessivage, dénitrification, volatilisation)
- + l'augmentation de la matière organique contribue à la santé du sol
- + volume réduit et moins d'odeur comparativement au fumier non composté
- peu d'azote disponible pour la culture, beaucoup de phosphore et de potasse
- exige plus de main-d'œuvre et une surveillance rigoureuse durant le compostage

PRATIQUES DE CONSERVATION

Plusieurs pratiques de conservation et divers types de structures contribuent à réduire les risques d'érosion, de ruissellement ainsi que la perte d'éléments nutritifs.

- Gérer les résidus. Réduire le travail du sol afin d'augmenter la surface du sol recouverte de résidus de la culture précédente, ce qui diminue les risques d'érosion et de ruissellement.
- Travailler le sol dans le sens des courbes de niveau du terrain ainsi qu'en contre-pente (y compris la culture en bandes latérales) afin de réduire l'effet de la pente du terrain.
- Construire des structures pour lutter contre l'érosion et pour réduire l'intensité des eaux de ruissellement, comme des terrasses, des structures pour dévier l'eau et des bassins de sédimentation et de contrôle du débit.
- Mettre en place des bandes tampons le long des cours d'eau.

ÉPANDAGE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



L'injection fait en sorte que les éléments nutritifs se retrouvent dans la zone racinaire et sont ainsi plus disponibles pour la culture.

La méthode utilisée pour épandre les éléments nutritifs et la période à laquelle est effectué l'épandage ont un effet sur la réduction des odeurs et sur les dangers pour l'environnement.

- Incorporer le fumier dans le sol afin de réduire les odeurs et les risques de ruissellement.
- Injecter le fumier liquide dans le sol afin que les éléments nutritifs migrent vers la zone racinaire ou à proximité de celle-ci.
- Faire des épandages en bandes avec des épandeurs munis de dispositifs d'injection ou de barres d'aspersion et travailler le sol avant ou après l'épandage de manière à réduire les odeurs et à fournir les éléments nutritifs à la culture au moment où elle en a besoin.

SYSTÈMES CULTURAUX

Les cultures de couverture contribuent à atténuer les avertissements associés à l'indice-N. Ces cultures absorbent et retiennent l'azote organique durant la morte-saison, ce qui réduit les quantités d'azote sujettes au lessivage et à la dénitrification.

L'épandage de fumier entre les rangs se fait sur les cultures en croissance. Cette pratique permet de procurer de l'azote aux cultures lorsqu'elles en ont le plus besoin et que les risques de perte sont les plus faibles. Par ailleurs, cette façon de faire est considérée comme une pratique de gestion bénéfique qui atténue les émissions de gaz à effet de serre, lorsque les volumes sont épandus à des doses correspondant aux besoins de la culture.

La rotation des cultures offre encore plus de possibilités pour épandre le fumier.

AUTRES OPTIONS

Chaque exploitation agricole est unique. C'est pourquoi aucune recommandation ne peut convenir à toutes les situations. Voici quelques options qui peuvent être envisagées dans le cadre du programme global de gestion de la ferme.

EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE RÉCEMMENT AGRANDIES

Pour bon nombre d'exploitations d'élevage qui viennent de prendre de l'expansion, les volumes de fumier à épandre sont considérables. Auparavant, le fumier était toujours épandu dans les champs de maïs, juste avant les semis.

Or, presque partout en Ontario, la marge de manœuvre pour semer le maïs, sans nuire aux rendements, est étroite. Généralement, les champs sont trop humides (compactage) et la plupart des producteurs sont alors très occupés — c'est sans doute la période de l'année où le temps est le plus précieux. Les doses d'épandage risquent donc d'être plus élevées dans les champs situés près des installations d'entreposage.



4

SOLUTIONS DE RECHANGE

Il est parfois nécessaire d'accepter certains compromis afin de mieux répartir la charge de travail et de tenir compte de l'état des champs, même au détriment de la disponibilité des éléments nutritifs. Les solutions qui suivent ne sont peut-être pas les meilleures d'un point de vue économique (comme l'épandage de fumier sur des légumineuses) et ne contribuent pas nécessairement à faire en sorte que les éléments nutritifs soient le plus disponibles pour la culture (p. ex. épandage au printemps comparé à l'automne). Les options suggérées, par contre, permettent de répartir la charge de travail et d'épandre du fumier dans tous les champs au cours de la période de rotation.

Début du printemps

Blé d'automne — Épandre le fumier liquide (si possible avec un boyau traîné) en même temps qu'on appliquerait l'azote commercial. Ainsi, on réduit le compactage, et l'incorporation se fait mieux, de manière naturelle, si on fait l'épandage sur un sol gelé qui dégèle durant le jour et gèle de nouveau la nuit. Éviter d'épandre en surface sur des pentes abruptes sujettes au ruissellement. Il faut connaître la teneur en azote du fumier et s'assurer que l'épandage est uniforme afin d'éviter la verse. Les variétés de blé vitreux roux sont classées selon leur teneur en protéines (et elles ont des besoins en N plus élevés que les variétés de blé tendre ou blanc). Il est plus facile d'obtenir du blé riche en protéines dans les champs où du fumier a été épandu régulièrement.

Pâturages — Bien souvent, les pâturages ne reçoivent pas d'éléments nutritifs de façon régulière. On peut épandre du fumier dans les pâturages sous les mêmes conditions que pour le blé d'automne. Quand l'épandage se fait plus tard en saison, l'injection dans les sillons réduit la contamination des nouvelles pousses.

Canola — Le canola a des besoins élevés en azote et on le sème en même temps que les céréales de printemps. Le compactage est à surveiller.

Les exploitations d'élevage récemment agrandies doivent parfois gérer un volume supplémentaire de fumier à la période des semis.

Le canola a des besoins élevés en N et contribue à utiliser l'azote du fumier.



Les cultures en rangs, comme le maïs, sont propices à l'épandage en bandes latérales.



Maïs — Le maïs demeure la culture idéale pour l'épandage du fumier. Évaluer d'abord la superficie d'épandage et envisager de semer des variétés hâtives dans ces champs afin de compenser le fait que les semis se feront plus tard; ou alors, prévoir des épandages pour le maïs à ensilage. L'application de fumier en surface peut également se faire après les semis, mais l'azote est alors un peu moins disponible.

Soya — La marge de manœuvre pour semer du soya sans risquer trop de pertes de rendement est plus longue. Les conditions d'épandage sont meilleures lorsque les semis se font un peu plus tard. Des doses d'épandage trop élevées,

cependant, peuvent donner des plants plus hauts et plus denses qui sont plus vulnérables à la verse et à la moisissure blanche. Demander au fournisseur de semences des variétés courtes et peu buissonnantes ou des variétés qui présentent une certaine résistance à la moisissure blanche.

Céréales de printemps — Il n'est pas recommandé d'épandre du fumier sur les céréales de printemps, dans le sud-ouest de l'Ontario. Étant donné que les quantités d'azote requises sont très faibles (35 lb), les risques de verse sont importants si l'épandage n'est pas uniforme ou si les doses sont trop élevées. Il est toutefois possible d'épandre du fumier dans les régions de la province où les doses d'azote recommandées sont plus élevées dans les céréales de printemps.



L'épandage de fumier sur les céréales de printemps est profitable dans les régions où l'on recommande d'épandre des quantités additionnelles d'azote.

L'épandage de fumier liquide après une récolte de plantes fourragères est plus profitable dans les plus anciens peuplements.



Fin du printemps/ début de l'été

Épandage en bandes dans les cultures déjà levées (lisier de porcs dans le maïs).

Haricots comestibles (haricots de couleur) — Les haricots comestibles sont habituellement semés au début juin lorsque les risques de gel sont passés et que le sol est assez sec. Les haricots de couleur sont des légumineuses et ne nécessitent donc pas d'azote normalement. Toutefois, lorsque le brunissement et la pourriture des racines réduisent les rendements, il est souvent recommandé d'appliquer de 40 à 60 lb d'azote. Ne pas oublier que des doses trop élevées d'azote provenant du fumier pourraient retarder la maturité de la culture.

Après la récolte de plantes fourragères — Épandre après soit la première, la deuxième ou la troisième coupe, aussi près que possible de la récolte, avant la repousse. Utiliser des doses inférieures à 4000 gal/ac (50–75 lb d'azote ammoniacal) afin de réduire les risques de brûlures associées à l'excès d'azote. Les épandages sont le plus profitables dans les plus anciennes parcelles de plantes fourragères riches en graminées (les graminées ont besoin de plus d'azote que les légumineuses) et dans celles où les dommages au collet causés par la machinerie seront moindres. L'irrigation avec des liquides contenant peu de matière sèche (< 1 %) est également possible et cette pratique procure aux deuxième et troisième pousses l'humidité dont elles ont grand besoin.

Fin de l'été et à l'automne

Après la récolte de blé — Dans les argiles lourdes qui deviennent facilement compactées, c'est la période idéale pour épandre des matières nutritives. Le blé est une culture intéressante pour les rotations puisqu'on peut y épandre du fumier. Sa culture permet de répartir la charge de travail, car cela simplifie les épandages dans les champs éloignés des structures d'entreposage (une fois tous les trois ans, parfois à des doses plus élevées). Les cultures de couverture réduisent l'effet du lessivage de l'azote (indice-N).

Cultures de couverture — Ces cultures conviennent bien à l'épandage d'automne. L'avoine, l'orge, le radis oléagineux, le navet, le mélange avoine-seigle, le trèfle rouge et les pois sont de bonnes plantes couvre-sol car elles absorbent l'azote et le retiennent sous sa forme organique jusqu'au printemps. Certaines de ces cultures vont libérer leurs éléments nutritifs avant ou après le moment auquel la culture suivante en a besoin. Le trèfle rouge semble libérer son azote au moment où le maïs en a besoin.

Début de l'automne, après la récolte de maïs à ensilage — Lorsque le sol est sec, avant le pic de la récolte de soya et de maïs. La perte d'éléments nutritifs et le compactage peuvent être réduits au minimum.

Luzerne à enfouir — Pratique souhaitable surtout lorsque le maïs fait suite à la luzerne. Cette pratique est répandue parce que le sol est plus sec à cette période et en raison de la souplesse qu'elle donne à la charge de travail. Il ne faut pas oublier que si l'engrais vert renferme une grande part de légumineuses, celles-ci pourraient fournir 100 lb d'azote en plus de l'azote du fumier; il faudra donc réduire les épandages de fumier en conséquence.

Avant les semis de blé d'automne — Cette pratique est probablement plus profitable après une récolte de haricots comestibles qu'une récolte de soya puisque, souvent, le semoir passe dans le champ après la moissonneuse de soya. La machinerie servant à épandre du fumier après la levée du blé risque de causer des dommages à cette culture.

Après la récolte de maïs et de soya — Plus le fumier est épandu tard l'automne, lorsqu'il fait plus frais, moins les pertes d'azote par volatilisation et lessivage sont élevées.

Les épandages en hiver ne devraient jamais être prévus dans un plan de gestion, mais ils peuvent être acceptables dans le cadre d'un plan d'urgence.



Épandre le fumier au début de l'automne après la récolte de maïs à ensilage afin de réduire les risques de compactage.

SURFACES DE TERRE REQUISES SELON LES DISTANCES DE RETRAIT

Si les superficies d'épandage sont limitées, tenter de garder la teneur en P en deçà de 30 ppm (selon les analyses de sol) de manière à ce que l'indice-P ne devienne pas un déclencheur d'avertissement. Lorsque les analyses de sol indiquent que la teneur en P est déjà supérieure à 30 ppm, considérer la superficie à proximité des eaux de surface comme une section distincte afin de ne pas épandre des doses trop faibles dans le reste du champ. Observer les champs pendant les précipitations ou la fonte des neiges afin de repérer l'endroit où l'eau pénètre dans le cours d'eau, et éviter d'épandre du fumier dans ces zones. Incorporer le fumier, l'injecter ou travailler la terre au préalable afin de faciliter les épandages à proximité des cours d'eau.

ÉTUDE DE CAS

Le tableau qui suit présente une interprétation de certaines causes d'avertissements, dans l'exploitation étudiée, et examine des stratégies de rechange qui permettraient de résoudre les problèmes et d'améliorer le plan de gestion des éléments nutritifs. Les modifications doivent évidemment être réalisables et convenir à la gestion globale de l'exploitation.

MODIFICATIONS POSSIBLES POUR LA PROCHAINE SAISON (pour répondre aux avertissements)

RÉSULTATS

Ne pas utiliser d'engrais de démarrage — épandre des doses additionnelles d'azote sous forme de véhiculant dans l'herbicide

- Permet d'épandre davantage de fumier (plus de 1000 gal/ac) en fonction de la teneur en P_2O_5
- Élimine l'avertissement associé à l'indice-N pour les épandages de fumier à l'automne, puisque les quantités d'azote au-delà des prélèvements de la culture sont réduites

Réduire les doses d'épandage de fumier dans le maïs de 7000 à 6000 gal/ac

- Réduit de 36 lb les quantités de phosphore qui excèdent le prélèvement des cultures et élimine l'avertissement associé au bilan *Apports moins prélèvements* pour le P_2O_5
- Élimine l'avertissement associé à l'azote pour les doses supérieures à 200 lb/ac

Privilégier le travail réduit du sol au lieu de l'utilisation de la charrue à versoirs et ne pas labourer dans le sens de la pente, mais en contre-pente; la longueur de la pente doit être de 800 pieds

- Fait passer l'indice-P de 36 à 22 dans le champ sud
- Abaisse de 100 pieds la distance minimale de retrait pour la valeur de l'indice-P

Reconnaître qu'il faut davantage de superficies d'épandage

- Indique que l'on devrait chercher des voisins intéressés par une convention d'épandage.

Field/Section Information (Fall 2004 – Fall 2005: Farm 1, south field, All)

GeneralPropertiesCropping/TillageFertilizerManure/P.Mat'lBalanceEconomicHeavy Metal

AGRONOMIC NUTRIENT BALANCE

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Commercial Fertilizer:	0	0	0
Nitrogen Credit:	18		
This Season's Manure:	162	61	104
Production Requirements:	-165	0	0
Agronomic Balance:	15	61	104

Add Fertilizer [to meet agronomic requirements]

CROP REMOVAL BALANCE

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Field Inputs:	18	0	0
This Season's Manure:	162	122	104
Crop Removal:	-108	-55	-38
Crop Removal Balance:	73	67	66
Nutrient Indices:	4.0	22	

N-Index

P-Index

APPLICATION RATES

Description	Applied Date	Type	Rate	Applied [N,P,K]	Surface Water
Manure App 3	20-May-2005	spring	6000 gal/ac	162,61,104 lb/ac	100 ft

Bilan agronomique et bilan Apports moins prélèvements après analyse (étape 3) dans le champ sud (2004-2005)

Field/Section Information (Fall 2004 – Fall 2005: Farm 1, north field, All)

General

Properties

Cropping/Tillage

Fertilizer

Manure/P.Mat'l

Balance

Economic

Heavy Metal

AGRONOMIC NUTRIENT BALANCE

CROP REMOVAL BALANCE

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Commercial Fertilizer:	50	0	0
Nitrogen Credit:	9		
This Season's Manure:	107	61	110
Production Requirements:	-165	0	0
Agronomic Balance:	1	61	110

Add Fertilizer [to meet agronomic requirements]

[lb/ac]	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Field Inputs:	59	0	0
This Season's Manure:	107	122	110
Crop Removal:	-108	-55	-38
Crop Removal Balance:	58	67	73
Nutrient Indices:	5.0	23	

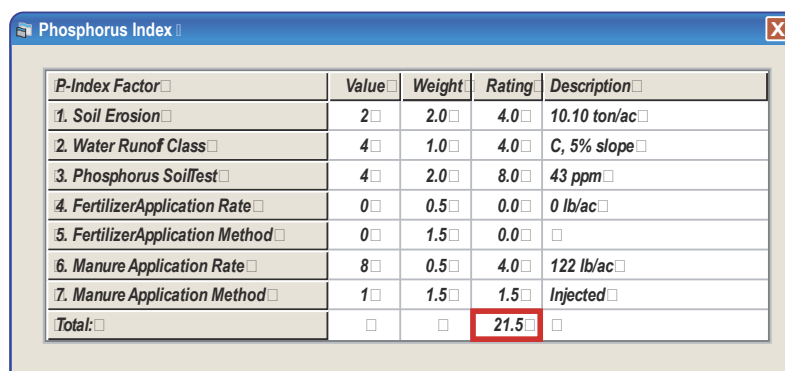
N-Index

P-Index

APPLICATION RATES

Description	Applied Date	Type	Rate	Applied [N,P,K]	Surface Water
Manure App 1	24-May-2004	fall	6000 gal/ac	107,61,110 lb/ac	N/A
Fert App 2	01-May-2005	28-0-0	14.0 gal/ac	50,0,0 lb/ac	N/A

Bilan agronomique et bilan Apports moins prélèvements après analyse (étape 3) dans le champ nord (2004-2005)



P-Index Factor	Value	Weight	Rating	Description
1. Soil Erosion	2	2.0	4.0	10.10 ton/ac
2. Water Runoff Class	4	1.0	4.0	C, 5% slope
3. Phosphorus SoilTest	4	2.0	8.0	43 ppm
4. FertilizerApplication Rate	0	0.5	0.0	0 lb/ac
5. FertilizerApplication Method	0	1.5	0.0	
6. Manure Application Rate	8	0.5	4.0	122 lb/ac
7. Manure Application Method	1	1.5	1.5	Injected
Total			21.5	

Champ sud (2004-2005) après analyse (étape 3)

Réduction de l'indice-P

L'indice-P peut être réduit de plusieurs manières :

- en privilégiant le travail réduit du sol et l'utilisation d'un paillis plutôt que le recours à la charrue à versoirs;
- en travaillant le sol en contre-pente plutôt que dans le sens de la pente;
- en vérifiant que la pente mesure vraiment 800 pieds (ne pas se contenter d'une approximation);
- en épandant 6000 gal/ac au lieu de 7000;
- en évitant d'utiliser tout engrais de démarrage.

Ces modifications permettent de faire passer l'indice-P de 37 à 21,5. Cela représente une distance de retrait de 43 pieds par rapport à l'eau de surface, et de 100 pieds dans le cas du P_2O_5 . Pour combler les prélèvements de P_2O_5 par la culture, on pourra épandre un peu moins de 3000 gal/ac de fumier à une distance variant de 45 à 100 pieds de l'eau de surface.

Les superficies détenues par l'exploitation agricole décrite dans l'exemple sont insuffisantes pour l'épandage du fumier produit. On peut alors envisager les solutions suivantes :

- acheter des terres;
- louer des terres;
- conclure des conventions d'épandage (ou de cession, conformément au logiciel NMAN);
- conclure une convention de courtage pour faire transporter le fumier à un autre endroit (plus fréquent dans le cas du fumier solide).

Lorsque les superficies requises excèdent les superficies détenues, envisager d'autres possibilités, par exemple :

parcourir la distance et expédier le fumier vers d'autres terres

- tenir compte toutefois du surcroît de temps, de carburant et de coûts pour transporter l'eau contenue dans le fumier liquide, de l'usure des routes et des odeurs;
- faire en sorte que le fumier le plus concentré soit celui qui est transporté le plus loin, afin d'abaisser les coûts de manutention par unité d'élément nutritif.

examiner la concurrence pour la location des superficies et les conventions d'épandage.

Le propriétaire de l'exploitation étudiée dans l'exemple a communiqué avec ses voisins. Ils ont convenu de signer une convention d'épandage.

MODÈLE DE CONVENTION D'ÉPANDAGE DE FUMIER

INFORMATION SUR LE PRODUCTEUR DE FUMIER

Raison sociale de l'entreprise productrice de fumier : Antonio Lefort Ltée
 Nom du producteur de fumier : M. Antonio Lefort
 Adresse : R.R. n° 2, 540 Concession 10
Ma Ville, Ont. NON ONO
 Téléphone : 555-555-1234

INFORMATION SUR LE PROPRIÉTAIRE DU BIEN-FONDS DESTINATAIRE DU FUMIER

Raison sociale de l'entreprise qui reçoit le fumier : Les Entreprises Lecompte Ltée
 Nom officiel du destinataire du fumier : M. Richard Lecompte
 Adresse : R.R. n° 2, 555 Concession 10,
Ma Ville, Ont. NON ONO
 Téléphone : 555-555-9876

INFORMATION SUR LA CONVENTION :

Durée de la convention : 3 ans
 Date d'entrée en vigueur : 1^{er} septembre 2006
 Date d'échéance : 31 août 2009

La présente convention entre les parties susmentionnées permet d'inclure les champs suivants dans la Déclaration d'unité agricole de l'exploitant et d'y épandre du fumier aux termes du plan de gestion des éléments nutritifs de l'unité agricole.

Énumérer chaque champ ou section visé par la présente convention.

Champ/Section	Lot	Concession	Canton	Comté	Superficie cultivable	Numéro de rôle
Champ nord	13	10	Mon canton	Mon comté	25	355335555003555
Champ sud	13	10	Mon canton	Mon comté	35	355335555003555

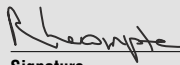
Je, Richard Lecompte (propriétaire du bien-fonds), autorise Antonio Lefort (producteur de fumier), à déclarer les terres indiquées ci-dessus comme faisant partie de l'unité agricole visée par le plan ou la stratégie de gestion des éléments nutritifs pour la durée de la présente convention.

J'autorise également l'exploitant autorisé de l'unité agricole à prélever des échantillons de sol sur le bien-fonds indiqué afin de connaître les conditions du sol. J'accepte par ailleurs que le bien-fonds identifié dans la présente convention ne serve pas à l'épandage d'autres matières prescrites provenant d'une autre exploitation, y compris la mienne (le cas échéant), pendant la durée de la présente convention.

J'accepte de plus que le fumier visé par la présente convention soit épandu conformément au plan de gestion des éléments nutritifs qui s'applique à l'unité agricole dont le bien-fonds fait partie.

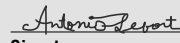
Un plan d'urgence en cas de déversement a été élaboré et entièrement revu par les deux parties.

Richard Lecompte
 Propriétaire du bien-fonds


 Signature

31 mars 2006
 Date

Antonio Lefort
 Exploitant de l'unité agricole
 ou son mandataire


 Signature

31 mars 2006
 Date

C. Clair
 Témoin


 Signature

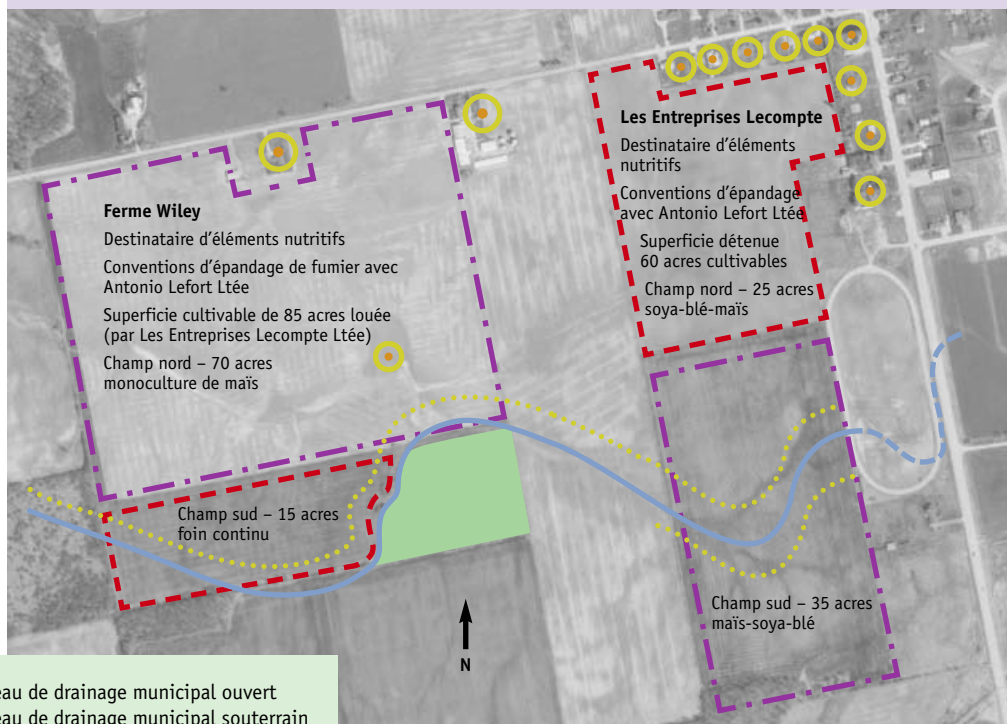
31 mars 2006
 Date

Nota : Une autorisation d'utiliser ces bien-fonds doit être donnée par tous les propriétaires énumérés sur les titres de propriété.

Pour plus d'information sur les conventions de cession et de courtage d'épandage de fumier et des exemples de convention, consulter la fiche technique du MAAARO sur les conventions de cession, de courtage et d'épandage de fumier, AGDEX 720/538.

On trouvera ci-dessous une carte du champ pour les deux fermes voisines. Le champ des Entreprises Lecompte est situé à l'est de l'exploitation qui fait l'objet de l'étude de cas. La ferme Wiley est située directement à l'ouest.

CARTE DU CHAMP POUR LES CONVENTIONS D'ÉPANDAGE



Dispositions de la convention d'épandage permettant de gérer le fumier restant produit par l'exploitation à l'étude.

Étape 5. PRENDRE DES DÉCISIONS

À l'étape 3, qui portait sur le logiciel NMAN du PGEN, nous avons passé en revue la plupart des analyses prévues. À l'étape 4, Interpréter les résultats, nous avons élaboré des solutions visant à corriger les problèmes révélés par les analyses.

Il faut maintenant prendre des décisions. L'objectif premier de cette étape est de déterminer l'influence des taux d'épandage prescrits, compte tenu de toutes les autres variables ayant un effet sur l'opération. Les décisions consignées au PGEN doivent toucher tous les aspects de la gestion du bétail et des cultures.

Théoriquement, le plan de gestion des éléments nutritifs peut se tenir. Cependant, la mise en œuvre des décisions et l'efficacité du plan supposent une infrastructure adéquate et la disponibilité des ressources. Le travail peut-il être réalisé — compte tenu des contraintes liées à la température, à la main-d'œuvre et à la période de l'année?

Certaines décisions, bien qu'elles ne fassent pas partie intégrante du plan, sont tout de même très importantes aux fins de son exécution. Le tableau ci-dessous donne des exemples de questions ou préoccupations soulevées dans le cadre de l'étude de cas à la ferme.

La décision finale prendra en compte le besoin de nouveau matériel d'épandage, s'il y a lieu.

FERME PRISE EN EXEMPLE

QUESTION OU PRÉOCCUPATION

ÉLÉMENTS PRIS EN COMPTE POUR LA DÉCISION

Si la composition des rotations est modifiée, les aliments produits seront-ils suffisants?

- L'ajout de blé et de soya accroît le rendement général moyen du maïs
- Est-il possible d'incorporer du blé dans la rotation?
- Il faut acheter davantage de maïs pour combler les besoins nutritionnels (c'était déjà prévu, compte tenu des dimensions réduites des terres)

Avec une citerne de 3 000 gallons qui épand sur une largeur de 30 pi et un tracteur de 175 HP, est-il possible d'effectuer l'épandage printanier de 138 000 gallons de fumier en une semaine?

- Il faut prévoir environ 50 chargements
- Il faut compter en moyenne 20 minutes entre deux chargements
- Il faut donc 17 heures (environ 2 jours) pour faire l'épandage du fumier au printemps
- Il faut prévoir 8 heures/jour pour le travail au champ — le reste du travail est effectué dans l'étable

L'exploitant qui doit recevoir du fumier d'un producteur en vertu d'une entente de gestion de l'épandage de fumier peut-il s'attendre à ce que le producteur en fasse lui-même l'épandage?

- Les Entreprises Lecompte Ltée — Épandage de 163 000 gal en novembre
- Ferme Wiley — Injection de 350 000 gal en mai
- Environ 120 chargements (5-6 jours)
- Recours possible au travail à forfait pour l'épandage de fumier ou l'ensemencement de maïs

Il faut épandre 6 000 gal/ac de fumier dans un champ mesurant 530 m (1 740 pi) de long et 208 m (681 pi) de large, et le couvrir d'une clôture à l'autre

- Au taux de 6 000 gal/ac, un chargement couvrirait environ 700 pi
- Il est conseillé d'épandre un des chargements dans le sens de la largeur plutôt que sur la longueur

Est-il possible d'épandre et d'incorporer le fumier le même jour?

- Il faut utiliser un cultivateur de 25 pi monté sur un tracteur de 125 HP, et engager quelqu'un pour conduire le tracteur
- L'acquisition du cultivateur est admissible dans le cadre du programme d'aide financière du PAE

Les deux éléments suivants sont d'importance capitale dans l'élaboration et la mise en œuvre du PGEN :

- le taux d'application;
- la distance de retrait (de séparation).

La décision de construire ou de rénover une structure d'entreposage de fumier constitue l'un des éléments clés du plan de gestion des éléments nutritifs.



CALCUL DE LA DOSE MAXIMALE DE FUMIER À ÉPANDRE

Les facteurs ci-dessous peuvent imposer une réduction de la dose maximale d'épandage afin d'atténuer les répercussions sur l'environnement :

- la capacité d'absorption du sol — le fumier doit s'infiltrer dans la terre cultivée, et non pas ruisseler en surface;
- les besoins en phosphore — les taux doivent combler les besoins en phosphore du sol cultivé et prendre en compte son accumulation dans le sol;
- les besoins en azote — les taux ne doivent pas combler plus de 75 % des besoins en azote du sol cultivé.

La rubrique qui suit donne des précisions à ce sujet.

CAPACITÉ D'ABSORPTION DU SOL

- Le taux d'épandage doit permettre au fumier liquide de « coller » au sol de surface, sans ruisseler.
- Si le sol se sature rapidement, le fumier ruisselle avant que le taux d'application des éléments nutritifs établi ne soit atteint.
- La capacité des terres cultivables à absorber les liquides s'appelle **charge de liquide** — la **charge maximale de liquide** est le taux maximum de liquide pouvant être épandu avant que le sol devienne saturé et que l'excédent ruisselle.
- La charge de liquide varie en fonction de l'humidité et de la texture du sol, de la classe de drainage ainsi que de l'inclinaison et de la longueur de la pente.
- Le tableau 1, page 80, révèle les risques de ruissellement selon certaines pentes. (Nota : l'épandage n'est pas recommandé si la pente est très inclinée et que le drainage est lent ou très lent).
- Le tableau 2, page 80, précise le taux maximal d'application pour chaque catégorie de potentiel de ruissellement, selon que le fumier est épandu en surface, incorporé au sol, ou épandu sur un sol travaillé au préalable.

TABLEAU 1. POTENTIEL DE RUISSellement

GROUPE HYDROLOGIQUE DE SOL (CLASSE DE DRAINAGE)	PENTE MAXIMALE À MOINS DE 150 m (392 pi) D'UNE EAU DE SURFACE			
	< 3 %	3 À 6 % (excl.)	6 À 9 % (excl.)	9–12 %
A (RAPIDE)	très faible	très faible	faible	élevé
B (MODÉRÉ)	très faible	faible	modéré	élevé
C (LENT)	faible	modéré	élevé	épandage interdit
D (TRÈS LENT)	modéré	élevé	élevé	épandage interdit

Groupe hydrologique de sol — Source : *Guide de drainage de l'Ontario*, publication 29F.

Le groupe A est souvent associé au sable, le groupe B au loam, le groupe C aux loams argileux et le groupe D à une texture argileuse.

TABLEAU 2. TAUX D'APPLICATION MAXIMAL

POTENTIEL DE RUISSellement	ÉPANDU EN SURFACE m ³ /ha (gal/ac)	INCORPORÉ OU ÉPANDU SUR SOL TRAVAILLÉ AU PRÉALABLE m ³ /ha (gal/ac)
ÉLEVÉ	50 (4 450)	75 (6 700)
MODÉRÉ	75 (6 700)	100 (8 900)
FAIBLE	100 (8 900)	130 (11 600)
TRÈS FAIBLE	130 (11 600)	150 (13 400)



Le taux d'épandage ne doit pas dépasser les taux indiqués ci-dessus. Nota : 1 m³ = 1 000 L

Pour améliorer la capacité d'absorption du sol, il est conseillé d'échelonner l'épandage. Planifier les rotations en conséquence.

Voici un exemple de prise en compte du concept de charge de liquide.

Pour épandre en une seule fois 10 000 gal/ac de liquide très dilué (très pauvre en matières nutritives), comme celui provenant d'un ouvrage de retenue des eaux de ruissellement ou du ruissellement d'une installation d'entreposage de fumier de bovins laitiers faite en terre, il serait déconseillé de faire :

- un épandage en surface si le sol est plus lourd que le loam et que la pente est inférieure à 3 %;
- un épandage par injection si le sol est plus lourd que le loam et que la pente est inférieure à 6 %.

Toutefois, deux épandages de 5 000 gal/ac chacun, effectués à au moins 24 heures d'intervalle peuvent être efficaces sur les sols plus lourds comportant une pente plus prononcée, selon l'état du sol.



Pour améliorer la capacité d'absorption :

- ✓ échelonner l'épandage de fumier liquide — au lieu de l'appliquer en une seule fois;
- ✓ travailler le sol avant l'épandage — pour augmenter la surface d'absorption;
- ✓ épandre du fumier sur des résidus de culture, des cultures de couverture ou des cultures fourragères avant de labourer le sol, pour réduire le ruissellement.

Pour assurer l'épandage de quantités adéquates de fumier liquide :

- ✓ évaluer les besoins d'amendement du sol;
- ✓ régler la machinerie de façon à respecter le taux d'épandage établi;
- ✓ observer le champ traité dans les 30 minutes suivant l'épandage — en cas de ruissellement en surface ou d'écoulement dans les drains agricoles, réduire le taux d'épandage.

Travailler le sol avant
l'épandage pour améliorer
le taux d'infiltration
du fumier.



Incorporer du fumier à
des résidus de culture
pour accroître la
capacité d'absorption
du sol.

Au moment de déterminer le taux d'épandage, il faut se rappeler que le **phosphore** non absorbé par les cultures reste dans le sol et s'y accumule. Veiller à ce qu'aucun phosphore excédentaire ne s'accumule au fil du temps, en particulier dans les zones vulnérables à l'érosion.

Au moment de déterminer l'apport en **azote** requis, il faut se rappeler que les nitrates migrent et que, s'ils ne sont pas *rapidement* absorbés par les cultures, ils se volatilisent dans l'air ou rejoignent les eaux souterraines. Il est recommandé de ne pas combler plus de 75 % des besoins en azote à l'aide de fumier. Compléter l'apport au moyen d'engrais minéraux azotés, pour les motifs suivants :

- la libération de l'azote de source organique est subordonnée à la température; si la saison est plutôt fraîche et pluvieuse, l'azote organique disponible risque d'être insuffisant, au moment voulu, pour assurer une croissance et un rendement optimaux;
- l'application du fumier manque souvent d'uniformité, de sorte que certaines parties du champ n'en reçoivent pas assez pour combler les besoins des cultures — l'épandage uniforme d'engrais azotés commerciaux contribue à améliorer le rendement global des zones non couvertes par l'épandeur;
- la réduction du taux d'épandage de l'azote provenant du fumier réduit également l'apport en phosphate et en potassium — si l'apport de P est inférieur aux recommandations courantes, épandre le fumier de manière à combler les besoins en P, en autant que cela n'entraîne pas un dépassement de l'apport N recommandé.

Si le fumier est épandu en rotation (c.-à-d. aux trois ans) ou sur des cultures de légumineuses telles que les plantes fourragères ou le soya, l'épandage ne doit pas excéder le P total prélevé par la rotation *ni* l'apport de N recommandé de 200 lb/ac.



Les distances de retrait des épandages de fumier doivent prendre en compte toutes les sources d'eau de surface, y compris les prises d'eau de surface.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE DE RETRAIT DES ÉPANDAGES

La distance de retrait des épandages doit prendre en compte toutes les sources d'eau de surface, y compris les prises d'eau de surface telles que les bassins de retenue.

L'aménagement de zones tampon de végétation assure une distance de retrait optimale par rapport aux eaux de surface. Plus les bandes tampon sont larges, plus elles sont efficaces pour empêcher les éléments nutritifs et les agents pathogènes de se retrouver dans l'eau. Les bandes tampon de végétation servent à de nombreuses fins, notamment pour la stabilisation des berges et le filtrage des sédiments.

Pour de plus amples renseignements au sujet des zones tampons de végétation, voir le fascicule *Bandes tampons (BMP-15F)* de la série *Les pratiques de gestion optimales*.

Les deux méthodes décrites ci-après permettent d'assurer les distances de retrait recommandées entre les surfaces recevant du fumier et les eaux de surface. La méthode la plus appropriée sera déterminée en fonction de la teneur P révélée par les analyses de sol.

CONTAMINATION POTENTIELLE DES EAUX DE SURFACE PAR LE RUISSELLEMENT DU FUMIER

Le fumier contient des éléments nutritifs et des organismes pathogènes qui ne doivent pas se mêler aux eaux de surface. La distance requise entre les cours d'eau et les surfaces recevant du fumier est fonction de différents facteurs : la capacité d'absorption du sol au moment de l'épandage, l'inclinaison de la pente aux abords du cours d'eau, la texture du sol, le genre de fumier, la méthode d'application et les quantités épandues.

Si le fumier est incorporé au sol quelques jours avant l'ensemencement, la distance de retrait requise n'est pas aussi grande que si l'épandage est effectué en surface tôt au printemps (en supposant une pente et une texture similaire). Si les eaux de surface se déversent dans un cours d'eau sous forme d'écoulement concentré, il est plus logique d'englober la voie d'écoulement dans la distance de retrait plutôt que de conserver la même largeur le long du cours d'eau.

La méthode suivante fournit des indications générales quant à la distance à prévoir entre les cours d'eau (y compris les prises d'eau de surface) et les épandages de fumier. Il convient, bien entendu, de prendre en compte les caractéristiques des lieux au moment de l'épandage.



L'aménagement de zones tampons est un moyen efficace d'empêcher le sol, les éléments nutritifs et les organismes pathogènes de se mêler aux eaux de surface. Plus la bande tampon est large, plus elle est efficace.

Pour déterminer les risques de contamination des eaux de surface par le ruissellement du fumier, voir les cotes de potentiel de ruissellement précisées au tableau de la page 80. Déterminer ensuite la distance de retrait recommandée entre les eaux de surface et l'épandage de fumier, selon la cote, au moyen du tableau ci-dessous.

DISTANCES DE RETRAIT MINIMALES À RESPECTER PAR RAPPORT À UNE EAU DE SURFACE POUR ÉVITER LE RISQUE DE CONTAMINATION* PAR LE RUISSÈLEMENT DE FUMIER LIQUIDE OU SOLIDE

DISTANCE MINIMALE DE RETRAIT (avec la zone tampon établie)

RISQUE DE RUISSÈLEMENT	ÉPANDAGE EN SURFACE		INCORPORATION OU SOL TRAVAILLÉ AU PRÉALABLE	
	LIQUIDE	SOLIDE	LIQUIDE	SOLIDE
ÉLEVÉ	30,5 m (100 pi)	15,2 m (50 pi)	18,3 m (60 pi)	9,1 m (30 pi)
MODÉRÉ	22,9 m (75 pi)	13 m (43 pi)	13,7 m (45 pi)	6,1 m (20 pi)
FAIBLE	15,2 m (50 pi)	13 m (43 pi) *	9,1 m (30 pi)	4,6 m (15 pi)
TRÈS FAIBLE	13,0 m (43 pi) *	13 m (43 pi) *	3,0 m (10 pi)	3,0 m (10 pi)

* Les distances de séparation recommandées quand il y a incorporation de fumier peuvent être appliquées aussi à l'épandage sans incorporation à condition que celui-ci soit fait sur une culture en croissance ou sur un sol dont plus de 30 % de la surface est couverte de résidus.

Des bandes tampons de végétation d'une largeur d'au moins 3 mètres (10 pi) doivent être installées entre l'eau de surface et les champs où des éléments nutritifs sont épandus.

NOTA : Le NMAN calcule les distances de retrait pour chaque champ et signale les problèmes décelés au moyen d'un avertissement rouge.

L'analyse de sol révèle une teneur en phosphore faible (< 30 ppm)

Si l'analyse du sol révèle une teneur P < 30 ppm, l'apport P sera limité à la quantité prélevée par la culture, augmentée de 78 kg/ha (70 lb/ac), pour favoriser l'accumulation en phosphore prévue. La distance de retrait du fumier doit être respectée, et l'épandage de phosphore provenant d'engrais commerciaux est également autorisé.

L'analyse de sol révèle une teneur en phosphore assez élevée (> 30 ppm)

Déterminer les distances de retrait à l'aide de l'indice-P et en fonction du risque de contamination des eaux de surface au moment de l'application de phosphore — qu'il provienne de fumier ou d'un engrais commercial. L'indice-P peut également servir d'outil de gestion aux fins de la détermination des moyens à prendre pour réduire le risque de ruissellement du phosphore. L'effet conjugué d'une forte teneur en P et d'un haut risque d'érosion du sol donne lieu à un indice-P plus élevé.

Pour déterminer l'indice-P visé selon les caractéristiques du champ, consulter le *Cahier de gestion des éléments nutritifs* (publication 818F), la fiche technique sur la détermination de l'indice-phosphore dans un champ, ou le *Guide agronomique des grandes cultures* (publication 811F) du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

Envisager la culture en bandes pour réduire l'indice-P.



Noter les distances de retrait recommandées selon l'indice-P, dans le tableau ci-après.

LIMITE D'ÉPANDAGE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS SELON L'INDICE-P ET LA DISTANCE QUI SÉPARE LA TERRE CULTIVABLE D'UNE EAU DE SURFACE AVOISINANTE

INDICE-P	< 3 m (< 10 pi)	3–30,5 m (10–100 pi)	> 30,5–61 m (> 100–200 pi)	> 61 m (> 200 pi)
FAIBLE (< 15)	aucun épandage	prélèvements par la culture	aucune restriction	aucune restriction
MOYEN (15–30)	aucun épandage	prélèvements par la culture	aucune restriction	aucune restriction
ÉLEVÉ (31–50)	aucun épandage	prélèvements par la culture	prélèvements par la culture	aucune restriction
TRÈS ÉLEVÉ (> 50)	aucun épandage	aucun épandage	prélèvements par la culture	prélèvements par la culture

Nota : Si la combinaison distance de retrait et indice-P restreint l'épandage des éléments nutritifs, examiner la possibilité de modifier les pratiques de gestion (taux d'épandage, techniques d'application, pratiques de conservation des sols et de l'eau) pour abaisser l'indice-P.

Étape 6. PASSER À L'ACTION

Le temps est venu de mettre en pratique le plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN). Il ne sera peut-être pas suivi à la lettre, en raison notamment de circonstances imprévues ou de changements de conditions. On dispose tout de même de balises claires qui définissent l'utilisation des éléments nutritifs sur l'exploitation et d'une voie menant aux objectifs fixés au début du processus. Il faut maintenant :

- mettre le plan par écrit ou l'imprimer s'il a été élaboré sur ordinateur;
- passer en revue chaque étape du plan, en compagnie du conseiller qui, le cas échéant, a préparé le plan ou aussi de toute autre personne qui participe à l'exploitation de la ferme;
- garder le plan dans un endroit facile d'accès pour consultation ultérieure;
- prioriser les actions à mettre en œuvre et s'assurer que les ressources nécessaires seront disponibles au moment voulu (p. ex. communiquer avec la personne qui fera l'épandage à forfait).

Il n'existe pas deux exploitations agricoles qui soient identiques. Il n'y a donc pas de recommandation simple applicable à toutes les exploitations.

Pour assurer un épandage adéquat, il faut prendre en compte les facteurs suivants :

- les besoins des cultures,
- l'état des terres,
- la météo,
- la saison,
- les inquiétudes des voisins.



L'exploitant devrait demander à son conseiller sur le PGEN d'examiner en détail avec lui les opérations prévues dans le plan.

PLANIFICATION DE L'ÉPANDAGE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



Régler l'épandeur pour s'assurer d'épandre la dose prévue.

S'assurer que le matériel d'épandage est adapté au système de stockage et de manutention

Combien de jours sont disponibles pour l'épandage du fumier — que ce soit entre la récolte et l'hiver ou entre la fonte des neiges et l'ensemencement du printemps? Combien de jours seront nécessaires, compte tenu du nombre de chargements qu'on peut épandre en une journée?

Régler l'épandeur à fumier

Souvent négligé, le réglage du matériel d'épandage est une étape incontournable dans l'épandage aux doses recommandées d'éléments nutritifs sur les cultures.

Pour s'assurer d'épandre des doses appropriées de fumier et d'engrais commerciaux, il faut aussi faire analyser le sol et le fumier et avoir un plan de gestion des éléments nutritifs.

Beaucoup d'agriculteurs estiment encore la quantité de fumier épandu sur un champ selon le nombre de chargements et la capacité de chargement de l'épandeur. Bien qu'un tel calcul constitue un bon point de départ, il ne prend pas en compte le manque probable d'uniformité de l'épandage, les variations de densité des fumiers ou la conformité du chargement au volume spécifié par le fabricant de l'épandeur.



Dans le tableau ci-dessous, on trouvera une estimation des densités de fumier, afin de convertir le volume de l'épandeur en poids de fumier. À noter qu'il serait plus juste de peser plusieurs chargements ordinaires de fumier et d'utiliser ces poids dans les calculs.

Pour évaluer la quantité de fumier épandue, il ne suffit pas de compter le nombre de chargements épandus.

DENSITÉS DE DIFFÉRENTS TYPES DE FUMIER

TYPE DE FUMIER	POIDS PAR PIED CUBE (LB)	POIDS PAR BOISSEAU (LB)
FUMIER LIQUIDE	62,4	80
FUMIER SEMI-LIQUIDE	60	76
FUMIER SOLIDE MI-ÉPAIS	50	64
FUMIER SOLIDE ÉPAIS	35	45
LITIÈRE SÈCHE DE VOLAILLE	25	30

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la dose d'épandage. Une méthode rapide pour le fumier solide consiste à peser la quantité épandue sur une feuille de plastique au passage de l'épandeur. Pour le fumier liquide, utiliser un seau à parois verticales au lieu d'une feuille de plastique. Le tableau ci-dessous montre comment calculer les doses d'épandage en fonction des poids enregistrés.

De nouvelles méthodes sont actuellement proposées pour mesurer rapidement et précisément la quantité de fumier épandu. Par exemple, on trouve sur le marché des débitmètres en ligne qui indiquent en gal/h la dose de fumier liquide au fur et à mesure qu'il est épandu. Grâce à la technologie GPS, les données du débitmètre peuvent être associées à des données sur la largeur d'épandage et la vitesse d'avancement pour connaître instantanément le nombre de gallons épandus sur un acre.

RÉGLAGE DES ÉPANDEURS À FUMIER			
FUMIER SOLIDE. Réglage à l'aide d'une feuille de 40 po x 48 po (sac à moulée ouvert)		FUMIER LIQUIDE. Réglage à l'aide d'un seau à parois verticales	
FUMIER PAR FEUILLE (lb)	DOSE (t. imp./ac)	HAUTEUR DANS LE SEAU (po)	DOSE (gal/ac)
1	1,6	1/10	2 265
2	3,2	1/8	2 825
3	4,8	1/4	5 650
4	6,4	1/3	7 550
5	8,0	3/8	8 500
7	11,2	1/2	11 325
10	16	5/8	14 150
15	24	3/4	17 000
20	32	1	22 650

Conversions :

De gal imp. en gallons U.S., multiplier par 1,201

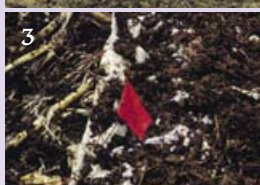
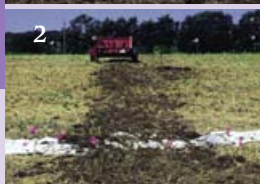
De gal imp./ac en L/ha, multiplier par 11,2



On peut aussi régler un épandeur à fumier liquide en pesant le fumier puis en suivant la méthode qui utilise des feuilles de plastique. Si on a recours à un seau circulaire à parois verticales, calculer sa superficie depuis le rebord intérieur. La superficie du seau est égale à πr^2 (3,1417 X le carré du rayon) — on suppose qu'un gallon de fumier liquide pèse 10 lb.

Réglage des épandeurs à fumier liquide

1. Placer des seaux à parois verticales sur le parcours de l'épandeur.
2. Mesurer la hauteur du fumier recueilli dans les seaux, en pouces. Faire la moyenne.
3. Se référer au tableau de la page 87 pour estimer la dose épandue.



Réglage des épandeurs à fumier solide

1. Étendre des feuilles de plastique (40 po x 48 po) sur l'aire d'épandage.
2. Faire l'épandage sur cette aire à vitesse normale.
3. Recueillir les feuilles et les peser. Faire la moyenne.
4. Se référer au tableau de la page 87 pour estimer la dose épandue en tonnes impériales à l'acre.

Pour plus de renseignements, consulter la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario sur le réglage du matériel d'épandage de lisier. Elle contient des équations pour calculer la vitesse d'avancement en fonction de la dose désirée, de la largeur d'épandage et du temps nécessaire pour épandre un chargement. Voir aussi le fascicule de la série Les pratiques de gestion optimales intitulé *Gestion des fumiers*, commande n° BMP-16F.

Il faut vérifier régulièrement les épandeurs à fumier pour s'assurer qu'ils épandent le fumier uniformément et à la dose voulue.

Réglage du matériel d'épandage

1. Évaluer l'uniformité d'épandage des engrais commerciaux au moyen des machines suivantes :

► **Semoirs/planteuses** — La dose épandue devrait être uniforme sur toute la largeur d'épandage.

► **Épandeurs/semoirs à la volée** — Généralement, la dose épandue est élevée immédiatement derrière l'épandeur et diminue progressivement plus on s'en éloigne.

▷ Si les doses épandues manquent d'uniformité, consulter le manuel de l'épandeur pour régler celui-ci.

2. Déterminer la largeur réelle d'épandage

► Semoirs/planteuses — La largeur réelle d'épandage correspond à la largeur du matériel.

► Pour les machines dont le débit diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de sortie :

▷ La largeur d'épandage est la distance entre les limites droite et gauche de la bande d'épandage, et la dose au centre de la bande représente la moitié de la dose totale.

3. Réglage

► Méthode 1

- ▷ Remplir le matériel jusqu'à un niveau donné;
- ▷ Épandre les éléments nutritifs sur une superficie de un acre;
- ▷ Déterminer la quantité d'éléments nutritifs nécessaires pour remplir à nouveau l'épandeur jusqu'au niveau initial.

► Méthode 2

- ▷ Peser l'épandeur rempli;
- ▷ Épandre les éléments nutritifs sur plusieurs acres;
- ▷ Peser de nouveau l'épandeur;
- ▷ Diviser la différence de poids par le nombre d'acres couverts.

Remarque : On détermine la surface réellement couverte en multipliant la largeur de la bande d'épandage par la distance parcourue.





Si des précipitations sont prévues, retarder l'épandage ou le limiter aux zones où les risques de ruissellement sont faibles.

Surveiller les prévisions météo

Le nombre de jours disponibles pour l'épandage dépend en grande part des conditions climatiques. La météo, conjuguée à l'humidité du sol et aux conditions d'assèchement, influe sur la disponibilité des éléments nutritifs (surtout l'azote). Les prévisions météo sont donc utiles pour planifier les opérations d'épandage de fumier.

D'autres considérations météo à prendre en compte sont la direction du vent (surtout s'il y a des habitations sous le vent), la vitesse du vent (épandage de fumier contenant plus de 1 % de M.S. par un système d'irrigation), l'humidité relative et, bien sûr, la probabilité de précipitations. Ces données devraient être notées au moment de l'épandage (voir la section sur la tenue de dossiers). Les prévisions météorologiques locales ne sont pas toujours fiables, mais elles le sont plus que par le passé.

Il n'est pas rare que la météo prévoit, au printemps, des orages qui ne se produisent pas. Grâce à l'expérience acquise sur la météo, de nombreux agriculteurs arrivent à bien gérer leurs travaux agricoles. Si un orage ou de la pluie sont prévus au moment de l'épandage du fumier, on devrait modifier ses opérations d'épandage en conséquence; p. ex. disposer d'un deuxième tracteur pour incorporer le fumier derrière le citerne d'épandage, dès que les conditions le permettent, plutôt que d'attendre une journée de plus. Dans le cas de cultures sans travail du sol, épandre le fumier dans les parcelles de champ où les risques d'écoulement de surface sont les plus faibles.

Parmi les nombreuses sources de prévisions météorologiques, mentionnons le site de Météo Média, qui donne en français des prévisions adaptées pour l'agriculture. L'adresse du site Web est www.meteomedia.com – cliquer sur « ZoneVerte »).



Les épandages de fumier faits en automne ont une valeur réduite en azote disponible pour les cultures.

ÉPANDAGE HIVERNAL

On est parfois obligé d'épandre du fumier en hiver. C'est le cas lorsque la structure de stockage est trop petite ou qu'elle est pleine avant l'épandage prévu au printemps, en raison de circonstances exceptionnelles.

La difficulté est de trouver où épandre le fumier de manière à réduire au minimum le risque qu'il s'écoule dans des cours d'eau. Lorsqu'on épand du fumier en hiver, il faut prendre en compte les questions suivantes :

- Y a-t-il d'autres structures de stockage disponibles dans le voisinage?
- Y a-t-il une parcelle de terre dans laquelle le fumier pourrait être enfoui sans tarder?
- Si le matériel d'épandage qu'on possède en propre ne convient pas, est-il possible d'engager un entrepreneur pour incorporer le fumier à forfait?
- S'il faut épandre du fumier solide sur la neige, quelles terres sont le moins susceptibles de favoriser le ruissellement vers un cours d'eau?
- A-t-on prévu de doubler les distances de retrait par rapport à un cours d'eau si le fumier est épandu en hiver?

Pour connaître les exigences précises concernant l'épandage en hiver, consulter l'article 48 du Règlement de l'Ontario 267/03, tel que modifié.

Si les champs avoisinent des habitations, on devrait éviter d'office d'y épandre du fumier avant et pendant les fins de semaine et des activités communautaires.

Le bon voisinage : Apaiser les inquiétudes des voisins en les avertissant d'avance de l'intention d'épandre du fumier

Beaucoup d'activités agricoles produisent des odeurs. Ce sont surtout les exploitations d'élevage qui sont la source de différends avec voisins. Malheureusement, ces différends ne sont pas toujours traités de façon constructive. On peut éviter les conflits avec un peu de savoir-faire, quelques compétences et techniques et une bonne attitude.

L'essentiel pour éviter des problèmes est d'avoir un **bon plan**, de faire une **gestion soigneuse** et d'entretenir de **bons rapports avec les voisins**.

Planification du site

En suivant des principes de planification qui prennent en compte les inquiétudes des voisins, il y a moins de risques que l'odeur du bétail devienne un point de contentieux.

Principes à prendre en compte :

- Respecter la formule de distance minimale de séparation.
- Si possible, installer les systèmes et chemins de stockage sous le vent des voisins.
- Dissimuler les structures de stockage — planter des arbres pour enlever la poussière et les particules d'aérosol de l'air et favoriser la dilution.

Pour plus de renseignements, consulter la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario sur la lutte contre les odeurs sur les fermes d'élevage de bétail et de volailles.



Les Kaisers apaisent les inquiétudes de leurs voisins en entretenant de bons rapports avec eux et par une communication ouverte. Ils font de la planification globale et suivent des PGO pour ce qui concerne l'épandage de fumier et d'autres éléments nutritifs.

Éloigner les arbres de 30 m (100 pi) des bâtiments ventilés et de 60 m (200 pi) des bâtiments à ventilation naturelle pour qu'ils ne nuisent pas à la circulation de l'air.

Communication de bon voisinage

Apprendre à connaître les voisins. Faire en sorte qu'ils se sentent assez à l'aise pour discuter librement de leurs inquiétudes. On évitera ainsi le besoin de faire intervenir un tiers. De plus,

- essayer de limiter les épandages de fumier à deux ou peut-être trois par année : plus les odeurs sont perçues fréquemment, plus les risques de plaintes augmentent;
- si possible, incorporer le fumier dès qu'il est appliqué;
- éviter d'épandre le fumier par temps chaud et humide, car les fenêtres des habitations voisines risquent alors d'être ouvertes — les épandages faits le matin sont préférables;
- éviter d'appliquer le fumier pendant les fins de semaine ou juste avant;
- tenir compte de la direction et de la vitesse du vent lorsqu'on épand du fumier à proximité de voisins;
- avertir d'avance les voisins (par téléphone ou par une note dans leur boîte aux lettres) des dates auxquelles on prévoit des épandages de fumier, pour qu'ils puissent agir en conséquence (p. ex. éviter d'étendre leur lessive dehors);
- participer à des activités spéciales dans le voisinage et en organiser (p. ex. un barbecue).

En prenant en compte ces questions, beaucoup d'éleveurs ont gagné le respect et l'appui de leurs collectivités rurales.

Pour plus d'idées, consulter la fiche technique du MAAARO sur la prévention et la résolution de conflits entre voisins agriculteurs et non-agriculteurs.



Les pratiques de gestion optimales pour conserver les éléments nutritifs du fumier, comme l'enfouissement immédiat du fumier ou son épandage pendant les journées fraîches, aident aussi à réduire les odeurs du fumier, ce qui est bon pour les relations de voisinage!

MÉTHODES D'ÉPANDAGE

Il faut prendre en considération certains aspects importants de l'épandage d'éléments nutritifs.

Lorsque l'épandage est confié à un tiers, l'agriculteur devrait passer en revue le plan de gestion des éléments nutritifs avec lui (en particulier les doses d'épandage, les distances de retrait par rapport aux cours d'eau et les particularités des champs en question).

S'il y a lieu, avant d'épandre du fumier liquide, labourer les terres drainées par tuyaux souterrains afin de briser les gros pores du sol et réduire ainsi l'infiltration du fumier dans les drains. On devrait aussi prendre soin de conserver le sol en gardant, par exemple, autant de résidus de cultures, que possible, à la surface du sol.

Incorporer le fumier dans le sol le plus tôt possible après son épandage — de préférence le même jour.

Inspecter les drains pour évaluer la perte éventuelle de fumier. Arrêter l'épandage aussitôt que du fumier s'échappe des sorties de drains.



On devrait épandre le fumier liquide sur une terre préalablement labourée ou l'incorporer immédiatement, afin de réduire la perte d'éléments nutritifs.

PRÉVENTION DE L'ÉCOULEMENT PRÉFÉRENTIEL

Dans le cas d'épandage de fumier sur des sols dotés de drains souterrains, on devrait mettre en œuvre une ou plusieurs des pratiques suivantes :

- Inspecter les drains et prendre les mesures appropriées — cesser l'épandage, boucher les sorties de drains (pendant au moins 72 heures) et enlever l'eau contaminée (p. ex. à l'aide d'une citerne à vide).
- Labourer le sol au préalable pour briser les macropores.
- Utiliser un débit inférieur à 3 600 gallons par acre (40 m³/ha).
- Épandre le fumier liquide ou la matière organique au-dessus d'un drain représentatif et vérifier qu'il ne s'écoule pas par la sortie du drain.
- Retirer les contaminants des effluents de la sortie de drain (p. ex. à l'aide d'un biofiltre ou d'un système de dispersion à structure sandwich).
- Noter que des problèmes pourraient survenir si l'épandage de fumier entraînait l'obstruction de drains par des matières solides de fumier et qu'il pleuvait peu de temps après.
- **Cesser tout épandage immédiatement si l'eau change de couleur** et mettre en œuvre le plan d'urgence.

Étape 7. TENIR DES DOSSIERS

Pour être en mesure de passer en revue un plan et de le modifier, il faut savoir ce qui a été fait. En tenant des dossiers, on redécouvre ce qui s'est effectivement produit.

La tenue de dossiers est déjà un élément important de bien des aspects de la gestion agricole, comme les livres comptables et les registres sur le rendement des cultures et des animaux d'élevage. Elle est aussi utile pour les plans de gestion des éléments nutritifs, notamment pour les raisons suivantes :

- Elle fournit les renseignements nécessaires pour évaluer le plan de gestion des éléments nutritifs et pour vérifier sa compatibilité avec la réalité;
- Elle permet au producteur de rendre des comptes et de démontrer sa diligence raisonnable, en cas de problème ou de remise en question des pratiques mises en œuvre (p. ex. cas de plainte pour nuisance). Si l'on dispose de dossiers montrant ce qui a été fait, il est plus facile de répondre aux questions soulevées et de régler les différends.

On devrait garder le plan de gestion des éléments nutritifs le plus simple possible, tout en conservant en dossier les détails pertinents.

CONTENU DES DOSSIERS

Bien qu'il ne soit pas nécessairement utile de garder en dossier tous les renseignements énumérés ci-dessous, il s'agit du genre d'information qui facilitera la mise à jour du plan de gestion, en permettant d'identifier les pratiques utiles et celles qu'on aurait avantage à améliorer.

PRATIQUES CULTURALES ET AGRONOMIQUES

- Résultats de l'analyse du sol;
- Types d'éléments nutritifs épandus et dates, doses et méthodes d'épandage;
- Dossiers d'analyse du fumier — si le fumier est géré différemment ou des échantillons ont été prélevés à des niveaux différents dans la structure d'entreposage;
- Dossiers sur le réglage du matériel;
- Méthode et dates d'incorporation;
- Conditions météo au moment de l'épandage et de l'incorporation du fumier;
- Bilans des précipitations pour déterminer les écarts d'humidité par rapport à la normale — s'il y a plus de pluie que d'habitude, le fumier sera moins concentré et il faudra donc ajuster en conséquence la dose d'épandage;
- Date, heure et endroit de l'épandage, quantité épandue et distances de retrait;
- Date et heures d'inspection des sorties de drains, y compris les observations (aux dates d'épandage), le cas échéant;
- Factures d'engrais commerciaux montrant le volume épandu et l'heure d'application;
- Type de culture, date des semis et renseignements sur les semis;

La tenue de dossiers permet de figurer le plan de gestion.



- Méthode et date de travail du sol;
- Herbicides utilisés et dates d'épandage;
- Notes d'inspection des lieux;
- Date de récolte;
- Rendement;
- Résultats de comparaisons.

Les systèmes de GPS, surtout lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec des débitmètres, révèlent les endroits où le fumier a été épandu et ceux qui n'en ont pas reçu. Les professionnels qui épandent des engrais commerciaux peuvent épandre ultérieurement des éléments nutritifs aux endroits qui étaient inaccessibles à l'épandeur que possède en propre l'agriculteur.

RENSEIGNEMENTS SUR LE BÉTAIL

- Données sur les aliments pour animaux, surtout pour déterminer les causes de réductions d'éléments nutritifs dans le fumier et pour surveiller ces réductions;
- Inventaire mensuel des animaux d'élevage;
- Inventaire des aliments pour animaux;
- Données sur le regroupement des animaux d'élevage et sur l'alimentation en discontinu;
- Protocole de biosécurité de l'exploitation;
- Volume de fumier produit — des données exactes sur la quantité d'éléments nutritifs produite permettent d'évaluer la capacité de stockage nécessaire;
- Résultats de l'analyse du fumier.

AUTRES RENSEIGNEMENTS

- Renseignements sur la date ou les conditions de mise en œuvre du plan d'urgence, notamment le lieu de l'incident, l'estimation du volume déversé et les mesures correctives mises en œuvre;
- Mesures prises en réponse à des plaintes;
- Matières contenant des éléments nutritifs importés — date, nombre de tonnes ou volume, description de la matière et accords conclus;
- Protocole de biosécurité de l'exploitation.

La tenue de dossiers appropriés engendre une quantité importante de renseignements. Il faut du temps pour établir un système de renseignements qui soit facilement accessible et utilisable. Les méthodes de tenue des dossiers sont nombreux et variés, p. ex. logiciels, outils GPS, ordinateurs de poche et carnets de notes.

Le dicton suivant a traversé les époques en raison de sa pertinence toujours actuelle : Les agriculteurs sont les premiers intendants de la terre. La tenue de dossiers fait partie des activités d'intendance. Grâce à eux, on peut montrer notre diligence raisonnable à l'égard de l'environnement et de la collectivité locale.

DOCUMENTATION SUR LA FERME PRISE EN EXEMPLE

EXEMPLE DE REGISTRE D'INVENTAIRE DES FUMIERS

PRODUCTEUR : Ferme CM	STRUCTURE	HARVESTORE® d'une capacité approx. de 200 000 gal			
DIMENSIONS DE LA STRUCTURE :	profondeur : 24 pi	diamètre : 42 pi	longueur :	largeur :	
N ^{bre} DE GAL/PI DE PROFONDEUR : 8 654	N ^{bre} DE GAL/PO DE PROFONDEUR : 721				

Date et année	Profondeur (po)	Hauteur disponible	= Profondeur de fumier	X N ^{bre} gal/po	= N ^{bre} gallons
1 ^{er} mai 2004	288	275	13	721	9 373
1 ^{er} juin 2004	288	251	37	721	26 677
1 ^{er} juill. 2004	288	231	57	721	41 097
1 ^{er} août 2004	288	22	68	721	49 028
1 ^{er} sept. 2004	288	190	98	721	70 658
1 ^{er} oct. 2004	288	160	12	721	92 288
1 ^{er} nov. 2004	288	260	28	721	20 188
1 ^{er} déc. 2004	288	232	56	721	40 376
1 ^{er} janv. 2005	288	208	80	721	57 680
1 ^{er} févr. 2005	288	188	100	721	72 100
1 ^{er} mars 2005	288	164	124	721	89 404
1 ^{er} avril 2005	288	133	155	721	111 755
1 ^{er} mai 2005	288	272	16	721	11 536

Date du retrait	Quantité retirée	N ^{bre} de chargements	Destination
15 oct. 2004	72 100 gal	25	champ sud Lalonde
20 avril 2005	100 219 gal	35	ferme Lebrun

RÉSUMÉ SUR LE CHAMP ET RENSEIGNEMENTS À GARDER (ferme 1, champ sud, tout)

Mise en culture

Proj./réalisée	Culture	Rendement	Date de mise en culture	Date de récolte	Remarques
Projetée	soya	42 boiss./ac	15 mai 2005	1 ^{er} oct. 2005	
Réalisée	soya	47 boiss./ac	28 mai 2005	9 oct. 2005	NK RR 10T1

Travail du sol

Proj./réalisé	Date	Méthode	Détail	Remarques
Projeté	1 ^{er} mai 2005	travail sous pailles	contre-pente	
Réalisé	25 mai 2005	Aerway®	contre-pente	sol travaillé avant l'épandage
Réalisé	28 mai 2005	semis direct		semoir International 5100® muni de coutres

Épandage des engrais

Proj./réalisé	Description	Date	Composition	Taux	Méthode	Épandu	Eau de surface
Réalisé							

Épandage de fumier

Proj./réalisé	Description	Date	Époque	Dose	Vitesse d'avancement	Méthode	Incorporation	Eau de surface
Projeté	épandage de fumier n° 2	22 mai 2005	printemps	5000 gal/ac		boyau trainant	non incorp., travail préalable	à 200 pi

RÉSUMÉ SUR LE CHAMP ET RENSEIGNEMENTS À GARDER (ferme 1, champ nord, tout)

Mise en culture

Proj./réalisée	Culture	Rendement	Date de mise en culture	Date de récolte	Remarques
Projetée	maïs, céréales	130 boiss./ac	1 ^{er} mai 2005	1 ^{er} oct. 2005	
Réalisée	maïs-grain	156 boiss./ac	19 mai 2005	13 nov. 2005	West Spring 38PO®, de Pioneer à 30 000 ppa

Travail du sol

Proj./réalisé	Date	Méthode	Détail	Remarques
Projeté	17 nov. 2004	travail sous paillis	contre-pente	
Réalisé	29 nov. 2004	pulvériseur Soil Saver	contre-pente	dent bineuse; venteux, nuageux, 2 °C, conditions optimales

Épandage des engrais

Proj./réalisé	Description	Date	Mélange	Taux	Méthode	Épandu	Eau de surface
Projeté	épandage d'engrais n° 4	1 ^{er} mai 2005	28-0-0	12,0 gal/ac	non incorp., cult. sur pied	43.0.0 lb/ac	s.o.
Projeté	épandage d'engrais n° 3	1 ^{er} mai 2005	6-24-6	4,0 gal/ac	mis en place avec semoir	3.13.3 lb/ac	s.o.
Réalisé	engrais de démarrage	19 mai 2005	6-24-6	4 gal/ac	mis en place avec semoir	3.13.3 lb/ac	
Réalisé	28 % N	23 mai 2005	28-0-0	10 gal/ac	avec charge d'herbicide de prélevée	36.0.0 lb/ac	

Épandage de fumier

Proj./réalisé	Description	Date	Époque	Dose	Vitesse d'avancement	Méthode	Incorporation	Eau de surface
Projeté	épandage de fumier n° 2	24 nov. 2004	automne	6000 gal/ac		citerne	incorp. dans les 24 h	s.o.
Réalisé	fumier	28 nov. 2004	lisier de porcs	6000 gal/ac	2,8 mi/h	citerne	5 °C, vents du N-O	s.o.

Tendance à long terme

	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE	LUNDI	MARDI
	périodes nuageuses	généralement ensoleillé	généralement ensoleillé	généralement ensoleillé	périodes nuageuses	averses dispersées
MAX.	29 °C	32 °C	32 °C	30 °C	26 °C	25 °C
MIN.	17 °C	21 °C	20 °C	22 °C	15 °C	16 °C
PdP	0 %	20 %	0 %	0 %	10 %	40 %
PRÉCIPITATIONS	—	—	—	—	—	près de 10 mm
VENTS	S-O à 10 km/h	O à 10 km/h	S-O à 10 km/h	S-O à 15 km/h	S-O à 25 km/h	N-E à 5 km/h

PRÉVISIONS ET ACTIVITÉS

	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE	LUNDI	MARDI
ASSÈCHEMENT	élevé (56)	élevé (59)	très élevé (63)	très élevé (63)	très élevé (61)	moyen
ENSOLEILLEMENT	14 h	14 h	14 h	14 h	13 h	6 h
DJCR	18	22	21	21	16	16
UTM	28	31	30	32	25	26

Source : www.meteomedia.com (cliquer sur ZoneVerte)

Étape 8. SURVEILLER

La surveillance comprend l'observation puis la prise de notes. En examinant les dossiers qu'on a créés comme point de départ, on peut chercher si des tendances ressortent des pratiques de gestion.

La surveillance aide à voir si, par exemple, les cultures et le bétail reçoivent les éléments nutritifs nécessaires. Les indices révélés par la surveillance permettent de modifier les intrants au besoin et d'atténuer toute répercussion négative sur l'environnement. L'examen des dossiers finit aussi par accroître la confiance du producteur dans la pertinence des cycles empruntés par les éléments nutritifs dans son exploitation.

Avec le temps, l'exploitant trouve un juste équilibre entre les nombreux facteurs à surveiller, de sorte qu'il finit par suivre de près les plus importants sans se soucier de ceux qui se déroulent très bien par eux-mêmes. De plus, après avoir surveillé pendant plusieurs années les conditions du sol, les résultats d'analyse du fumier et les doses d'épandage, il vient à connaître les doses qui répondent aux exigences des sols et des cultures sans nuire aux rendements, ni entraîner des risques de ruissellement.

CE QU'IL FAUT SURVEILLER

SOL	• La hausse ou la baisse des teneurs en phosphore et en potassium sur dix années • Le dosage de l'azote épandu en bandes latérales avant la levée pour en vérifier la biodisponibilité • Le compactage des sols causé par le mode ou l'époque des épandages
CULTURES	• L'évolution des rendements — en hausse ou stables • Les comparaisons parallèles (voir le protocole d'évaluation en annexe)
EAU	• Les effluents du réseau de drainage avant l'épandage, tout au long de l'épandage, et jusqu'à 24–48 heures après, à intervalles de une heure — pour s'assurer qu'aucun fumier ne contamine l'eau • Les résultats d'analyses périodiques de l'eau de puits (coliformes fécaux et nitrates)
FUMIER	• L'analyse du fumier chaque fois que la structure d'entreposage est vidangée • Les variations saisonnières de la composition du fumier • L'effet des substances ajoutées au fumier et aux aliments sur la teneur en matière sèche, en azote et en phosphore du fumier
ALIMENTS	• Les additifs alimentaires et leurs effets éventuels sur la concentration de l'azote, du phosphore et des micro-éléments dans le fumier — une analyse de la ration alimentaire révélera toute variation de la composition des aliments
BÉTAIL	• Les données sur la performance des animaux, leurs gains de poids, les quantités de lait ou de viande produites par cycle et leurs taux de reproduction — les changements dans les résultats prévus ou réalisés influent sur les éléments nutritifs qu'ils produisent • L'évolution de la production en réponse aux changements de la conduite du troupeau, p. ex. l'alimentation par étape
BANDES TAMPONS	• Efficacité des bandes tampons — chercher tout indice d'érosion, de sédimentation ou d'écoulement concentré qui suggérerait la nécessité d'accroître l'efficacité en aménageant une voie d'eau gazonnée • Les précipitations abondantes ou intensives qui occasionnent du ruissellement en surface et, par conséquent, la contamination de l'eau
VOISINS RURAUX	• Toute remarque, positive ou négative, ou toute plainte formulées par un voisin • La comparaison d'odeurs — acceptabilité des odeurs dégagées par les structures d'entreposage et par les épandages
PLANS D'URGENCE	• La rapidité à réagir aux situations problématiques des personnes engagées dans l'exploitation • L'aptitude de chacun à trouver la liste des numéros de téléphone utiles en cas de déversement
ÉCONOMIE	• La rentabilité de la mise en œuvre des pratiques de gestion requises selon le PGEN • La baisse des coûts de fertilisation avec les engrais commerciaux • Le partage des coûts pour prendre en compte la valeur du fumier dans les conventions d'épandage ou, à tout le moins, la prise de conscience de cette valeur même sans partage des coûts

La surveillance est souhaitable chaque fois qu'il y a épandage d'éléments nutritifs sur une terre, quitte à s'en tenir à un simple examen visuel pour s'assurer que rien n'est anormal.



MISE EN ŒUVRE DE LA SURVEILLANCE

VOLUME DE FUMIER STOCKÉ

Il est beaucoup plus facile d'évaluer la superficie d'épandage nécessaire lorsqu'on surveille le volume de fumier stocké. Le logiciel MSTOR permet de calculer la production de fumier, mais comme ce calcul repose sur des moyennes, le résultat peut s'écarter de la valeur réelle à cause d'une utilisation ou d'une production d'eau différentes sur l'exploitation concernée.

Surveiller le volume au fur et à mesure que se remplit la structure. Pour un modèle, voir le chapitre *Tenir des dossiers*, p. 96.

Garder en dossier les volumes épandus par les opérateurs à forfait et ceux qui ont été retirés par les courtiers de transport de fumier.



Inspecter périodiquement les structures d'entreposage pour y découvrir toute fissure ou détérioration pouvant mettre en jeu leur intégrité structurelle.

La présence de fumier dans les effluents de tuyau de drainage se manifeste par la coloration inhabituelle de l'eau — en général, plus il y a de fumier, plus la coloration est prononcée.

DOSE D'ÉPANDAGE ET UNIFORMITÉ

Il est prudent de surveiller régulièrement les doses et l'uniformité des épandages. Voici quelques conseils :

- Pour examiner la répartition de la pulvérisation, prendre une photo de l'épandage fait sur une feuille de polythène ou une mince couche de neige.
- En général, un chevauchement de 10–15 % est requis pour les canons d'irrigation, quand on utilise des eaux de lavage et d'autres matières contenant moins de 1 % de M.S. À noter qu'avec les treuils, la largeur de la bande d'épandage se rétrécit à mesure que le boyau s'accumule sur l'enrouleuse.
- Pour obtenir une répartition uniforme sur un champ avec les épandeurs à caisson, la roue doit s'aligner sur la trace laissée par la roue du côté opposé lors du passage précédent.
- Selon la distance entre le déflecteur et la buse, il n'est pas rare que les zones extrêmes de la bande d'épandage reçoivent plus de fumier que la zone médiane, directement derrière la citerne
 - ▷ il en résulte une répartition similaire à celle qu'on obtient en appuyant le pouce sur l'extrémité d'un boyau de jardinage.
- Dans le cas des unités d'injection, il faut voir si le débit augmente dans les injecteurs restants lorsqu'on en obstrue un
 - ▷ y a-t-il moyen de savoir qu'un injecteur est obstrué?
- Le détaillant de matériel pourrait améliorer l'uniformité d'épandage en suggérant, par exemple, d'ajouter un déflecteur ou d'utiliser une dent d'injection ou d'incorporation mieux adaptée au sol.

Pour plus de renseignements, se référer au fascicule *Gestion des fumiers*, de la série Pratiques de gestion optimales.

ÉPANDAGE DE FUMIER SUR DES TERRES DRAINÉES — EFFLUENTS DE DRAINAGE

Lorsqu'on épand du fumier sur des terres drainées au moyen de tuyaux souterrains, **il faut surveiller les sorties de drainage pour s'assurer que l'eau de surface n'est pas contaminée par du fumier joignant l'écoulement préférentiel**. Rester à l'affût de toute eau teintée par rapport à son apparence habituelle à la sortie des tuyaux de drainage.

Effectuer régulièrement la surveillance des tuyaux de drainage. On suggère l'horaire suivant :

- avant tout épandage, pour voir la quantité et la qualité de l'écoulement préférentiel — idéalement il n'y aura aucun écoulement;
- 10–20 minutes après le début de l'épandage;
- à chaque heure, si le débit est supérieur à 20 000 gal/h;
- après chaque tranche de 20 000 gal si le débit horaire est moindre.

Plutôt qu'une personne, on peut employer un moniteur électronique en continu.

Surveiller les effluents des drains souterrains pour vérifier que le fumier ne rejoint pas des eaux de surface à la faveur d'écoulements préférentiels.



ODEURS

Surveiller :

- la direction du vent;
- la perception par le nez (intensité de l'odeur et sa durée);
- les plaintes pour nuisance (famille, voisins).

RÉACTION DE LA CULTURE

Les comparaisons parallèles constituent l'une des meilleures méthodes pour évaluer les nouvelles pratiques. Dans ce genre de comparaisons, on peut mesurer la réaction d'une culture sur le plan du rendement et de la rentabilité en recourant à des parcelles pour évaluer :

- la nécessité d'un engrais de démarrage quand les teneurs du sol en éléments fertilisants sont élevées;
- l'effet du moment de l'incorporation sur l'utilisation de l'azote par la culture;
- l'effet d'un apport d'azote pour compléter celui du fumier (tests de différents niveaux);
- les répercussions de la rotation culturale et des plantes couvre-sol.

Essais — Mise en œuvre et interprétation

Dans les comparaisons parallèles, chaque parcelle devrait :

- être répliquée au moins deux fois dans le champ;
- servir à la comparaison d'une seule pratique à la fois — en comparant simultanément plus d'un changement, il serait difficile de discerner les effets de chacun;
- se trouver dans un endroit du champ où les caractéristiques du site sont similaires (pente, type de sol, etc.);
- être récoltée, et ses rendements devraient être enregistrés;
- être soumise à des analyses économiques.

Même si la surveillance est facile à effectuer, elle n'en reste pas moins un moyen très utile de réduire les ennuis au minimum et de réagir rapidement en cas d'accident.



Les comparaisons parallèles sont un excellent moyen d'évaluer de nouvelles pratiques.



Les essais au champ sont un excellent moyen de vérifier si une PGO convient à une exploitation et une situation données. Suivre les directives d'essais à la ferme pour que les conclusions soient fiables et transférables.

La période pendant une tempête ou immédiatement après celle-ci est le meilleur moment pour surveiller le ruissellement sur les champs et les propriétés agricoles.

Étape 9. ADAPTER SELON LES BESOINS

Après avoir mis en œuvre le plan de gestion des éléments nutritifs et franchi les étapes de la tenue des dossiers et de la surveillance, l'agriculteur est en mesure d'évaluer chacune des décisions adoptées dans le plan.

Lorsqu'on envisage d'importants changements dans la gestion des cultures ou des élevages, il est conseillé d'entrer dans le logiciel NMAN les nouvelles données afin que le plan de gestion des éléments nutritifs reflète ces changements.

Loin d'être coulé dans le béton, le plan de gestion des éléments nutritifs est un document en constante évolution. Il doit refléter le contexte agricole, les progrès technologiques et la compréhension croissante des processus impliqués. Il s'agit donc de revoir le plan à la lumière des objectifs qu'on a fixés au départ (étape 1).

Au moment où l'on s'apprête à adapter le plan de gestion, on doit soumettre chaque changement envisagé à l'approche systématique.

En fait, modifier le plan revient à répéter les étapes 3 à 6 — analyse, interprétation, décision et action. En bout de ligne, on aura un plan révisé, prêt à être mis en œuvre.

Pendant qu'on étudie le plan ou qu'on le modifie, il ne faut pas perdre de vue que certains facteurs pourraient avoir des répercussions ailleurs dans l'exploitation, notamment :

- Des changements personnels peuvent influencer, par exemple, sur les objectifs à long terme ou sur la disponibilité de la main-d'œuvre;
- Une meilleure compréhension des principes est susceptible d'encourager l'agriculteur ou le consultant à revoir le plan;
- Les forces changeantes du marché peuvent avoir des effets sur les élevages, les mises en culture, les extrants (p. ex. fumier) ou les superficies allouées aux différentes cultures;
- Le profil rural en évolution (p. ex. le milieu urbain se rapprochant de la ferme), des arrêtés municipaux ou règlements nouveaux ont des retombées directes sur l'exploitation;
- Une composition du fumier différente au fil des années peut entraîner des changements appréciables dans les épandages;
- Un bilan croissant des éléments nutritifs dans le sol occasionne des changements dans l'épandage des matières nutritives;

On adapte constamment les pratiques agricoles en raison de nouvelles idées, de nouveaux produits, de règlements, de progrès technologiques, ou à la suite d'échanges informels, de campagnes-éclair, ou simplement pour tenter de nouvelles expériences.

En gestion des éléments nutritifs, toute adaptation s'effectue d'un point de vue systématique — les observations, la tenue des dossiers et la surveillance des renseignements permettent de réinterpréter les gestes et les décisions.

- De nouveaux résultats de comparaisons parallèles entraînent la nécessité d'adapter les doses de fumier ou d'engrais;
- Des progrès technologiques (p. ex. matériel d'épandage, alimentation du bétail, processus de stockage et de transformation tels que la digestion anaérobie et le compostage) font modifier les taux ou l'époque des épandages;
- L'achat ou la location d'autres terres, l'ajout ou l'annulation de conventions d'épandage ont aussi des répercussions sur l'exploitation.

DOMAINES D'ADAPTATION FRÉQUENTS

ÉPOQUE ET TECHNIQUES D'ÉPANDAGE

Changer le moment d'épandage peut nécessiter qu'on fasse aussi d'autres changements.

Prenons l'exemple d'une ferme de poules, avec production de fumier liquide, établie sur une argile lourde qui est soumise depuis plus de dix ans au semis direct. Pour éviter de compacter le sol et pour tirer le meilleur profit possible de la haute teneur en azote du fumier, le producteur d'œufs épand le fumier en fin d'été. Après la première année, le matériel d'épandage est modifié de manière que les unités d'injection donnent au sol une surface plus uniforme et que les sillons d'injection soient refermés.

L'adaptation a été faite parce que le matériel n'avait pas été conçu à l'origine pour une argile lourde ni pour un sol séchant. On aurait pu envisager de faire l'épandage à un autre moment ou de passer du semis direct au labour traditionnel, mais ces choix de gestion étaient considérés comme immuables — il fallait donc adapter les méthodes d'exploitation à cette situation et faire les compromis nécessaires.



Il faut parfois modifier le matériel pour passer de l'épandage en pleine surface à la fertilisation en bandes.

NOUVELLE TECHNOLOGIE

Matériel

Un bon nombre d'agriculteurs sont habiles à adapter le matériel agricole à des situations précises, et les fabricants sont toujours à la recherche de nouvelles suggestions pouvant amener des progrès technologiques en matière de semis direct, de travail localisé ou de matériel d'épandage. Les producteurs ne devraient donc pas hésiter à communiquer et à travailler de concert avec les fabricants et concessionnaires afin que le matériel agricole réponde le mieux aux besoins et aux conditions de la ferme.



Le compostage permet de réduire le volume de fumier, l'intensité des odeurs et l'abondance des agents pathogènes.

Traitement du fumier

Lorsqu'un problème est soulevé, il y a de fortes chances que la recherche puisse y trouver une solution convenable. Prenons l'exemple des grandes exploitations d'élevage dont la superficie des terres cultivables est insuffisante : la recherche leur offre la possibilité de traiter le fumier par compostage ou par digestion anaérobie. Le compostage donne un produit qui, en fin de traitement, est moins volumineux, dégage moins d'odeurs et renferme moins d'agents pathogènes que le fumier non traité. La digestion anaérobie, quant à elle, est un procédé qui transforme une partie du carbone en énergie et qui réduit odeurs et agents pathogènes. Dans certains cas, les deux procédés peuvent s'avérer onéreux et exigeants en main-d'œuvre. Avant de mettre en application l'un ou l'autre procédé, il vaut donc la peine de se renseigner sur les résultats de projets locaux et de la recherche (faite dans des conditions climatiques et politiques similaires et selon des modes de gestion comparables) pour décider de la pertinence économique d'un tel choix pour une exploitation précise.

Prudence et imputabilité sont deux qualités qui se retrouvent au cœur même de la surveillance, peu importe qu'on ait recours à la technologie moderne ou non.

Surveillance et tenue de dossiers

La mise au point de techniques d'informatique et de télédétection a permis d'améliorer le réglage du matériel, l'utilisation des ressources, la surveillance des données et la tenue des dossiers.



Prenons le cas d'une propriété agricole qui est facilement inondée à cause d'un important cours d'eau qui trace des méandres en traversant plusieurs de ses champs de maïs. On engage un opérateur à forfait qui utilise un système mondial de positionnement (GPS) pour épandre le fumier sur ces champs. Le matériel d'épandage est aussi doté d'un débitmètre qui enregistre la dose d'épandage. Cette information, combinée au système GPS, permet de connaître avec précision les endroits qui ont reçu du fumier et ceux qui n'en ont pas eu.

On peut aussi créer une carte indiquant les distances de retrait. Un fournisseur d'engrais commerciaux local utilise ensuite ces données pour fertiliser les points qui n'ont pas reçu de fumier.

Fréquence d'échantillonnage

À quelle fréquence faut-il prélever des échantillons de fumier?

- chaque fois que la structure d'entreposage est vidée, jusqu'à ce que les résultats d'analyse soient stables;
- chaque fois qu'on renouvelle l'élevage, qu'on change le genre d'animaux, qu'on modifie la ration, la litière, la structure d'entreposage ou tout autre aspect de la gestion susceptible d'influer sur les caractéristiques du fumier.

Noter les répercussions de tout changement sur le plan de gestion des éléments nutritifs et sur sa mise en oeuvre, par exemple : les doses d'épandage du fumier, l'utilisation des engrais commerciaux, voire même le moment de l'épandage et les distances de séparation.

À quelle fréquence faut-il prélever des échantillons de sol?

- à tous les trois ans; ou
- au même point dans la rotation; ou
- après tout changement important relatif aux épandages.

Le ruissellement du fumier à partir des cours d'exercice non recouvertes et des plates-formes de stockage à ciel ouvert peut se produire après la plupart des chutes de pluie.

FERME PRISE EN EXEMPLE — ZONE TAMPON DE VÉGÉTATION

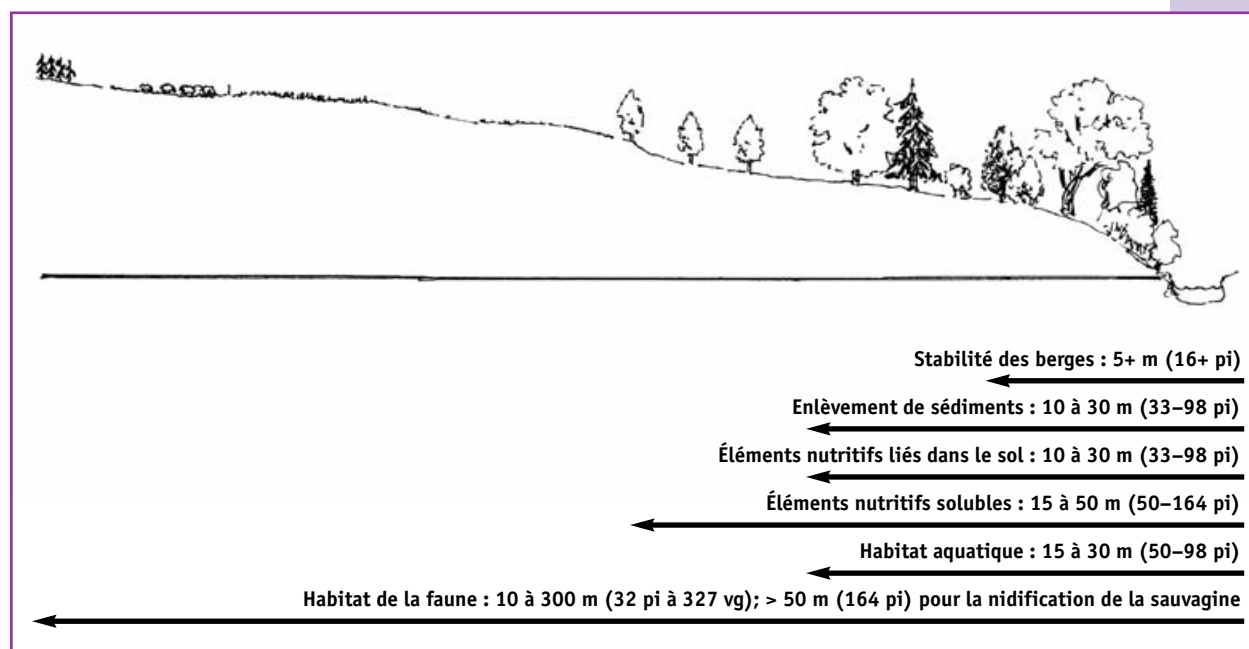
L'érosion du sol d'un champ et l'affaissement d'une berge de cours d'eau à la suite de pluies abondantes indiquent clairement la nécessité d'une bande tampon de végétation. On pourrait modifier le plan de manière à installer une bande tampon de végétation d'une largeur de 4,5 mètres (15 pi) le long de la berge pour la stabiliser. On pourrait aussi construire une chute pour protéger et réparer la rigole.

En outre, le recours au travail de conservation et le fait de laisser en surface 30 % des résidus de la culture contribueraient à réduire l'érosion du sol. En surveillant ensuite l'érosion et la sédimentation, on pourrait évaluer l'efficacité de la zone tampon actuelle, juger s'il y a lieu de l'élargir à 9 mètres (30 pi) ou s'il serait préférable d'engazonner la voie d'eau pour maîtriser les effets de l'écoulement concentré.

Le diagramme suivant indique la largeur requise des bandes tampons en fonction de l'objectif visé et de l'environnement.



Une bande tampon de végétation bien dimensionnée et bien établie contribuera à réduire le ruissellement de fumier sur des terres cultivées qui atteint un cours d'eau.



RENTABILITÉ DES ENGRAIS DE DÉMARRAGE

En 2003 et 2004, on a aussi examiné l'utilité d'un engrais de démarrage. Avec une teneur du sol en P de 40–60 ppm, la nécessité d'un tel engrais n'était pas certaine.

Une comparaison parallèle n'a révélé aucune différence entre les deux parcelles, chacune affichant un rendement de 145 boisseaux/acre.

L'engrais de démarrage utilisé dans la trémie du semoir était du 8-32-16; on l'a épandu à raison de 150 lb/acre, pour un coût de 18,00 \$/acre. Par ailleurs, en s'abstenant d'épandre cet engrais, on a pu augmenter la dose d'épandage du fumier de 4 500 gal/ac à 6 250 gal/ac.

Si les résultats d'analyse de sol se situaient dans la zone médiane et qu'un agriculteur n'était pas à l'aise d'abandonner tout épandage d'engrais de démarrage, il pourrait faire des comparaisons parallèles, sur plusieurs années, afin de voir s'il est rentable d'en placer une faible quantité (4 gal/ac) près des semences.

Répercussions des comparaisons parallèles sur les décisions d'adapter

Le propriétaire de la ferme prise en exemple envisageait la possibilité d'inclure une sole de blé dans la rotation. Sa décision dépendait de l'utilité du fumier comme matière nutritive pour le blé. En collaboration avec son voisin, il a fait une comparaison parallèle pour fonder sa décision.

COMPARAISON PARALLÈLE PORTANT SUR LE FUMIER DANS LE BLÉ – Traitement

- A** pleine dose de fumier par AerWay®
- B** pleine dose de fumier, en surface
- C** 2/3 dose de fumier par AerWay® + 1/3 engrais N
- D** engrais N seulement
- E** fumier à 133 % dose N (120 lb N)
- F** fumier à 67 % dose N (60 lb N)

Dose d'azote ciblée : 90 lb/ac

Après interprétation des résultats, ils ont décidé de répéter l'essai une année de plus pour voir l'effet de conditions plus sèches sur le rendement. Les résultats obtenus au bout de la première année favorisaient l'inclusion du blé dans la rotation.

DISPOSITION DES PARCELLES — COIN NORD-EST

	A 1	B 2	C 3	D 4	E 5	F 6	A 7	D 8	B 9	E 10	C 11	F 12	E 13
RENDEMENT (boiss./ac)	73,3	76,2	68,1	72,8	87,4	71,6	73,6	79,9	83,6	84,7	75,0	68,2	72,5
HUMIDITÉ %	14,4	14,8	14,6	14,9	14,3	15,0	15,1	15,4	15,1	14,8	15,2	15,3	15,2
N ÉLÉMENTAIRE ÉPANDU (lb/ac)	124	124	103	90	146	73	107	90	107	142	101	71	142

Résumé des parcelles :

90 lb de N du fumier incorporé par AerWay® (3 000 gal/ac) :	73,4 boiss./ac	14,75 % humidité
90 lb de N du fumier épandu en surface (3 000 gal/ac) :	79,9 boiss./ac	14,95 % humidité
60 lb de N du fumier (AerWay®, 2 000 gal/ac); 30 lb N engr. comm. :	71,6 boiss./ac	19,90 % humidité
90 lb de N d'un engrais commercial :	76,4 boiss./ac	15,15 % humidité
120 lb de N du fumier incorporé par AerWay® (4 000 gal/ac) :	81,5 boiss./ac	14,76 % humidité
60 lb de N du fumier incorporé par AerWay® (2 000 gal/ac) :	69,9 boiss./ac	15,15 % humidité

Renseignements complémentaires

- parcelles de 60 pi de largeur
 - ▷ longueur de 975 à 1625 pi; les parcelles les plus longues se trouvent sur le côté sud du champ
 - ▷ tournière de 17,5 pi pour la moissonneuse-batteuse; 35 pi entre deux parcelles voisines
 - ▷ semis de blé faits du 15 au 19 oct. avec un semoir Pioneer 25R26
- fumier et engrais commercial appliqués le 15 mai, en bandes de 30 pi de large; temps couvert, 11 °C, sol humide ou mouillé
- récolte de blé le 9 août
- niveaux de *Fusarium* > 1,5 % (évaluation sommaire entre 2,5 et 3,5 %), échantillons présentés au labo pour dosage de protéine et de *Fusarium*, infestation moyenne par les mauvaises herbes

Étape 10. SAVOIR RÉAGIR EN CAS D'IMPRÉVUS

Il faut être prêt à réagir en cas d'imprévu. Le meilleur moyen de se préparer est d'imaginer différentes situations inattendues et d'élaborer une solution appropriée pour chacune.

Le plan d'urgence est un document papier dans lequel se trouvent les gestes à poser lorsqu'il devient impossible de suivre le plan ou la stratégie de gestion des éléments nutritifs (PGEN ou SGEN). Il peut arriver, par exemple, qu'une structure d'entreposage soit pleine à cause d'eaux de pluies avant qu'on ne puisse en épandre le contenu. On peut aussi avoir affaire à un déversement accidentel ou une décharge inattendue de matières nutritives. En élaborant d'avance un plan d'urgence, on peut corriger plus rapidement la situation indésirable.

Tout d'abord, il s'agit d'imaginer les situations problématiques éventuelles. Le plan d'urgence permet de répondre à des questions telles que :

1. Quelle procédure sera suivie en cas de déversement accidentel?
2. Quelles sont les étapes qui permettront de confiner, d'éliminer et de nettoyer un déversement – près de la structure d'entreposage, au lieu de transfert, dans le champ?
3. Que faire si l'exploitation produit plus de fumier que prévu, p. ex. si le bétail doit être gardé à l'intérieur plus longtemps que d'ordinaire et que, par conséquent, le volume de fumier stocké est plus grand?
4. Où pourra-t-on transporter le fumier si du temps pluvieux retarde l'épandage dans le champ et que l'espace de stockage disponible est presque nul?
5. Où sera-t-il possible de transférer ou d'épandre le fumier ou les matières nutritives si des précipitations trop abondantes ont rempli la structure d'entreposage?
6. Comment pourra-t-on compenser un état des champs qui empêche les épandages prévus? Quelles sont les différentes solutions possibles?

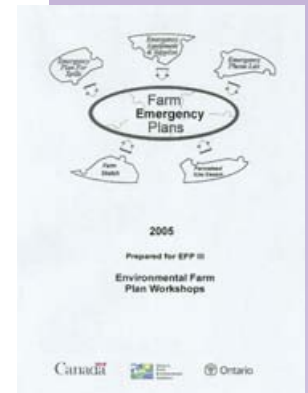
Ensuite, énumérer les renseignements requis pour mettre en œuvre le plan d'urgence, par exemple :

- les coordonnées d'un opérateur à forfait disposant d'une citerne à vide;
- l'emplacement des sorties de drainage permettant la surveillance;
- la liste des numéros de téléphone d'urgence facilement accessible.

Informez toutes les personnes concernées des détails du plan. Il est crucial que tous les ouvriers agricoles, les membres de la famille et les opérateurs à forfait concernés connaissent bien le plan d'urgence et savent où trouver la liste des numéros de téléphone. S'assurer aussi que chacun est vraiment apte à accomplir sa tâche.

Documenter tout ce qui est accompli lorsque survient une situation d'urgence. Le rapport devrait renfermer des détails sur les gestes posés, l'heure des interventions, les personnes contactées et les discussions pertinentes, pour le cas où une plainte est déposée ou qu'on s'interroge lors d'un suivi des événements.

Après la mise en œuvre du plan d'urgence, on devrait en profiter pour réévaluer ce dernier et l'améliorer s'il y a lieu.



Le plan d'urgence du plan agro-environnemental devrait faire partie intégrante du PGEN et indiquer les mesures à prendre en cas d'imprévu.

Le plan d'urgence fournit, étape par étape, les interventions nécessaires en cas d'événements fâcheux impliquant des éléments nutritifs, comme un déversement accidentel.



POURQUOI UN PLAN D'URGENCE?

- pour protéger l'environnement, sa famille, son élevage et son exploitation agricole — le PGEN peut contribuer à réduire la responsabilité de l'agriculteur en cas de réclamation;
- pour faire la preuve qu'on est prêt à réagir aux situations d'urgence;
- pour réagir correctement en cas d'urgence, sans panique!

Polluer un cours d'eau et causer la mort de poissons sont des délits aux termes de la *Loi sur la protection de l'environnement de l'Ontario* et de la *Loi sur les pêches du Canada*.

CLIMAT OU MATÉRIEL INCOMPATIBLES AVEC LES PRÉVISIONS DE STOCKAGE OU D'ÉPANDAGE

Changement de la date des épandages

Lorsqu'on effectue les épandages à une autre date, il faut parfois :

- modifier la quantité d'éléments nutritifs fournis par les engrais commerciaux (p. ex. en faisant les épandages au printemps plutôt qu'à l'automne, on devrait ajuster la quantité de N fourni par l'engrais afin de refléter la biodisponibilité accrue de l'azote venant du fumier);
- modifier en conséquence les épandages d'éléments nutritifs ultérieurs;
- noter dans les dossiers du PGEN toutes les modifications apportées.

Tendance à long terme

	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE	LUNDI	MARDI
	périodes nuageuses	généralement ensoleillé	généralement ensoleillé	généralement ensoleillé	périodes nuageuses	averses dispersées
MAX.	29 °C	32 °C	32 °C	30 °C	26 °C	25 °C
MIN.	17 °C	21 °C	20 °C	22 °C	15 °C	16 °C
PdP	0 %	20 %	0 %	0 %	10 %	40 %
PRÉCIPITATIONS	—	—	—	—	—	près de 10 mm
VENTS	S-O à 10 km/h	O à 10 km/h	S-O à 10 km/h	S-O à 15 km/h	S-O à 25 km/h	N-E à 5 km/h

Source :
www.meteomedia.com
 (cliquer sur ZoneVerte)

Changement de culture

Chaque fois que c'est possible, on devrait ajuster les quantités d'éléments nutritifs et la formulation des engrais commerciaux pour mieux répondre à la nouvelle culture. Quand les matières nutritives ont déjà été épandues, on tentera de faire ces modifications pour la nouvelle sole, de manière à répondre aux besoins et aux prélèvements d'éléments nutritifs par la culture en cours. Toutefois, si l'on prend en compte l'ensemble de la rotation, le changement de culture mise en terre n'aura pas de répercussions importantes sur le plan de gestion.



Si l'on change de cultures pendant la saison de croissance, on ne devrait pas oublier d'adapter le programme de fertilisation en conséquence.

TROP DE FUMIER À ÉPANDRE

Lorsque les doses d'épandage prévues dans le PGEN ont atteint le maximum permis, il faut prendre des arrangements pour que les éléments nutritifs soient livrés ailleurs. Parmi les personnes-ressources possibles, mentionnons :

- un courtier de transport disposé à prendre l'excès de matières nutritives;
- un agriculteur local à la recherche d'éléments nutritifs pour ses cultures commerciales;
- un transformateur intermédiaire (p. ex. effectuant du compostage commercial) qui accepterait du fumier solide excédentaire.

TROP DE FUMIER À STOCKER

Dans certains cas, en règle générale à cause de conditions climatiques défavorables, les structures d'entreposage peuvent être sur le point de déborder.

Lorsque le réservoir est rempli et qu'il est impossible d'épandre le fumier dans les champs en raison du mauvais temps ou parce que les terres disponibles manquent, la meilleure option est de transférer du fumier vers une autre installation d'entreposage.

Évidemment, on peut aussi demander à un courtier de prendre l'excédent.

Si l'état du sol le permet, on peut parfois faire l'épandage sur d'autres terres. Il faut alors noter ce changement et l'intégrer dans le plan de gestion des éléments nutritifs.

DÉVERSEMENT – LISTE DE VÉRIFICATION

Tout plan d'urgence valable devrait comporter les éléments suivants :

- ✓ La liste des pratiques de gestion optimales et des inspections régulières du matériel faites à titre préventif;
- ✓ La liste des mesures d'urgence;
- ✓ La liste chronologique des procédures menant à l'élimination de la source de contamination;
- ✓ La liste des numéros d'urgence, affichée près de chaque téléphone;
- ✓ Une carte des installations montrant les endroits à risque et ceux où se trouvent l'équipement et les fournitures de nettoyage — la carte et le plan doivent être gardés en lieu sûr;
- ✓ La liste de toutes les personnes chargées de tâches précises;
- ✓ Les grandes lignes de la formation du personnel et de la famille, et des renseignements sur les mesures préventives adoptées;
- ✓ La description des étapes comprises dans le nettoyage;
- ✓ Un formulaire à remplir après que le nettoyage est terminé.

EN CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

Il s'agit d'une question très importante à cause des répercussions nuisibles potentielles. Le plan d'urgence devrait dresser la liste sommaire du matériel nécessaire, des personnes ou organismes à informer, des coordonnées des personnes-ressources et des mesures sécuritaires à prendre. L'objectif visé est de réduire au minimum les risques de déversement et, s'il en arrivait un, de voir à ce que l'exploitant et tout le personnel sachent quoi faire.

Pour plus de détails sur ce que le ministère de l'Environnement de l'Ontario considère comme un « déversement », voir la page suivante.

Pour prévenir les déversements

Épandre les matières nutritives conformément au PGEN ou les stocker dans une structure d'entreposage adéquate en vue d'épandages futurs. En outre, on devrait :

- faire un réglage périodique du matériel pour être certain d'épandre le fumier aux doses prescrites dans le plan;
- respecter les distances de retrait par rapport aux eaux de surface telles que recommandées dans le PGEN, pour chaque site en particulier;
- marquer toutes les sorties de drainage et les bassins de retenue aux fins d'épandage et d'inspection;
- recourir à deux personnes reliées par transmission radio ou à un système à interruption automatique dans les cas d'écoulements directs;
- éviter tout épandage avant la pluie.

Pour arrêter un déversement

1. Éliminer ou maîtriser sans tarder la cause du déversement, si possible.
2. Fermer les pompes et vannes impliquées.
3. S'assurer qu'il est impossible de remettre en marche le système.
4. Appeler le Centre d'intervention en cas de déversement, ouvert 24 h sur 24, au 1-800-268-6060 ou un bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Pour limiter un déversement

- réduire au minimum les risques que du fumier pénètre dans les tuyaux de drainage, ou obstruer la section du réseau de drainage qui semble contaminée aussitôt que possible;
- si les matières nutritives déversées ruissellent en surface, façonner une berme en terre avec du matériel de ferme ou commercial, comme une rétrocaveuse ou un camion à benne basculante;
- après que le déversement est maîtrisé, épandre le fumier repris au moyen d'une citerne à vide;
- avertir les utilisateurs en aval.

Arrêter et limiter tout déversement aussitôt que possible.



Des numéros à portée de la main

Près de chaque appareil de téléphone, devrait être affichée la liste des numéros à composer sans délai en cas de déversement. Cette liste devrait inclure :

- Centre d'intervention en cas de déversement (1-800-268-6060).

Les numéros suivants devraient aussi être rapidement accessibles :

- le bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario,
- un opérateur de rétrocaveuse ou de bulldozer,
- un opérateur à forfait (de préférence, qui possède une citerne à vide)
- la municipalité,
- les voisins,
- un voisin possédant une citerne à vide.

RÉSEAU D'INTERVENTION EN CAS DE DÉVERSEMENT (<http://www.nuhn.ca/spillssubmit.html>)

Le réseau d'intervention en cas de déversement devrait faire partie intégrante du plan d'urgence.

Ce site Web affiche une liste de personnes et d'organisations équipées d'épandeurs à vide ou d'un bras de chargement. Elles sont disposées à aider au nettoyage d'un site contaminé. Leur matériel, de toutes marques, peut aspirer rapidement et efficacement les déversements dans un champ ou un fossé.

Quand un producteur prouve qu'il a pris toutes les mesures raisonnables pour prévenir la contamination et en atténuer les effets, il peut invoquer la diligence pour sa défense. L'existence du réseau montre que la collectivité agricole dans son ensemble est diligente. Recourir au réseau peut aider la défense dans un cas de responsabilité civile et même entraîner une baisse de la prime d'assurance-responsabilité.

Le coût du service comprend des frais d'adhésion et un tarif horaire pour le nettoyage.

QU'EST-CE QU'UN DÉVERSEMENT?

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) définit un déversement comme la décharge de matières polluantes dans l'environnement naturel depuis une structure, un véhicule ou tout autre conteneur, la présence de ces matières étant jugée anormale compte tenu de toutes les circonstances.

On est tenu par la loi de signaler tout déversement dans les plus brefs délais, en appelant le Centre d'intervention en cas de déversement au numéro 1-800-268-6060 (pour informer le MEO) ainsi que les bureaux de la municipalité locale, si le déversement a l'une ou plusieurs des répercussions suivantes :

- détérioration de la qualité de l'environnement naturel (air, eau ou sol);
- dommages à la propriété ou blessures à des animaux;
- effets nocifs sur la santé;
- sécurité compromise;
- torts ou dommages à la propriété, à des végétaux ou à des animaux qui les rendent inutilisables;
- perte du bénéfice découlant de l'usage normal d'un bien;
- obstacle aux activités normales d'une entreprise.

La personne qui a causé le déversement et celle qui avait le contrôle du contaminant quand il a été déversé — si ces deux personnes sont différentes — ont toutes deux l'obligation de signaler le déversement. De plus, lorsqu'il s'agit d'un incident lié à une exploitation agricole, la responsabilité de nettoyer le site contaminé et d'éliminer le contaminant dans de brefs délais incombent au propriétaire du contaminant et à la personne qui en avait le contrôle au moment du déversement.

ANNEXE

POINTS SAILLANTS DE LA LOI DE 2002 SUR LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

L'information de nature générale ou technique sur cette réglementation ne manque pas, aussi bien sur papier que sur Internet. Dans le présent chapitre, il sera donc suffisant de souligner les responsabilités précises qu'assument différentes autorités du gouvernement provincial et les exigences touchant les exploitations visées par la loi.

La *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* (LGEN) a pour objectif de définir des balises en matière de gestion des éléments nutritifs afin d'améliorer la protection de l'environnement naturel tout en assurant un avenir durable aux exploitations agricoles et au développement rural.

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) et le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) administrent conjointement le programme complexe qui veille à la mise en application de la LGEN. Le MAAARO et le MEO se partagent donc :

- le développement des politiques et des programmes,
- la recherche et les aspects scientifiques,
- l'aide sur place,
- l'accès aux collectivités et la transmission de l'information.

Responsabilités du MAAARO :

- les approbations,
- la gestion de l'information,
- la formation, l'éducation et la certification.

Responsabilités du MEO :

- la conformité à la réglementation, y compris les inspections et le suivi des plaintes,
- les enquêtes et la mise en application de la réglementation.



Geri Kamentz et Paul Mistele, membres du conseil d'administration de la FAO, encouragent la mise en application des PGO dans la planification de la gestion des éléments nutritifs.

Geri :
« Les producteurs de l'Ontario sont reconnus dans le monde entier comme des leaders en agriculture, particulièrement en ce qui concerne l'innovation en matière d'efficacité et la responsabilité environnementale. Les PGO sont l'outil qui nous permettra d'atteindre cet objectif. »

Paul :
« Ces pratiques de gestion optimales soulignent encore une fois le lien étroit entre les agriculteurs ontariens et l'environnement. »

DÉFINITIONS

Planification de la gestion des éléments nutritifs — La priorité des exploitations visées par la loi, qui doivent, en conséquence, élaborer un plan ou une stratégie de gestion des éléments nutritifs (PGEN ou SGEN).

Stratégie de gestion des éléments nutritifs (SGEN) — Un document qui rend compte des quantités de fumier produit, stocké et transféré, pour chaque unité agricole.

Plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) — Un document qui rend compte de l'épandage du fumier et des matières de source agricole sur chaque champ en particulier.

FORMATION ET CERTIFICATION

Quiconque prépare une stratégie ou un plan de gestion des éléments nutritifs pour le compte d'une exploitation agricole visée par la LGEN doit avoir reçu la certification du MAAARO. Un exploitant peut élaborer son propre plan pour autant qu'il a été certifié à la suite des cours de formation requis subventionnés par le gouvernement.

Tout consultant certifié par le MAAARO à planifier la gestion d'éléments nutritifs est autorisé à élaborer une SGEN ou un PGEN pour une exploitation agricole.

MISE À EXÉCUTION DE LA LOI (RÉDUCTION ET ÉDUCATION)

Le MEO est chargé d'assurer la conformité avec la *Loi sur la protection de l'environnement*, la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*, la *Loi sur les pesticides* et la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*. Ces lois, ainsi que les règlements, protocoles et approbations connexes ont des répercussions sur les exploitations agricoles.

La prestation du programme de conformité du MEO est assurée par des agents de l'environnement agricole (AEA) — des agents provinciaux qui ont reçu une formation agricole spéciale. Les AEA peuvent visiter une exploitation agricole pour un certain nombre de raisons, notamment :

- pour effectuer une inspection en vue d'évaluer la conformité avec les exigences réglementaires;
- pour répondre à une plainte adressée au ministère par le public ou par l'intermédiaire d'un organisme, peu importe que l'exploitation soit dotée d'un PGEN ou d'une SGEN;
- pour faire le suivi d'un rapport d'incident ou de déversement menaçant la qualité de l'environnement.

L'approche du MEO en ce qui concerne la conformité à la ferme est fondée sur la participation active de l'agriculteur dans la résolution des problèmes. Comme les exigences sont souvent complexes, les AEA œuvrent directement avec les agriculteurs pour assurer la conformité avec la loi.

LA TAILLE DE L'EXPLOITATION ET SES ACTIVITÉS DÉTERMINENT LES RÉPERCUSSIONS DE LA LOI SUR LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET DU RÈGLEMENT DE L'ONTARIO 267/03, TEL QU'AMENDÉ.

TAILLE DE L'EXPLOITATION	SE RÉFÉRER AUX NOMBRES DU TABLEAU SUIVANT
≤ 5 unités nutritives (UN)	1
Entre 5 et 300 UN	déclencheurs (voir ci-dessous)
Existante ≥ 300 UN ou en expansion jusqu'à ≥ 300 UN (sans permis de construction)	2
≥ 300 UN et construction d'un bâtiment d'élevage ou d'une structure d'entreposage de fumier	3a
DÉCLENCHEURS POUR EXPLOITATIONS AYANT ENTRE 5 ET 300 UN	SE RÉFÉRER AUX NOMBRES DU TABLEAU SUIVANT
Aucun des 4 déclencheurs ci-dessous ne s'appliquent	1
Permis de construction pour étable/structure d'entreposage OU construction d'une structure d'entreposage en terre ET, selon le cas :	3
Épandage de matières de source agricole à moins de 100 m d'un puits municipal	3a
Épandage de matières de source non agricole à moins de 100 m d'un puits municipal	3b
Épandage de matières de source non agricole (MSNA)	3c

- 1
 - ✓ Toutes les exploitations agricoles doivent se conformer aux trois exigences suivantes :
 - i. aucun épandage de matières de source non agricole à moins de 20 m du sommet d'une rive d'eau de surface;
 - ii. aucun épandage de biosolides d'égouts entre le 1^{er} décembre et le 31 mars, ni lorsque le sol est gelé ou recouvert de neige;
 - iii. interdiction d'utiliser des canons à haute trajectoire capables de projeter un liquide à plus de 10 m pour épandre toute matière contenant > 1 % de matière sèche.
 - ✓ Le MAAARO recommande
 - l'adoption des PGO endossées par le MAAARO,
 - la gestion axée sur la réduction des effets néfastes sur l'environnement,
 - la tenue de dossiers détaillés.

- 2
 - ✓ L'exploitation doit avoir une SGEN préparée par une personne certifiée et enregistrée auprès du MAAARO.
 - ✓ L'exploitation doit garder en dossier, sur l'unité agricole, un PGEN.
 - ✓ L'exploitation doit tenir des dossiers détaillés.
 - ✓ L'exploitation doit se conformer aux trois exigences énumérées au point 1.

- 3
 - ✓ L'exploitation doit avoir une SGEN préparée par une personne certifiée et enregistrée auprès de l'Unité des approbations, Direction de la gestion des éléments nutritifs (DGEN), MAAARO.
 - ✓ L'exploitation doit tenir des dossiers détaillés.
 - ✓ L'exploitation doit se conformer aux trois exigences énumérées au point 1.

- 3a
 - ✓ L'exploitation doit avoir une SGEN et un PGEN préparés par une personne certifiée et gardés à la ferme.
 - ✓ La SGEN doit être acceptée par l'Unité des approbations, DGEN, MAAARO.
 - ✓ Le PGEN doit être mis en application et mis à jour chaque année.
 - ✓ L'exploitation doit tenir des dossiers détaillés.
 - ✓ L'exploitation doit se conformer aux trois exigences énumérées au point 1.

- 3b
 - ✓ L'exploitation doit avoir une SGEN et un PGEN préparés par une personne certifiée et gardés à la ferme.
 - ✓ Le PGEN et la SGEN doivent tous deux être approuvés par l'Unité des approbations, DGEN, MAAARO.
 - ✓ Le PGEN doit être mis en application et mis à jour chaque année.
 - ✓ L'exploitation doit tenir des dossiers détaillés.
 - ✓ L'exploitation doit se conformer aux trois exigences énumérées au point 1.

- 3c
 - ✓ L'exploitation doit avoir un certificat d'approbation valide, tenir des dossiers détaillés et se conformer aux trois exigences énumérées au point 1.
 - ✓ À compter du 1^{er} janvier 2007, l'exploitation devra avoir un PGEN et une SGEN qui ont été préparés par une personne certifiée, et les deux doivent être acceptés par l'Unité des approbations, DGEN, MAAARO.

Renseignements supplémentaires

PUBLICATIONS DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) est une source importante de renseignements sur la planification de la gestion des éléments nutritifs, les analyses de fumiers et de sols, la fertilité, la planification de l'exploitation agricole, le stockage du fumier, la gestion du fumier, les conventions relatives au fumier et bien d'autres sujets connexes. Nombre de publications utiles portant sur des aspects précis de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*, sur son règlement d'application et sur ses protocoles sont aussi disponibles.

Pour de plus amples renseignements ou pour obtenir des exemplaires de publications du ministère, les résidents de l'Ontario peuvent composer le 1-888-466-2372 ou, pour des services aux malentendants, le 519-826-7402. Vous pouvez envoyer votre demande par courriel à products@omafra.gov.on.ca ou visiter le site Web, à l'adresse www.omafra.gov.on.ca. Vous pouvez aussi télécopier votre commande au numéro 519-826-3633 ou l'envoyer par la poste à ServiceOntario, Rez-de-chaussée, 1, ch. Stone Ouest, Guelph (Ontario) N1G 4Y2.

Publications :
www.omafra.gov.on.ca/french/products/product.html

Loi sur la gestion des éléments nutritifs :
www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html

POUR JOINDRE LE GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
Centre d'information agricole
1-877-424-1300
www.omafra.gov.on.ca

Ministère de l'Environnement de l'Ontario
Centre d'information
1-800-565-4923
www.ene.gov.on.ca

AVERTISSEMENT

Le présent fascicule reflète les opinions des auteurs et rédacteurs collaborateurs. Il est fondé sur les renseignements qui étaient disponibles au moment de l'impression. Par ailleurs, les opinions exprimées ne sont pas nécessairement compatibles avec les programmes et politiques des organismes d'appui. La mention de toute marque de commerce a pour unique objectif de faciliter la consultation par le lecteur et ne signifie pas que l'on cautionne un produit en particulier.

Imprimé en 2006

Remerciements

FINANCEMENT

Le programme des Pratiques de gestion optimales est le résultat d'un partenariat entre Agriculture et Agroalimentaire Canada, la Fédération de l'agriculture de l'Ontario et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires de l'Ontario.

Ont fourni un financement complémentaire le Programme de gestion des éléments nutritifs (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires de l'Ontario) et le programme Canada-Ontario du Plan agro-environnemental (Agriculture et Agroalimentaire Canada).

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont rendu possible la réalisation de ce fascicule en partageant leur expertise, leurs ressources et leur temps.

COLLABORATEURS

Rédacteurs collaborateurs et membres de l'équipe de travail :

Office de protection de la nature de la rivière Grand : Anne Loeffler

Ministère de l'Environnement : Harald Schraeder

Fédération de l'agriculture de l'Ontario : Paul Mistele

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Jim Arnold, Christine Brown, Harold Cuthbertson, Peter Doris, Hugh Fraser, Don Hilborn, Andrew Jamieson, Sharon Johnston, Jackie McCall, Dale McComb, Kevin McKague, Keith Reid, Arlene Robertson, Donna Speranzini, Bob Stone, Ted Taylor et Christoph Wand

Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario : Andrew Graham, Greg Kitching

Rural Ontario Municipal Association : Bill Semenik

Consultants : Gabrielle Ferguson, Stephen Redmond

Coordonnateurs techniques : Christine Brown, Arlene Robertson, Bob Stone, Ted Taylor

Coordonnateurs des aspects visuels : Christine Brown, Ted Taylor

Photographes : Doug Aspinall, Jennifer Birchmore, Christine Brown, Robert Chambers, Jake DeBruyn, Don Hilborn, John Johnson, Kerry Little, Jackie McCall, John Smith, Arlene Robertson, Bob Stone, Ted Taylor, MAAARO. Également : Andrew Graham, Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario; Anne Loeffler, Office de protection de la nature de la rivière Grand; Craig Merkley, Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure; Kelly Daynard, Ontario Farm Animal Council; Gary Struthers, Fédération de l'agriculture de l'Ontario

Graphiste : David Rouleau, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Créatrice d'aquarelles et d'esquisses : Irene Shelton, Winduncroft Studio, Belwood

Rédactrice en chef : Alison Lane

Conceptrice graphique : Marie-Claude Carignan, Neglia Design Inc.

Canada

Ontario

La Fédération
de l'agriculture
de l'Ontario

FAO