

LES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

# Gestion des fumiers



Canada

 Ontario

 Conseil de  
l'adaptation  
agricole



### 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>Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat</i>
<i>Gestion de l'eau</i>	<i>Entreposage, manutention et application des pesticides</i>
<i>Gestion des éléments nutritifs</i>	<i>Gestion de l'habitat du poisson et de la faune</i>
<i>Gestion des fumiers</i>	<i>Gestion des fumiers de bétail et de volailles</i>
<i>Gestion du sol</i>	<i>Gestion intégrée des ennemis des cultures</i>
<i>Grandes cultures</i>	<i>Planification de la gestion des éléments nutritifs</i>
<i>Les puits</i>	<i>Semis direct : les secrets de la réussite</i>
<i>Cultures horticoles</i>	<i>Gestion de l'irrigation</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, à l'attention du Directeur, PGO, 40, av. Eglinton Est, 5<sup>e</sup> étage, Toronto (Ontario) M4P 3B1. Tél.: 416 485-3333.
- Pour obtenir un formulaire de commande en ligne, visiter le site : <http://www.omafra.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

<b>i</b>	<b>FORMULES DE CONVERSION MÉTRIQUE-IMPÉRIAL</b>	<b>50</b>	<b>ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU FUMIER</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	52	En quoi les systèmes d'entreposage et de manutention influencent-ils les plans de gestion des éléments nutritifs
1	Contenu du présent fascicule	53	Systèmes de manutention courants
3	Secteur de l'élevage en Ontario	57	Dimensionnement des structures d'entreposage
5	Le fumier : Une ressource	58	Systèmes de collecte et de transfert de fumier solide
6	Autres matières organiques	61	Systèmes d'entreposage de fumier solide
6	Questions liées au fumier	65	Systèmes de collecte et de transfert de fumier liquide
<b>9</b>	<b>FUMIERS ET AUTRES DÉCHETS ORGANIQUES — NOTIONS FONDAMENTALES</b>	68	Systèmes d'entreposage de fumier liquide
9	Propriétés physiques	71	Sites de structures d'entreposage permanentes
14	Propriétés odorantes et gazeuses	73	Sites de structures d'entreposage temporaires
15	Composition chimique (éléments nutritifs)	<b>74</b>	<b>GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT PROVENANT DES ENCLOS ET DES SILOS</b>
22	Propriétés biologiques	75	Volume des eaux de ruissellement
26	Dangers posés par le fumier et les autres matières organiques	76	Structures d'entreposage ou enclos extérieurs protégés par des toits
27	Planification de la gestion des éléments nutritifs — Aperçu	77	Systèmes de collecte et d'entreposage des eaux de ruissellement
<b>30</b>	<b>SÉLECTION D'UN SITE D'ENTREPOSAGE DE FUMIER</b>	78	Bandes filtrantes de végétation
30	Disposition et emplacement	80	Marais artificiels
31	Caractéristiques du sol et du site	82	Gestion du fumier provenant d'enclos et de zones de confinement extérieures permanentes
33	Contaminants et évaluation des risques	83	Gestion des jus d'ensilage
34	Résumé des normes de sélection d'un site d'entreposage de fumier	<b>85</b>	<b>ÉPANDAGE DU FUMIER</b>
<b>38</b>	<b>ODEURS DE FERME ET RAPPORTS AVEC LES VOISINS</b>	85	Gestion du fumier et de la fertilité du sol
39	PGO pour maîtriser les odeurs dégagées par les structures d'entreposage de fumier	95	Planification des épandages
40	PGO pour maîtriser les odeurs pendant l'épandage	109	Techniques d'épandage
42	Plaintes formulées par les voisins	117	Préparation
42	PGO pour éviter les plaintes	122	Cultures
43	PGO pour résoudre les plaintes	127	Uniformité des épandages de fumier
<b>46</b>	<b>TRAITEMENT DU FUMIER</b>	131	Analyses économiques
47	Séparation des solides et des liquides	<b>135</b>	<b>SURVEILLANCE, TENUE DE REGISTRES ET PLANIFICATION D'URGENCE</b>
48	Digestion anaérobie	135	Surveillance
49	Compostage aérobie	135	Tenue de registres
		136	Planification d'urgence

## 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 m<sup>3</sup> = 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 <sup>2</sup>
1 gallon	=	0,161 pi <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> /hectare
1 tonne	=	2205 livres	1 mètre	=	3,28 pieds
1 pi <sup>3</sup>	=	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

Le fumier est utilisé comme fertilisant du sol depuis presque aussi longtemps qu'on élève des animaux pour se nourrir. En Ontario, au cours de la dernière décennie, on a mis beaucoup l'accent sur certaines caractéristiques du fumier et sur la façon de le manipuler.

Tout d'abord, **on reconnaît au fumier sa grande valeur comme source d'éléments nutritifs essentiels à la croissance des cultures et comme amendement du sol.** Lorsqu'il prend en compte les éléments nutritifs fournis par le fumier ainsi que les besoins des cultures et du sol, l'agriculteur peut régler avec précision les épandages, réduisant souvent du même coup les frais liés aux intrants et à la main-d'œuvre.

**Aujourd'hui toute la société, y compris la collectivité agricole, se soucie bien davantage de protéger les sources d'eau à la campagne.** Pour les éleveurs de bétail, cela signifie porter plus d'attention aux installations d'entreposage de fumier et à leur capacité, au réglage des épandages et au moment choisi pour les effectuer, aux distances de retrait par rapport aux puits et aux plans d'eau, ainsi qu'aux pratiques culturales visant à réduire au minimum l'érosion et le ruissellement, quitte à entraîner des dépenses additionnelles.

**La taille des élevages de bétail et de volailles continue de s'accroître, et le nombre de résidents non-agriculteurs en milieu rural est en train de dépasser celui des producteurs agricoles.** Les plaintes concernant les odeurs sont la principale cause de conflits entre voisins, de sorte que les agriculteurs doivent manipuler des volumes de fumier plus considérables tout en produisant le moins d'odeurs possible.

Au moment d'entrer dans l'ère de la planification de la gestion des éléments nutritifs, nous reconnaissons plus que jamais la valeur du fumier et la nécessité de rendre sécuritaires les opérations de stockage, de manutention et d'épandage. Les agriculteurs qui adoptent une approche systémique veillent aux intérêts les plus diversifiés — l'agriculture, le sol et l'eau, les collectivités rurales et la société dans son ensemble.

**L'approche systémique appliquée à la gestion du fumier permet de mieux saisir les interactions entre les différentes composantes de l'exploitation agricole. On est plus en mesure de prédire l'effet d'un changement envisagé, p. ex. le genre de litière, sur d'autres composantes, comme la manutention du fumier. Le chapitre suivant donnera plus de détails sur cette notion.**



L'élevage du bétail constitue un secteur très important de l'économie agricole ontarienne, représentant plus de la moitié des recettes annuelles à la ferme, soit plus de 4 milliards de dollars.

## CONTENU DU PRÉSENT FASCICULE

Les éleveurs de bétail ne sont que trop conscients de leurs responsabilités à l'égard de la gestion du fumier. Le présent fascicule les aidera à adapter et à raffiner leur mode d'exploitation pour tirer le meilleur parti de leurs efforts.

## LES GRANDS THÈMES

Ce fascicule a pour objectif d'aider l'agriculteur dans le choix et la mise en œuvre des pratiques de gestion optimales les mieux adaptées à son exploitation afin que les fumiers et autres matières nutritives soient gérés de la meilleure façon possible. Voici les grands thèmes qu'on retrouvera tout au long du fascicule :

### le rôle de la planification dans la gestion des éléments nutritifs

- prendre en compte tous les éléments nutritifs et réduire ainsi le coût des intrants;

### la notion d'approche systémique

- toujours considérer chaque composante et l'exploitation dans son ensemble — aussi bien les animaux d'élevage que les champs, par exemple — au cours de la planification et de la mise en œuvre;

### l'importance de gérer les liquides

- il faut assurer la gestion de tous les liquides aux abords des installations, des aires de stockage et de l'équipement, ainsi que pendant les épandages, peu importe que l'exploitation soit conçue pour manipuler le fumier solide, le fumier liquide et/ou d'autres matières organiques;

### la nécessité d'une diligence raisonnable

- le producteur doit répondre aux attentes suivantes : disposer d'installations d'entreposage et de systèmes de manutention correspondant à ses besoins, échantillonner et faire analyser tous les éléments nutritifs, régler correctement les matériels d'épandage, faire les épandages aux doses calculées, respecter les distances de séparation prescrites, inspecter les lieux d'entreposage, surveiller les épandages, élaborer des plans d'urgence en cas de déversement, garder des dossiers exacts.

À noter que ce fascicule sert de complément général à la **Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs** et au **Règlement 267/03**. Les dispositions de la Loi se trouvent sur le site Web du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, à l'adresse <http://www.gov.on.ca/omafra/french/agops/index.html>

## APERÇU

Nous allons d'abord situer la gestion du fumier dans le contexte ontarien, puis nous examinerons certaines données et questions concernant le fumier, les biosolides (aussi appelés matières sèches biologiques) et les eaux de lavage agricoles.

Le chapitre suivant exposera des connaissances fondamentales, c'est-à-dire les principes scientifiques liés aux caractéristiques du fumier et d'autres matières nutritives sur les plans pratique et environnemental. Une bonne compréhension de ces principes aidera le producteur à faire des choix éclairés parmi les différentes pratiques de gestion optimales.

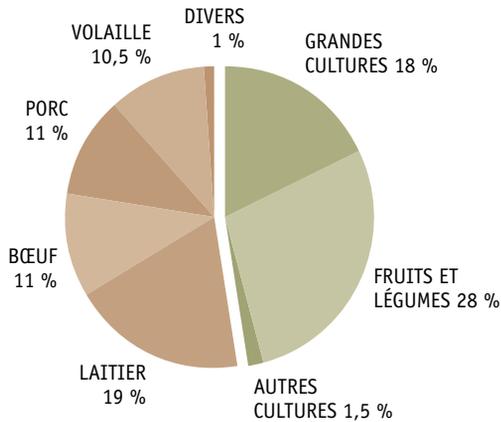
Le reste du fascicule sera consacré à la définition des pratiques de gestion optimales du point de vue de l'approche systémique. Il sera question des préoccupations relatives à la ferme (choix d'un site, odeurs, entreposage), des terres en culture (épandage, planification, choix du moment), et de la surveillance (structures d'entreposage, ruissellement, effluents des tuyaux de drainage).



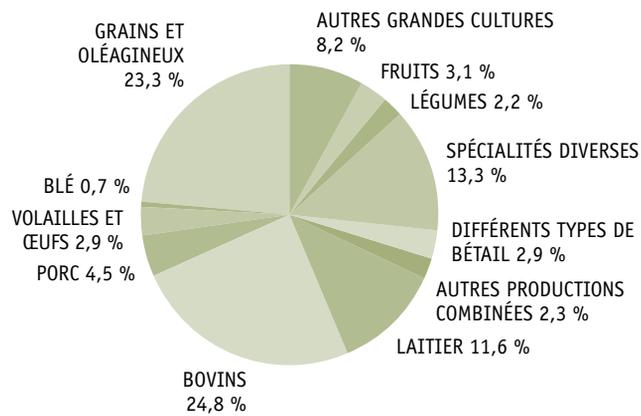
Il faut examiner fréquemment les tuyaux rigides qui transportent le fumier jusque dans les champs pour éviter toute fuite.

## SECTEUR DE L'ÉLEVAGE EN ONTARIO

**RECETTES À LA FERME SELON LE TYPE D'EXPLOITATION**



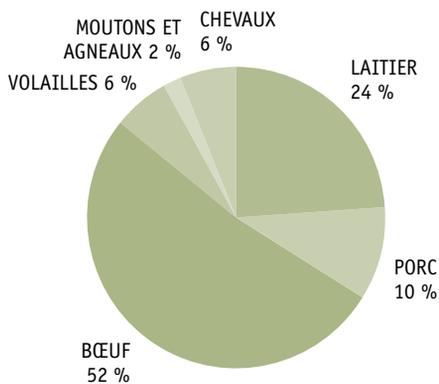
**NOMBRE DE FERMES SELON LE GENRE DE PRODUCTION**



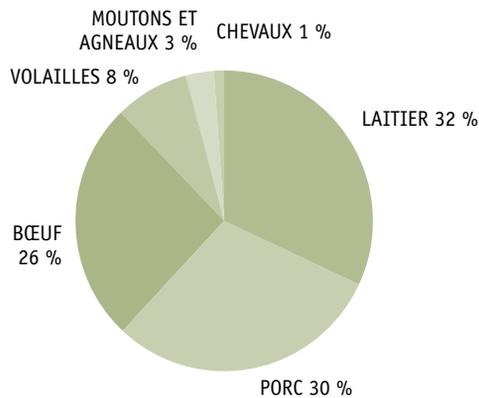
Avec plus de la moitié des terres agricoles de classe 1 au Canada, l'Ontario est fier de sa production agricole diversifiée. Les fermes de la province montrent des recettes monétaires s'élevant à plus de 8,3 milliards de dollars chaque année — dont environ la moitié provient des élevages de bétail et de volailles.

Les secteurs de l'élevage et des cultures de l'Ontario sont mutuellement complémentaires. Les terres en culture représentent environ 3,9 millions d'hectares (9,6 millions d'acres), dont une grande part sert à l'alimentation du bétail et de la volaille. En retour, la majorité du fumier provenant des élevages est épandue sur les terres en culture à titre d'élément nutritif favorisant la croissance des végétaux et la qualité du sol.

**UNITÉS NUTRITIVES DE BÉTAIL EN ONTARIO**



**NOMBRE DE FERMES D'ÉLEVAGE DE BÉTAIL SELON LE TYPE DE PRODUCTION**



Le dénombrement des animaux dans les fermes de l'Ontario révèle la répartition suivante : environ 41,5 millions de poulets, 3,5 millions de dindes, 3,3 millions de porcs, 1,2 million de bovins de boucherie, 800 000 bovins laitiers, 230 000 moutons et chèvres, et 75 000 chevaux.

## PRODUCTION ET RÉPARTITION DU FUMIER EN ONTARIO

En Ontario, les élevages génèrent un volume considérable de fumier et d'autres sous-produits, soit notamment quelque 16 millions de mètres cubes\* (3,5 milliards gal) de fumier liquide et 22 millions de tonnes métriques (24,4 millions t. imp.) de fumier solide.

Si l'on épandait uniformément ce fumier sur l'ensemble des terres cultivables disponibles en Ontario, chaque acre de terre en recevrait environ 4 375 litres (962 gal. imp.), ce qui représente une application très légère.

À l'exception de quelques déséquilibres localisés dans la répartition du fumier, l'Ontario affiche un déficit net au chapitre de la production d'éléments nutritifs provenant du fumier. En d'autres mots, les terres cultivables ont un besoin en fumier supérieur à ce que les élevages produisent. Les déséquilibres au plan de la répartition du fumier sont attribuables aux facteurs suivants :

### taille des exploitations

- les exploitations agricoles sont de moins en moins nombreuses mais leur taille augmente toujours davantage, de sorte que la taille moyenne des fermes et le volume de fumier produit par chacune continuent d'augmenter;

### répartition inégale en Ontario

- 60 % des fermes d'élevage de bétail et de volaille de l'Ontario se trouvent dans le sud-ouest de la province;

### évolution du profil rural : d'agricole à résidentiel et à d'autres vocations

- les terres disponibles sur lesquelles on peut épandre du fumier et d'autres matières organiques (p. ex., biosolides, eaux usées de source agricole) se font plus rares.

Plusieurs États de l'est des É.-U. ont un surplus de fumier, c'est-à-dire qu'ils produisent plus de fumier que la superficie des terres cultivables ne peut en recevoir.



L'utilisation agricole des terres en milieu rural est en déclin constant au profit d'autres vocations. L'accroissement du nombre de non-agriculteurs en milieu rural contribue à augmenter les risques de conflits relatifs aux odeurs et à d'autres questions environnementales.



Seulement une faible minorité d'éleveurs de bétail considère le fumier comme un déchet plutôt qu'une ressource.

\* 1000 litres = 1 mètre cube

## LE FUMIER : UNE RESSOURCE

On reconnaît au fumier sa valeur comme source d'éléments nutritifs et comme amendement de sol — deux bonnes raisons de le gérer comme toute autre ressource.

L'application périodique de fumier contribue à augmenter la teneur du sol en matière organique.



VALEUR NUTRITIVE DE DIFFÉRENTS TYPES DE FUMIER*				
FUMIER	AZOTE	PHOSPHATE	POTASSE	VALEUR PÉCUNIAIRE TOTALE
	kg/m <sup>3</sup> (lb/1000 gal)			\$/1000 gal
BOVINS LAITIERS — LIQUIDE	1,4 (14)	0,7 (7)	3,0 (30)	\$23,00
PORCS — LIQUIDE	2,4 (24)	1,1 (11)	2,0 (20)	\$28,00
VOLAILLES — LIQUIDE	5,1 (51)	2,5 (25)	3,4 (34)	\$60,00
	kg/tonne (lb/t. imp.)			\$/t. imp.
BOVINS LAITIERS — SOLIDE	1,5 (3)	1,5 (3)	5,5 (11)	\$8,00
VOLAILLE — SOLIDE	9,5 (19)	10 (20)	12,5 (25)	\$36,00

\* Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus reposent sur les hypothèses suivantes :

- l'épandage se fait au printemps — enfouissement dans les 24 h;
  - les éléments nutritifs sont tous nécessaires aux cultures de l'année en cours ou des années subséquentes pour conserver leur valeur à long terme;
  - l'azote se vend 0,48 \$/lb; le phosphate 0,41 \$/lb; la potasse 0,26 \$/lb.
- 1 m<sup>3</sup> = 1000 litres

Pour tirer le meilleur parti du fumier, on doit le stocker, le manipuler et l'épandre de manière à lui conserver toute sa valeur. Par ailleurs, ces trois opérations doivent être compatibles avec chaque exploitation en particulier et réduire les risques de pollution de l'environnement, sans toutefois coûter trop cher.

Moyennant une distribution convenable du fumier, les systèmes de pâturage naturel ou intensif n'ont pas besoin d'un apport complémentaire d'engrais.



## AUTRES MATIÈRES ORGANIQUES

Le fumier n'est pas la seule matière nutritive de source organique produite sur la ferme ou apportée de l'extérieur qui nécessite une bonne gestion.

Voici des exemples de **matières de source agricole** : eaux de lavage provenant d'une salle de traite, eaux de ruissellement provenant de cours d'animaux d'élevage et d'aires d'entreposage de fumier, lixiviat d'ensilage et eaux usées de serre.

Voici des exemples de **matières de source non agricole** : biosolides provenant d'égouts municipaux, de papières ou de transformation des aliments et eaux usées d'abattoir.

Tout comme le fumier, ces matières représentent une source d'éléments nutritifs pour les plantes et un amendement en matière organique du sol. Ils méritent donc qu'on les gère comme toute autre ressource. L'utilisation de certaines ressources peut obliger une certaine certification, p. ex. un certificat d'approbation du MEO.

## QUESTIONS LIÉES AU FUMIER

La gestion des fumiers produits par le bétail et la volaille et d'autres matières organiques constitue l'une des questions les plus épineuses de l'agriculture ontarienne. C'est une question fort complexe qui est entachée d'inquiétudes : préoccupations environnementales au niveau sociétal, plaintes pour nuisance formulées par des voisins, souci pour la santé de la famille de l'agriculteur et des animaux d'élevage. Bref, il faut savoir gérer les risques sans pour autant négliger les affaires de la ferme.

QUESTION LIÉE AU FUMIER	PRÉOCCUPATION	OBJECTIFS DE GESTION
ÉCONOMIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>représente en général un coût net pour les exploitations d'élevage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>améliorer la qualité et la fertilité du sol</li> <li>réduire la dépendance envers les intrants venant de l'extérieur</li> </ul>
ENVIRONNEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut entraîner la contamination de l'eau de surface et de l'eau souterraine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>augmenter la capacité de rétention d'eau du sol</li> <li>accroître la diversité biologique dans le sol</li> </ul>
NUISANCE	<ul style="list-style-type: none"> <li>occasionne des odeurs nauséabondes</li> <li>peut contribuer à la prolifération des mouches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduire au minimum les odeurs et les populations de mouches, et prévenir les plaintes formulées par les voisins</li> </ul>
SANTÉ DES PERSONNES	<ul style="list-style-type: none"> <li>abrite des organismes pathogènes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduire au minimum les dangers pour la santé</li> </ul>



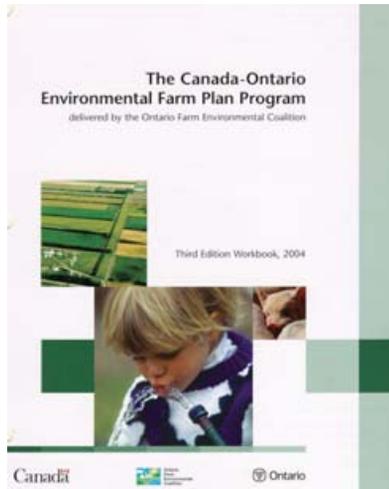
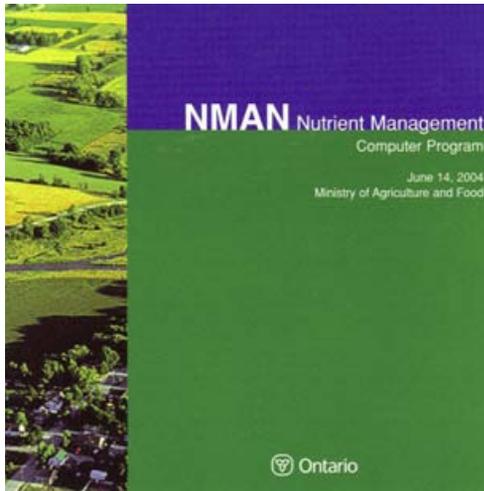
La proportion des grandes fermes d'élevage est à la hausse en Ontario. La plupart des élevages intensifs de bétail (grandes exploitations) sont bien gérés, et leurs systèmes de gestion du fumier sont convenables.

## RÉACTION DU SECTEUR AGRICOLE

Au cours de la dernière décennie, bon nombre de groupes d'intervenants agricoles de l'Ontario, souvent diversifiés, ont abordé les questions liées au fumier franchement et sans détour. Les associations agricoles, les organismes d'État, les municipalités, les organisations non gouvernementales pour la protection de l'environnement et d'autres partenaires poursuivent leur travail dynamique, en collaboration les uns avec les autres.

Voici quelques instantanés de récentes réussites.

**En Ontario, nous disposons d'un logiciel permettant d'élaborer des plans de gestion des éléments nutritifs qui sont fiables et qui reposent sur des données scientifiques. Cette approche aide à planifier les structures d'entreposage, à calculer les taux d'application sécuritaires compte tenu des superficies visées, à déterminer le meilleur moment pour effectuer les épandages et à faire le suivi du calendrier des épandages.**



Le programme des plans agro-environnementaux met l'accent sur les questions liées au sol, à l'eau, aux éléments nutritifs et aux pesticides. Les producteurs participants font une évaluation de site partiellement détaillée en attribuant une cote à chaque élément du système de gestion du milieu adopté sur la ferme et en élaborant un plan d'action.



L'échantillonnage des fumiers et l'analyse de leurs compositions nutritionnelles forment ensemble une pratique de gestion optimale. À l'instar de toutes les autres, elle allie les objectifs de production et ceux de protection de l'environnement.



Les ingénieurs et spécialistes du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario préconisent depuis longtemps le recours à l'approche systémique dans la gestion du fumier. Cette approche implique la gestion globale de tous les sous-produits liquides et solides qu'on trouve sur la ferme, depuis le bâtiment d'élevage jusqu'aux planches de semis.

Chercheurs et conseillers travaillent avec les producteurs pour abaisser les teneurs des fumiers en éléments nutritifs grâce à l'amélioration de la nutrition du bétail et des aliments qu'on lui donne.

Bon nombre de questions que posent les agriculteurs ont trouvé leurs réponses dans les projets de démonstration et les recherches appliquées faites dans les exploitations agricoles.



Des progrès réalisés dans les techniques de traitement du fumier pourraient favoriser la réduction des volumes de matières à gérer et contribuer à l'approvisionnement de l'exploitation agricole en énergie.

Les améliorations nécessaires aux pratiques et systèmes de gestion des éléments nutritifs à la ferme peuvent s'avérer trop onéreuses pour des producteurs individuels. Il existe parfois des programmes à frais partagés par le gouvernement et des partenaires de l'industrie qui offrent de l'aide financière aux producteurs. C'est le cas de certains programmes locaux portant sur la qualité de l'eau tels que les plans d'assainissement, l'aide possible d'un office de conservation de la nature, et certaines initiatives d'une municipalité.

# FUMIERS ET AUTRES DÉCHETS ORGANIQUES — NOTIONS FONDAMENTALES

DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

les propriétés physiques du fumier solide et du fumier liquide

les propriétés gazeuses et odorantes du fumier

les propriétés chimiques ou nutritionnelles du fumier

les processus selon lesquels certains produits chimiques et éléments nutritifs du fumier sont recyclés dans l'environnement et d'autres, accumulés

les propriétés biologiques du fumier

les dangers pour l'environnement

la planification de la gestion des éléments nutritifs.

Les pratiques de gestion optimales concernant les fumiers et autres déchets organiques reposent sur des principes scientifiques et sur des faits observés en milieu réel. La bonne compréhension de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques aidera à mieux gérer ces éléments nutritifs de façon sécuritaire et efficace.

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

La composition du fumier de bétail varie selon son origine. D'une part, le fumier se compose d'une fraction liquide et d'une fraction solide; d'autre part, il est constitué d'éléments organiques et d'éléments inorganiques. La composition du fumier varie en bout de ligne selon le type de bétail, son âge, sa taille, sa nutrition, le genre de logement et la litière, aussi bien que selon les quantités de litière et d'eaux usées supplémentaires.

**Fumier = matières fécales + aliments non digérés + urine + litière + eau non contaminée + eaux usées + autres déchets animaux.**

**Le principe clé de la gestion du fumier consiste à prendre en compte toutes les matières, les liquides en particulier.**



ÉLÉMENT DU FUMIER	COMPOSITION	
FÈCES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aliments non digérés</li> <li>• autres déchets animaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• éléments nutritifs sous forme organique et acides organiques</li> <li>• éléments nutritifs sous forme inorganique et sels</li> </ul>
URINE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eau</li> <li>• acides et sels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• éléments nutritifs (p. ex., nitrates)</li> </ul>
LITIÈRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paille, fibres ligneuses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aliments solides gaspillés</li> </ul>
EAU NON CONTAMINÉE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eau d'abreuvement</li> <li>• eau provenant de fuites ou de déversements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eau de gouttières, précipitations, fonte des neiges</li> </ul>
EAUX DE LAVAGE ET DE RUISSELLEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eaux de lavage des installations</li> <li>• eaux de lavage de la salle de traite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eaux de ruissellement provenant des cours d'exercice, des aliments entreposés et du fumier solide</li> </ul>



La teneur en eau et la quantité totale de solides influent directement sur le genre de manutention à adopter. Les pompes et systèmes fonctionnant par gravité sont tout désignés pour la manutention des fumiers contenant plus d'eau et moins de matières solides.

Dans un poulailler type de 20 000 oiseaux, il faut environ 9 tonnes (10 t. imp.) de copeaux de bois pour recouvrir le plancher d'une couche de litière de 10 cm (4 po).

## FUMIER SOLIDE

### composition

- consiste principalement en litière et en matières fécales;
- varie selon le type de bétail, son âge, son alimentation et la litière;
- change aussi avec le temps et en fonction du degré de décomposition.

### teneur en matière sèche (M.S.)

- représente habituellement entre moins de 18 % (p. ex. fumier solide de bovins laitiers) et 60 % (p. ex. fumier de volaille et copeaux de bois) de tout le fumier solide;
- l'eau provient surtout de l'urine et de l'eau déversée des abreuvoirs.



À noter : Le fumier solide peut contenir 40–80 % de liquides.

**CARACTÉRISTIQUES DES FUMIERS SOLIDES**

GENRE D'ANIMAL	POIDS MOYEN (lb)	LITIÈRE SUPPLÉMENTAIRE (moyenne en pi <sup>3</sup> /j)	DENSITÉ (lb/pi <sup>3</sup> )	VOLUME TOTAL (pi <sup>3</sup> /j)	TENEUR MOYENNE EN M.S. (%)
TRUIE ET PORCELETS	400	0,58	60	0,624	14,6
PORC À L'ENGRAIS — solide, racloir	117	0,013	60	0,158	13,2
PORCELET DE SEVRAGE PRÉCOCE	26,7	0,0076	60	0,066	13,5
VACHE HOLSTEIN EN ÂGE DE DONNER DU LAIT — solide, stabulation libre	1400	0,598	52	2,135	21,2
VACHE D'ÉLEVAGE DE BOUCHERIE ADULTE (avec veau)	1300	0,156	50	1,258	30
VACHE D'ÉLEVAGE DE BOUCHERIE ADULTE (avec veau) — litière épaisse	1300	0,578	40	1,690	45
BOVIN D'ENGRAISSEMENT	683	0,082	52	0,661	21,9
BOVIN DE FINITION	800	0,096	52	0,774	21,9
OVINS DE BOUCHERIE	175	0,060	45	0,156	30
CAPRINS À VIANDE (chevreau non sevré y compris)	160	0,012	50	0,096	30
CAPRINS — chevreau d'engraissement (> 45 lb)	40	0,0029	50	0,024	30
CAPRINS — chèvre laitière	170	0,016	50	0,123	30
CAPRINS — chevreau laitier	36,7	0,0033	50	0,027	30

Les données du tableau ci-dessus sont des moyennes.



Les fumiers liquides qui ont une faible teneur en matière sèche (c.-à-d. moins de 8 %) sont plus faciles à reprendre, à transférer et à manutentionner.

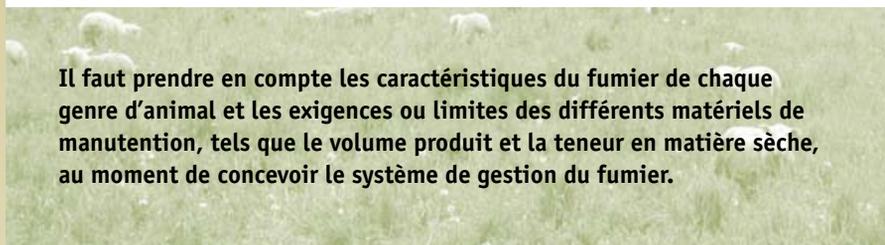
## FUMIER LIQUIDE

### composition

► consiste principalement en eaux de lavage des installations + eaux de lavage de la salle de traite (prod. laitière) + eaux de ruissellement ajoutées + neige et pluies + litière + fèces + matériau absorbant l'urine et matières fécales;

### teneur en matière sèche (M.S.)

► les matières solides totales représentent habituellement entre moins de 8 % (p. ex. fumier de bovins laitiers et salle de traite) et 12 % (p. ex. fumier de bovins laitiers avec quantité moyenne de litière) de tout le fumier liquide.



Il faut prendre en compte les caractéristiques du fumier de chaque genre d'animal et les exigences ou limites des différents matériels de manutention, tels que le volume produit et la teneur en matière sèche, au moment de concevoir le système de gestion du fumier.

### CARACTÉRISTIQUES DES FUMIERS LIQUIDES

GENRE D'ANIMAL	POIDS MOYEN (lb)	VOLUME TOTAL (pi <sup>3</sup> /j)	TENEUR EN M.S. (% moyen)	LITIÈRE/EAU SUPPLÉMENTAIRE
TRUIE ET PORCELETS	400	0,722	2,9	–
PORC À L'ENGRAIS	117	0,245	5,0	–
PORCELET SEVRÉ	35	0,100	2,7	–
VACHE LAITIÈRE EN ÂGE DE DONNER DU LAIT	1400	2,613	9,1	0,017 pi <sup>3</sup> /vache/jour
GÉNISSE LAITIÈRE	650	0,744	11,0	0,016 pi <sup>3</sup> /génisse/jour
VEAU LAITIER	200	0,240	11,0	0,005 pi <sup>3</sup> /veau/jour
EAUX DE LAVAGE — stabulation libre	–	–	–	0,6 pi <sup>3</sup> /vache/jour
EAUX DE LAVAGE — stalles entravées, lactoduc	–	–	–	0,5 pi <sup>3</sup> /vache/jour
EAUX DE LAVAGE — stalles entravées, pas de lactoduc	–	–	–	0,25 pi <sup>3</sup> /vache/jour
VACHE D'ÉLEVAGE DE BOUCHERIE (avec veau)	1300	1,508	9,0	–
BOVIN D'ENGRASSEMENT	683	0,793	9,0	–
BOVIN DE FINITION	800	0,928	9,0	–

## FUMIER SEMI-LIQUIDE

Le fumier liquide peut être pompé. Toutefois, il est difficile de gérer les fumiers dont la teneur en matière sèche s'élève à 14–18 % : ils sont trop secs pour être pompés et trop humides pour être manutentionnés comme du fumier solide.

Ces matières fécales sont regroupées sous le terme de fumier semi-liquide. Il faut soit les diluer avec des eaux de lavage ou de ruissellement pour les gérer comme du fumier liquide, soit les mélanger avec de la litière pour les manipuler comme du fumier solide.

GENRES DE FUMIER ET SYSTÈMES DE GESTION			
GENRE DE FUMIER ET SYSTÈME	TENEUR EN M.S.	FORME	TYPE D'ENTREPOSAGE
PORCS — fumier liquide BOVINS LAITIERS — minimum de litière; grande dilution avec les eaux de lavage de la salle de traite	• < 8 %	• liquide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réservoir en béton, en acier ou en acier à revêtement vitrifié</li> <li>• fosse en terre, sans accès pour tracteur</li> </ul>
BOVINS LAITIERS — quantité moyenne de litière; dilution moyenne	• 8–12 %	• liquide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réservoir en béton, en acier ou en acier à revêtement vitrifié</li> <li>• fosse en terre, sans accès pour tracteur</li> </ul>
BOVINS LAITIERS — beaucoup de litière; dilution moyenne	• 21 %	• portion solide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plate-forme en béton, avec gestion du ruissellement (p. ex. structure séparée pour écoulements)</li> </ul>
BOVINS LAITIERS — beaucoup de litière; aucune dilution BOVINS DE BOUCHERIE — beaucoup de litière; aucune dilution	• > 21 %	• solide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réservoir couvert en béton, avec chemin d'accès</li> <li>• plate-forme en béton, avec gestion du ruissellement (p. ex. structure séparée pour écoulements)</li> </ul>
OVINS — beaucoup de litière; aucune dilution	• 35 %	• solide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fumier et litière accumulés dans la bergerie</li> </ul>
VOLAILLE — beaucoup de litière, aucune dilution; séchage à l'air	• 60 %	• solide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réservoir couvert en béton avec accès pour tracteur</li> <li>• accumulation de fumier et litière sur place</li> </ul>

## PROPRIÉTÉS ODORANTES ET GAZEUSES

L'odorat de l'humain est capable de détecter une vaste gamme d'odeurs, dont un bon nombre à des concentrations extrêmement faibles. Des chercheurs ont identifié plus de 160 substances qui peuvent émaner du fumier. Certaines sont odorantes, d'autres inodores. Cette vaste gamme de substances, la complexité de leurs mélanges et la grande acuité de notre sens de l'odorat produisent la diversité des odeurs attribuées aux fumiers.

Le tableau ci-dessous présente certains attributs des substances les plus courantes du fumier.

PRINCIPAUX GAZ DE FUMIER	
SUBSTANCE	ATTRIBUTS
DIOXYDE DE CARBONE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sans odeur</li> <li>• produit de l'activité microbienne anaérobie* et aérobie</li> </ul>
MÉTHANE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sans odeur</li> <li>• produit de l'activité microbienne anaérobie</li> </ul>
AMMONIAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odeur âcre, piquante et irritante; toxicité faible</li> <li>• produit de l'activité microbienne anaérobie et aérobie</li> <li>• solubilité dans l'eau; densité plus faible que l'air</li> <li>• dispersion rapide en milieux ouverts — constituant ainsi de plus grandes préoccupations dans les bâtiments d'élevage que pendant l'épandage sur des terres</li> </ul>
SULFURE D'HYDROGÈNE et AUTRES GAZ CONTENANT DU SOUFRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odeur forte d'œufs pourris</li> <li>• produit de la décomposition anaérobie du fumier</li> <li>• solubilité dans l'eau; poids supérieur à l'air</li> <li>• substances facilement détectées par l'humain à de très faibles concentrations</li> <li>• le sulfure d'hydrogène est très toxique lorsqu'il s'accumule dans des espaces clos</li> </ul>
ACIDES ORGANIQUES VOLATILS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grande diversité de types et de caractéristiques</li> <li>• produit de décomposition en milieux surtout anaérobies</li> <li>• responsables en grande part des odeurs de fumier</li> </ul>
COMPOSÉS PHÉNOLIQUES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• substances très odorantes</li> <li>• se trouve dans le fumier brut — sa concentration augmente en milieux anaérobies</li> </ul>

\* « anaérobie » signifie en l'absence d'oxygène

Adaptation d'un tableau de : Koelsch, Rick, *FFPPA Reference Manual*

Les différents gaz produits et leurs quantités respectives sont fonction du type de fumier et de la façon dont il est manutentionné. Des conditions aérobies produisent des gaz tels que le dioxyde de carbone et l'oxyde de diazote. Par contre, des conditions anaérobies (fumier liquide et le centre des tas de fumier solide) peuvent produire du sulfure d'hydrogène, de l'ammoniac et du méthane.

Certains gaz restent souvent emprisonnés dans la masse de fumier jusqu'à ce qu'on la remue pour l'épandre. Voilà pourquoi l'odeur du fumier s'intensifie au moment de l'épandage.



L'odeur du fumier est la plus forte pendant les épandages, la plus grande part des gaz très odorants étant jusque-là emprisonnés dans la masse de fumier.

## PROPRIÉTÉS CHIMIQUES (ÉLÉMENTS NUTRITIFS)

Toutes les parties composant le fumier renferment des éléments nutritifs, sous forme soit organique, soit inorganique. Pour plus de renseignements sur le rôle que jouent les différents éléments nutritifs dans la croissance des cultures, voir l'encadré portant sur ce sujet à la page 18. Par ailleurs, on examinera leurs répercussions sur l'environnement vers la fin du chapitre.

## MACRO-ÉLÉMENTS FERTILISANTS

### *Azote (N)*

Dans les fèces non décomposées, la majeure partie de l'azote se trouve sous forme organique, soit comme aliment non digéré, soit comme élément biologique des bactéries et autres microorganismes qui peuplent normalement le tube digestif. Dans l'urine, une grande part de l'azote s'y trouve sous forme d'urée ou d'acide urique, et une part moindre comme ammonium ou sels organiques. Au cours du stockage et de la manutention, ces composés subissent certaines transformations, de sorte que les matières épandues sont bien différentes des matières produites par l'animal.

### *Phosphore (P)*

La majorité du phosphore est excrétée dans les fèces, principalement dans des composés organiques, tels que la phytine (provenant d'aliments non digérés), mais aussi comme ortho-phosphate. La dégradation des composés organiques se fait d'emblée durant l'entreposage et dans le sol, ce qui rend tôt ou tard la majorité du phosphore excrété dans le fumier disponible aux cultures.

Seulement 40 % du P provenant du fumier est considéré comme disponible aux cultures pendant l'année de l'application. Cette faible biodisponibilité serait due principalement au manque d'uniformité de l'épandage ou au dépôt du fumier à un endroit difficile d'accès par les racines. À noter : selon les analyses, 80 % du phosphore épandu finissent par contribuer à l'augmentation du P dans le sol.

### *Potassium (K)*

Le plus gros du potassium est excrété dans l'urine sous forme de sels de potassium solubles. Une faible quantité se retrouve dans les bactéries qui peuplent le fumier. Le potassium n'est pas lié sous forme de composés organiques dans les cellules animales ou végétales. Il est donc facilement disponible pour la croissance des plantes et, par conséquent, il peut aussi être perdu par le ruissellement du fumier.

## ÉLÉMENTS NUTRITIFS DISPONIBLES DANS LE FUMIER SELON LE GENRE D'ANIMAL — FUMIER LIQUIDE

Genre d'animal	M.S. moy.	N <sup>bre</sup> d'échant.	N Total	NH <sub>4</sub> -N	N utilisable <sup>1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Valeur pour 1 <sup>re</sup> année <sup>2,3</sup>	Valeur pour les années 2-4 <sup>2,3</sup>	N Total	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K
	%		lb/1000 gal					\$/1000 gal		%	ppm	%	%	%
PORCS	3,8	924	40	26,5	26,5	12,0	18,4	22,35	6,00	0,40	2648	0,26	0,13	0,17
BOV. LAITIERS	8,5	860	36	15,3	17,9	8,3	25,9	18,60	5,10	0,36	1527	0,15	0,09	0,24
BOV. DE BOUCHERIE	7,1	61	31	13,4	15,6	7,4	21,6	16,00	4,45	0,31	1337	0,13	0,08	0,20
VOLAILLES	10,6	137	83	55,8	58,4	27,6	32,4	47,65	13,50	0,83	5581	0,56	0,30	0,30
RUISSELLEMENT	0,6	41	5,2	3,2	3,5	1,5	9,6	4,60	0,75	0,052	321	0,03	0,02	0,09
VEAU DE LAIT	7,2	5	33	5,4	13,2	6,4	18,4	12,35	4,90	0,33	543	0,05	0,07	0,17
BIOSOLIDES (AÉROBIE)	2,0	10	12	1,1	4,3	5,5	0,0	3,77	2,86	0,12	109	0,01	0,06	
BIOSOLIDES (ANAÉROBIE)	4,4	39	28	7,8	13,1	12,9	0,0	11,55	6,90	0,28	776	0,08	0,14	0,00

1 N utilisable = quantité d'azote disponible la première année si le fumier est épandu au printemps et qu'il est enfoui dans les 24 h qui suivent.

2 La valeur du fumier est basée sur le prix de la quantité équivalente d'un engrais minéral (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 0,48-0,21-0,26 \$/lb).

3 La valeur immédiate réelle pour la production végétale sera inférieure si certains éléments nutritifs épandus ne sont pas requis par la culture en croissance.

Source : Les résultats proviennent d'analyses de fumiers faites par A&L Lab, Guelph Agrifood Lab, Stratford Agri-Analysis et les Services d'analyse de l'Université de Guelph, de 1991 à 2003.



Les carences en N dans le maïs se manifestent par le jaunissement des feuilles.



Une carence en potassium nuit à l'absorption de l'eau par la luzerne.

**ÉLÉMENTS NUTRITIFS DISPONIBLES DANS LE FUMIER SELON LE GENRE D'ANIMAL<sup>4</sup> — FUMIER SOLIDE**

Genre d'animal	M.S. moy.	N <sup>bre</sup> d'échant.	N Total	NH <sub>4</sub> -N	N utili- sable <sup>1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Valeur pour 1 <sup>re</sup> année <sup>2,3</sup>	Valeur pour les années 2-4 <sup>2,3</sup>	N Total	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K
	%		lb/t. imp.					\$/t. imp.		%	ppm	%	%	%
PORCS	28,2	40	17,8	4,7	7,5	8,5	11,0	9,90	4,50	0,89	2324	0,23	0,46	0,51
BOV. LAITIERS	24,2	150	12,2	2,6	3,7	3,1	10,8	5,85	2,05	0,61	1278	0,13	0,17	0,5
BOV. DE BOUCHERIE	28,6	155	14,6	1,6	3,4	4,2	12,3	6,50	2,80	0,73	812	0,08	0,23	0,57
MOUTONS	31,3	35	14,4	3,4	4,7	4,8	14,5	7,95	2,85	0,72	1716	0,17	0,26	0,67
CHÈVRES LAITIÈRES	35,5	39	21,6	5,8	7,6	5,2	22,5	11,50	3,40	1,08	2878	0,29	0,28	1,04
BOVINS – COMPOSTÉ	38,3	29	17,2	1,1	5,8	5,2	23,8	11,00	3,40	0,86	543	0,05	0,28	1,1
VEAU DE GRAIN	28,8	18	15,8	2,7	4,4	3,3	10,2	6,05	2,40	0,79	1328	0,13	0,18	0,47
CHEVAUX	36,5	20	10,8	1,6	2,8	2,9	10,6	5,25	1,95	0,54	784	0,08	0,16	0,49
LAPINS	45,5	20	24,4	2,6	5,6	15,8	13,8	13,24	8,25	1,22	1281	0,13	0,86	0,64
VOLAILLES	52,6	623	47,4	11,0	20,8	20,4	25,3	24,85	11,30	2,37	5495	0,55	1,11	1,17
PONDEUSES	32,7	149	34,5	15,4	19,6	15,6	17,0	20,15	7,95	1,72	7719	0,77	0,85	0,79
POULETTES	36,2	47	42,0	12,4	20,0	16,6	19,4	21,40	9,20	2,1	6200	0,62	0,90	0,90
POULETS DE GRIL	73,0	22	62,2	3,8	20,9	23,6	34,6	28,55	14,40	3,11	1881	0,19	1,28	1,6
REPRODUC- TEURS DE POULETS DE GRIL	58,2	37	39,0	6,6	15,7	26,8	30,3	26,30	13,60	1,95	3300	0,33	1,46	1,40
DINDES	39,2	27	46,1	16,48	23,7	23,2	24,4	27,15	11,90	2,31	8239	0,82	1,26	1,13

1 N utilisable = quantité d'azote disponible la première année si le fumier est épandu au printemps et qu'il est incorporé dans les 24 h qui suivent.

2 La valeur du fumier est basée sur le prix de la quantité équivalente d'un engrais minéral (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 0,48-0,41-0,26 \$/lb).

3 La valeur immédiate réelle pour la production végétale sera inférieure si certains éléments nutritifs épandus ne sont pas requis par la culture en croissance.

Source : Les résultats proviennent d'analyses de fumiers fournies A&L Lab, Guelph Agrifood Lab, Stratford Agri-Analysis et les Services d'analyse de l'Université de Guelph, de 1991 à 2003.

## RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS NUTRITIFS EN AGRICULTURE

Qu'il s'agisse de bétail ou de cultures, la plupart des productions agricoles nécessitent une abondance d'éléments nutritifs. Les **macro-éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium)**, parfois appelés éléments majeurs, et les **éléments nutritifs secondaires (calcium, magnésium et soufre)** sont considérés comme indispensables à la vie des animaux et des plantes.

ÉLÉMENT NUTRITIF	RÔLES CHEZ LE BÉTAIL	RÔLES CHEZ LES PLANTES
AZOTE (N)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• composition des protéines des muscles, de la peau et des organes internes</li> <li>• constitution d'enzymes impliqués dans les processus métaboliques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• composition des protéines responsables de la croissance des tissus</li> <li>• constitution d'enzymes impliqués dans les processus biologiques</li> <li>• photosynthèse et respiration</li> </ul>
PHOSPHORE (P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• croissance des os</li> <li>• transfert de l'énergie</li> <li>• production de lait, de viande et d'œufs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• photosynthèse et respiration</li> <li>• transfert de l'énergie</li> <li>• division cellulaire</li> </ul>
POTASSIUM (K)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• activité musculaire</li> <li>• régulation de la pression sanguine</li> <li>• tamponnage du pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formation de la structure des végétaux</li> <li>• photosynthèse et respiration</li> <li>• absorption de l'eau par les racines</li> </ul>
CALCIUM (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• croissance et réparation des os</li> <li>• production de lait et d'œufs</li> <li>• fonctions reproductrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• renforcement des parois cellulaires</li> <li>• formation des cellules</li> <li>• activation des enzymes</li> </ul>
MAGNÉSIUM (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• composition d'enzymes</li> <li>• relaxation des muscles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• photosynthèse</li> <li>• activation des protéines et des enzymes</li> </ul>
SOUFRE (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• composition de nombreux acides aminés des protéines et des enzymes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• composition de nombreux acides aminés des protéines et des enzymes</li> </ul>

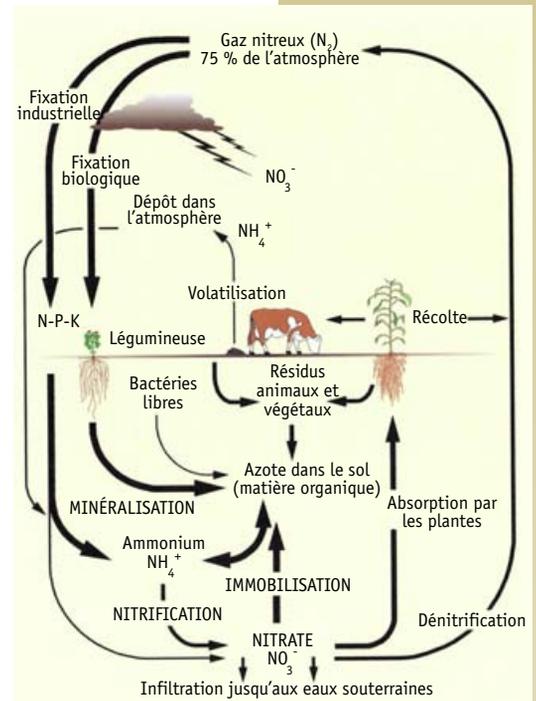
## CYCLES DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS L'ENVIRONNEMENT

### Cycle de l'azote

Dans le fumier, l'azote peut être de nature organique ou inorganique. Sa forme inorganique principale est l'**ammonium** ( $\text{NH}_4^+$ ), une substance qui est disponible pour la croissance des végétaux. C'est un composé extrêmement volatil qui peut se transformer en gaz ammoniac lorsque les conditions sont propices. L'ammonium peut aussi poser problème lorsque du fumier non décomposé s'écoule dans l'eau de surface : une certaine partie se transforme alors en ammoniaque (gaz ammoniac en solution dans l'eau), qui est très toxique pour les poissons.

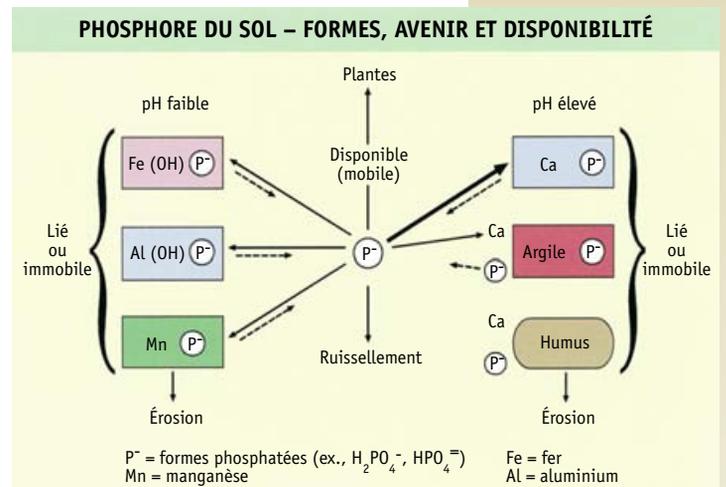
La fraction azotée organique du fumier est plutôt stable; elle se transforme graduellement en ammonium selon un processus appelé minéralisation. Dans le sol, l'ammonium adhère aux particules de sol, surtout à l'argile et à la matière organique. Ce composé est assimilable par les plantes et peut être soumis à la nitrification, un processus selon lequel les microorganismes le transforment en nitrites et en nitrates  $\text{NO}_3^-$ .

Le sort des **nitrate**s ( $\text{NO}_3^-$ ) du sol est multiple. Certaines molécules sont assimilées par les végétaux ou absorbées par les microorganismes (c.-à-d. liées). D'autres traversent le sol par lessivage au-delà de la zone racinaire. On peut aussi en retrouver dans les eaux de ruissellement provenant des terres cultivées. Dans les terres imbibées d'eau, les microorganismes du sol peuvent réduire les nitrates en azote gazeux comme  $\text{N}_2$  et  $\text{N}_2\text{O}$  par dénitrification. À noter que le  $\text{N}_2\text{O}$  est un gaz à effet de serre.



### Cycle du phosphore

Dans le fumier, le phosphore peut être de nature organique ou inorganique. Au cours de la première année suivant l'épandage, la disponibilité du phosphore contenu dans le fumier ne représente que 40 % de celle des engrais phosphatés. Il existe des phosphates inorganiques sous forme de minéraux dans le sol (voir l'illustration) et en solution — en plus de petites quantités de P organique. Dans les sols à pH faible, le phosphore est lié — et donc non disponible — dans des composés contenant du fer, du manganèse et de l'aluminium. Par contre, dans les sols à pH élevé, le P se retrouve adhérent aux particules d'argile ou d'humus, à moins qu'il soit lié à des composés de calcium. En solution, les phosphates peuvent être repris par les plantes, rejetés dans les eaux de ruissellement ou transportés au-delà de la zone racinaire par lessivage au travers des fissures du sol. Le phosphate qui rejoint les eaux de surface favorise la croissance accrue des algues. Au fur et à mesure que ces plantes aquatiques meurent et se décomposent, la teneur en oxygène de l'eau diminue, ce qui entraîne la mort des poissons et d'autres espèces animales aquatiques.



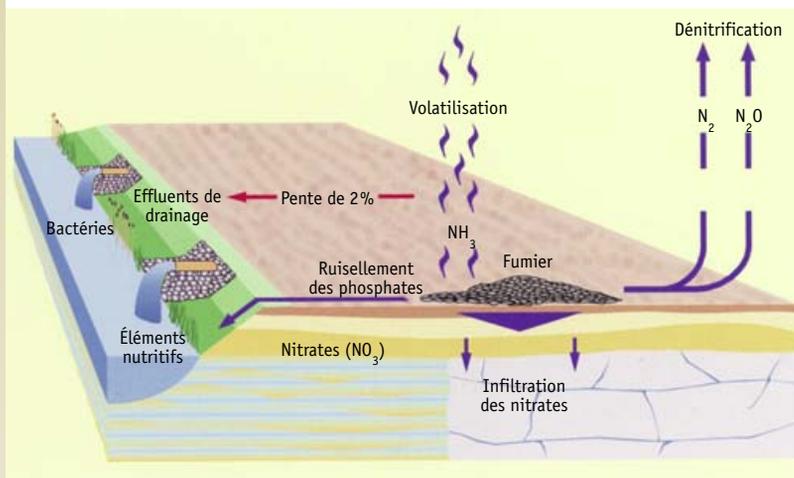
## Cycle du potassium

Le potassium n'entre pas dans la composition de substances complexes dans les tissus animaux ou végétaux, étant présent presque exclusivement sous forme d'ions  $K^+$  en solution, soit à l'intérieur des cellules ou dans le liquide intra-cellulaire. En d'autres mots, le plus gros du potassium qui se trouve dans le fumier est présent sous forme facilement disponible — sa disponibilité atteint jusqu'à 90 % de celle du potassium des engrais commerciaux.

Dès que le fumier est épandu sur le sol, les ions  $K^+$  sont attirés par les particules d'argile et d'humus, qui sont de charge négative. Cette attraction fait augmenter la réserve de potassium, une des composantes minérales du sol. Entre 90 et 98 % de tout le potassium qui se trouve dans le sol sont liés sous forme non disponible dans la structure minérale, tandis que le potassium échangeable à la surface des minéraux de l'argile représente jusqu'à 10 %. Pour sa part, le potassium en solution constitue 1-2 % du potassium total — c'est ce potassium dissout qui est sujet au lessivage à la suite de fortes averses.

## PERTES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS DU FUMIER

Certains des macro-éléments fertilisants considérés comme indispensables à la vie des animaux, des cultures et du sol nuisent à la qualité de l'air et de l'eau lorsqu'ils sont présents en quantités excessives. On trouvera dans le tableau de la page 21 un résumé des processus qui entraînent la perte d'éléments nutritifs au cours de l'entreposage, de la manutention et de l'épandage du fumier.



**Il peut s'avérer difficile de gérer efficacement les éléments nutritifs du fumier et d'en réduire les pertes au minimum. Les éléments nutritifs du fumier, en particulier les formes azotées qui se trouvent dans le fumier, sont très susceptibles d'être perdus à l'état gazeux, soit par volatilisation de l'ammoniac ou par dénitrification. Les formes organiques et inorganiques de l'azote du fumier sont toutes deux sujettes à des pertes dans les terres en culture par voie du ruissellement en surface ou par infiltration dans les fissures du sol jusque dans les tuyaux de drainage. Les éléments nutritifs inorganiques peuvent être immobilisés par les microorganismes du sol ou lessivés vers les aquifères situés à faible profondeur.**

## PERTE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS PENDANT LE STOCKAGE, LA MANUTENTION ET L'ÉPANDAGE

PROCESSUS	DÉTAILS
VOLATILISATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la volatilisation est la perte d'ammoniac libre (<math>\text{NH}_3</math>) au profit de l'atmosphère</li> <li>• il y a transformation rapide en ammoniac de l'ammonium (<math>\text{NH}_4</math>) du fumier laissé en surface</li> <li>• la production de <math>\text{NH}_3</math> s'accélère lorsque le fumier a une haute teneur en <math>\text{NH}_4</math></li> <li>• le rythme des pertes varie selon la température, la vitesse du vent, l'humidité du sol, le pH, la couverture végétale, les précipitations et l'infiltration — le rythme étant le plus rapide par temps chaud, ensoleillé et sec</li> <li>• les pertes sont presque complètement éliminées par incorporation du fumier dans le sol</li> </ul>
DÉNITRIFICATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'ammonium (principale forme d'azote dans le fumier) se transforme en nitrates et en nitrites par nitrification</li> <li>• en milieu saturé, les nitrates sont transformés en azote gazeux (<math>\text{N}_2</math>) par les microorganismes du sol</li> <li>• les nitrates sont transformés en <math>\text{N}_2\text{O}</math> par les microorganismes dans les lieux d'entreposage et les sols à demi-saturés</li> </ul>
RUISSELLEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le fumier appliqué en surface risque fort d'être entraîné par ruissellement</li> <li>• les facteurs aggravants sont : pente forte, taux d'infiltration faible, compactage du sol, gel du sol, culture ou couvre-sol clairsemés, précipitations abondantes, dose d'épandage élevée, fonte des neiges</li> </ul>
LESSIVAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le lessivage est le mouvement des solutions de sol et de leurs solutés au-delà du profil de sol et de la zone racinaire</li> <li>• une forte concentration de nitrates et/ou de bactéries dans la zone racinaire et un mouvement net de l'eau à travers le profil sont des conditions indispensables à ce phénomène</li> <li>• les sols sableux et graveleux dans lesquels la nappe phréatique est élevée sont le plus à risque</li> <li>• les principales sources de nitrates sont : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ fumier mal entreposé (p. ex. stockage de fumier solide ou composté sur un sol nu, sans abri)</li> <li>○ épandage d'engrais azoté à une dose supérieure aux besoins de la culture</li> <li>○ légumineuses ou fumier ayant une teneur élevée en ammonium</li> </ul> </li> </ul>
ÉCOULEMENT PRÉFÉRENTIEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'écoulement préférentiel correspond au mouvement en masse de liquides épandus, directement vers des tuyaux de drainage et de là jusqu'à un exutoire</li> <li>• tous les éléments nutritifs et toutes les bactéries présents dans le fumier sont susceptibles de contaminer des eaux de surface, les effluents ayant tendance à pénétrer dans les fissures du sol et dans les galeries continues créées par les vers de terre</li> </ul>
IMMOBILISATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• il y a immobilisation lorsque des éléments nutritifs sont liés par des microorganismes du sol</li> <li>• les populations de microorganismes terricoles sont assez grandes et diversifiées pour emprisonner les nitrates et phosphates présents dans les solutions de sol avant même que les plantes puissent les utiliser</li> <li>• le taux d'immobilisation dépend du ratio carbone:azote (C:N) dans les résidus de cultures ou le fumier ajoutés au sol : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ lorsqu'on ajoute au sol une matière riche en carbone et pauvre en azote, comme la paille ou la sciure de bois, les microorganismes du sol ne tardent pas à lier tous les nitrates disponibles</li> <li>○ après un certain temps, les microorganismes viennent à manquer de nourriture, et libèrent l'azote après sa minéralisation</li> <li>○ consulter le tableau de la page 25 pour connaître le ratio C:N des matières couramment ajoutées aux sols</li> </ul> </li> </ul>

On peut réduire au minimum les pertes d'azote (sous forme d'ammoniac) provenant du fumier en faisant les épandages par temps frais et en enfouissant le fumier peu après.

#### PERTES D'AZOTE SOUS FORME D'AMMONIAC\* (%)

SAISON ET PRÉCISIONS	MOYENNE	CONDITIONS CLIMATIQUES			
		FRAIS, HUMIDE	FRAIS, SEC	CHAUD, HUMIDE	CHAUD, SEC
<b>PRINTEMPS/ÉTÉ</b>					
Enfou dans les 24 h	25	< 1	15	25	< 5
Enfou dans les 5 jours	45	20	30	50	80
Laissé en surface	66	40	50	75	100
Injecté pendant la saison	5	5	5	5	5
<b>AUTOMNE</b>					
Tôt	66	40	50	75	100
Tard	25	25	25	25	25**
Couvre-sol cultivé après l'épandage	35	25	25	40	50

\* Les pertes d'azote seront 10 % supérieures lorsqu'on utilise un système d'irrigation pour l'épandage du fumier.

\*\* L'épandage sur des cultures fourragères, des couvre-sol et des résidus fait augmenter les pertes.

Les pertes d'azote projetées devraient être fondées sur des conditions climatiques moyennes lorsqu'on établit un plan de gestion des éléments nutritifs futur. (D. Hilborn, C. Brown, E. Beauchamp [1995])

## PROPRIÉTÉS BIOLOGIQUES

Le fumier se compose de déjections animales, de litière et d'eaux usées. De sorte qu'il constitue un écosystème possédant toutes les qualités d'un habitat biologique, notamment substrat, abri, aliment et eau. Ce sont là des aspects positifs qui permettent de transformer le fumier sain en matière organique du sol et en éléments nutritifs. Toutefois, ce même environnement peut aussi abriter des bactéries pathogènes et des ennemis des cultures, tels que des rongeurs.

## LE FUMIER SOLIDE ET SA DÉCOMPOSITION

Le fumier solide en tas constitue :

- un environnement offrant protection aux organismes terricoles,
- une source de matières nutritives : litière, fèces, et éléments nutritifs inorganiques,
- une source d'eau provenant de l'humidité du fumier.

### ORGANISMES QUI FAVORISENT LA DÉCOMPOSITION DU FUMIER

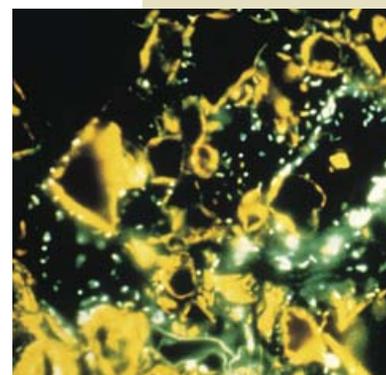
GROUPE D'ORGANISMES TERRICOLES	TYPES D'ORGANISMES	RÔLE
DÉCOMPOSEURS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bactéries</li> <li>• champignons microscopiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• transformer le fumier en matières utilisables par d'autres organismes (p. ex. paille hachée en humus)</li> <li>• retenir (immobiliser) les éléments nutritifs dans leurs tissus — certains sont pathogènes</li> </ul>
BACTÉRIVORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protozoaires</li> <li>• nématodes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produire des éléments nutritifs inorganiques (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</li> <li>• détruire certains organismes pathogènes</li> </ul>
MYCOPHAGES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nématodes</li> <li>• insectes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produire des éléments nutritifs inorganiques (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</li> <li>• détruire certains organismes pathogènes</li> </ul>
DÉCHIQUETEURS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vers de terre (lombrics)</li> <li>• insectes (collemboles, stercoraires/bousiers)</li> <li>• arthropodes (mille-pattes, diplopedes, cloportes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réaliser le déchiquetage de la litière et de matières végétales en particules plus fines</li> <li>• fournir gîte et nourriture aux décomposeurs</li> <li>• favoriser l'accélération du taux de décomposition</li> </ul>
GROS PRÉDATEURS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gros insectes, rongeurs et oiseaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• combattre d'autres organismes dont la survie dépend du fumier</li> <li>• permettre l'aération du fumier en y creusant des galeries</li> </ul>

Le taux de décomposition du fumier solide est grandement déterminé par :

- sa composition — genre de bétail, litière, aliments, teneur en eau;
- le mode d'entreposage et de manutention;
- son âge (ou état de décomposition);
- sa température;
- la méthode d'application.

Les fumiers solides qui ont une haute teneur en azote, comme le fumier de volailles, se décomposent complètement et rapidement si on les garde humides et bien aérés. Réciproquement, le fumier semi-liquide et le fumier solide se trouvant à la base d'un tas de fumier non recouvert — où il risque fort d'être saturé d'eau — se décomposeront plus lentement. Il faut savoir que la plupart des décomposeurs et des déchiqueteurs requièrent des conditions aérobies produisant du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), une plus grande biomasse microbienne et des composés carbonés plus stables dans les matières organiques restantes.

Le fumier solide est soumis à la décomposition aérobie et anaérobie.



Les bactéries du sol transforment les éléments nutritifs du fumier de façon qu'ils soient utilisables par d'autres organismes terricoles, comme les protozoaires, lesquels produisent en retour de l'azote inorganique (p. ex. l'ammonium).



Le fumier frais est probablement un meilleur amendement de sol que le fumier composté parce qu'il favorise la diversité de l'écosystème du sol.

## LE FUMIER LIQUIDE ET SA DÉCOMPOSITION

Le fumier liquide entreposé est plus susceptible de subir une décomposition anaérobie, laquelle produit du méthane ( $\text{CH}_4$ ) et certains composés moins stables (p. ex. des acides gras volatils). Ce processus entraîne aussi la formation de gaz plus odorants.

Le nombre et la diversité des formes de vie sont plus grands dans le fumier solide.

## LE FUMIER COMME AMENDEMENT DU SOL

La matière organique du fumier représente un amendement de sol de grande importance. Il n'est donc pas étonnant que les terres sur lesquelles on épand du fumier ont une teneur plus haute en matière organique.

Le fumier frais est probablement préférable au fumier composté comme amendement de sol parce qu'il se présente sous une forme facilement utilisable par la faune du sol et qu'il favorise la diversification de l'écosystème en raison de sa nature complexe. En effet, le fumier qui est composté avant l'épandage a déjà connu dans le tas de compost — et non pas dans le sol — un bon nombre des transformations qui entraînent l'amélioration de la structure du sol et dont le sol ne peut donc pas bénéficier.

## PROCESSUS MICROBIENS

Les processus microbiens auxquels sont soumis le fumier sont fonction du genre de matière fécale disponible, de sa teneur en eau, de son contact avec l'air et de sa température. La décomposition est d'autant plus rapide que les conditions sont humides, chaudes et aérobies et que le fumier contient suffisamment d'azote. Les processus microbiens clés sont énumérés ci-dessous.

### décomposition

- les microorganismes du fumier et du sol utilisent la matière organique comme source d'aliments;
- les matières complexes sont dégradées en matières plus simples (p. ex. protéines en acides aminés);
- dans le cas de fumier solide qui est stocké dans des conditions principalement aérobies (c.-à-d. en présence d'oxygène), l'énergie libérée par le processus fait hausser la température du fumier, et les produits de la décomposition sont alors disponibles pour des changements ultérieurs;

### transformation

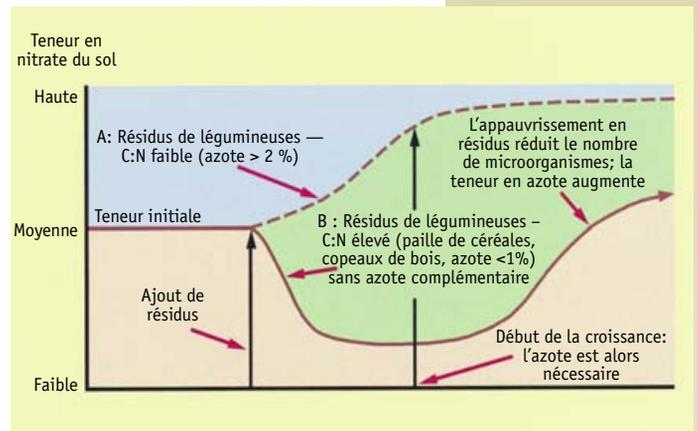
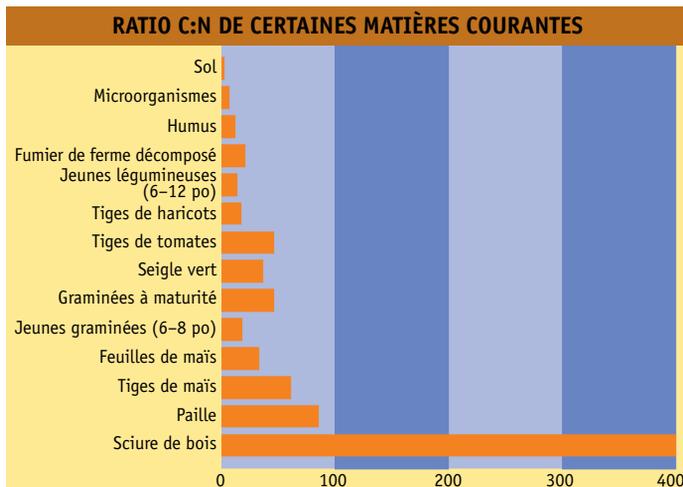
- les microorganismes du sol et du fumier sont en mesure de modifier la nature chimique des produits de la décomposition :
  - ▷ p. ex. les composés carbonés simples, comme les glucides, peuvent subir une oxydation et produire :  $\text{CO}_2$  + eau + énergie (pour les microorganismes);
  - ▷ dans les fumiers liquides, les composés carbonés sont transformés en acides gras et en méthane ( $\text{CH}_4$ );
  - ▷ les composés azotés peuvent être transformés en gaz ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), en sels d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et en azote des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ );
- la dénaturation — un processus selon lequel les protéines sont dégradées en ses éléments constitutifs — transforme les organismes pathogènes présents dans le fumier en matière organique lorsque la température de la masse est élevée;

**assimilation**

- ▶ de la même façon que les microorganismes ont besoin de composés carbonés simples comme source d'énergie, les composés azotés sont nécessaires à l'élaboration de tissus;
- ▶ dans les cas où la teneur en azote du fumier est faible, p. ex. lorsque le fumier contient beaucoup de litière, la décomposition se fait d'abord très rapidement puis l'azote est assimilé par les organismes eux-mêmes;
- ▶ à ce moment, l'azote du fumier utilisé comme matière fertilisante se trouve immobilisé et n'est alors plus disponible pour la croissance des plantes;
- ▶ les fumiers contenant moins de litière ou plus d'azote ont un meilleur équilibre entre les composés carbonés et azotés (ratio C:N), de sorte qu'ils rendent disponible une plus grande quantité d'éléments nutritifs lorsqu'ils sont épandus comme fertilisants.

La matière organique dans laquelle la quantité de carbone est grande en comparaison de l'azote (ratio C:N) comporte un autre danger. La plus grande part de l'azote dégagé pendant la décomposition pourrait être liée (immobilisée) par les microorganismes du sol et, par conséquent, peu disponible pour la croissance des plantes.

Un grand part de l'azote produit au cours de la décomposition du fumier sera liée et plus tard relâchée par les microorganismes du sol — pas nécessairement au moment où la culture en a besoin. Le défi consiste à tenir compte de ce fait quand on détermine les doses d'épandage.



Certaines maladies, comme la paratuberculose (maladie de Johne), sont transmises par contact avec du fumier de bétail infecté. Garder le bétail à distance du fumier est une pratique de gestion optimale.



Les fumiers de bétail et de volaille peuvent abriter des maladies infectieuses susceptibles de frapper le bétail et les humains. Leur présence éventuelle est une autre bonne raison de gérer le fumier avec soin.

## SOUMETTRE LE FUMIER AU TEST

Faire analyser le fumier par un laboratoire est la meilleure façon de savoir ce qu'il vaut. Les grandes exploitations d'élevage de bétail doivent échantillonner et faire analyser leurs fumiers pour en connaître les teneurs en azote, en phosphore, en potassium et en matières solides totales afin d'élaborer leur stratégie de gestion des éléments nutritifs ou leur plan de gestion des éléments nutritifs. Pour de plus amples renseignements sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, se référer aux Protocoles associés à la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* ou encore aux *Lignes directrices sur l'utilisation des biosolides et autres déchets sur les terres agricoles*, disponibles auprès du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

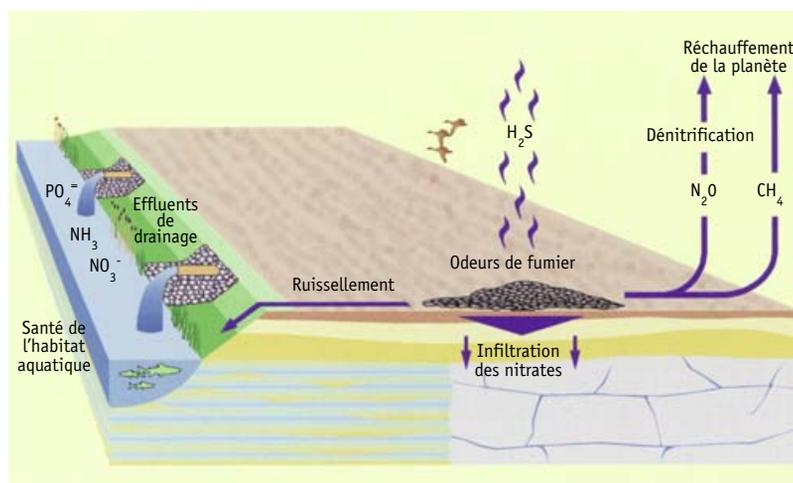
## DANGERS POSÉS PAR LE FUMIER ET LES AUTRES MATIÈRES ORGANIQUES

Lorsqu'on ne les manipule pas judicieusement, les éléments nutritifs produits sur la ferme représentent un grand danger de pollution. Le fumier et les autres matières nutritives sont des atouts lorsqu'ils font l'objet d'une bonne gestion, mais constituent de graves risques de pollution lorsque leur gestion est déficiente. Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la façon dont le fumier et d'autres déchets peuvent polluer ou causer des nuisances.

RESSOURCE	LES POLLUANTS ET LEURS CONSÉQUENCES
AIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la volatilisation du fumier dégage de l'ammoniac (<math>\text{NH}_3</math>) : une source de mauvaises odeurs</li> <li>• les gaz azotés (<math>\text{N}_2</math>, <math>\text{N}_2\text{O}</math>) produits par la dénitrification : le <math>\text{N}_2\text{O}</math> compte parmi les gaz à effet de serre</li> <li>• le méthane (<math>\text{CH}_4</math>) dégagé par la décomposition du fumier dans les bâtiments d'élevage et les structures d'entreposage : un gaz à effet de serre</li> <li>• les sulfures : ils ont une odeur nauséabonde et contribuent à la production de pluies acides</li> </ul>
EAUX DE SURFACE ET HABITATS AQUATIQUES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les phosphates en solution ou liés aux particules de terre transportées par les eaux de ruissellement ou les effluents de tuyaux de drainage : ils peuvent occasionner la prolifération excessive des algues, le P étant l'élément nutritif limitant</li> <li>• l'ammoniac (<math>\text{NH}_3</math>) provenant du ruissellement du fumier et transporté par les eaux de surface : toxique pour les poissons et d'autres organismes aquatiques</li> <li>• les nitrates en solution, en rejoignant les eaux de surface depuis les eaux de ruissellement ou les effluents de tuyaux de drainage : ils peuvent causer la prolifération excessive des algues</li> <li>• les bactéries et organismes pathogènes libérés par le fumier entreposé ou épandu : ils contribuent à réduire la qualité et la salubrité des eaux de surface</li> <li>• les débris biologiques ou matières organiques provenant du fumier : ils créent un habitat aquatique favorable aux bactéries et organismes pathogènes</li> </ul>
EAU SOUTERRAINE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les nitrates en solution qui pénètrent dans les eaux souterraines : ils rendent celles-ci impropres à la consommation humaine, à l'abreuvement du bétail ou même au nettoyage d'installations d'élevage</li> <li>• les bactéries et agents pathogènes (p. ex. organismes responsables de maladies et unicellulaires pathogènes) : ils peuvent contaminer l'eau de puits mal situés, erronément construits, mal scellés ou ayant besoin d'être réparés</li> </ul>

Afin de réduire au minimum les dangers pour l'environnement, l'agriculture ontarienne dispose d'un outil de choix : la planification de la gestion des éléments nutritifs.

**Le fumier et les autres matières nutritives sont un atout lorsqu'ils sont bien gérés, mais ils représentent un danger de pollution quand leur gestion est déficiente.**



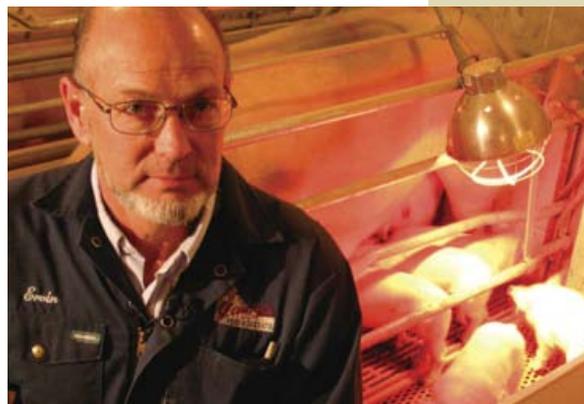
## PLANIFICATION DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS — APERÇU

Partout dans la province, les agriculteurs élaborent des plans de gestion des éléments nutritifs faits sur mesure, dans lesquels :

- tous les éléments nutritifs sont répertoriés — organiques, inorganiques, ceux requis par chaque culture, ceux utilisés par chaque culture, et ceux qui se trouvent déjà dans le sol;
- tous les éléments nutritifs sont gérés — en fonction de la superficie de terre cultivée, des objectifs de production, de la proximité aux ressources en eau, de la disposition des composants de la ferme, de l'équipement, et des préoccupations à l'égard des odeurs et de la salubrité.

Chaque ferme étant différente, il s'ensuit que chaque plan est unique, mais tous les plans sont fondés sur les mêmes principes scientifiques.

Lorsqu'on prend en compte les pratiques de gestion optimales possibles, chaque plan approuvé est bénéfique aussi bien aux non-agriculteurs qu'aux agriculteurs. Le processus de planification produit en parallèle des documents de travail fort utiles aux agriculteurs, en ce qu'ils entraînent habituellement une réduction du coût des intrants et une amélioration de l'emploi du temps et de la machinerie. Les ressources en eau sont mieux protégées, et les odeurs sont réduites au minimum. En outre, le processus montre à la société en général que l'agriculteur fait preuve d'une diligence raisonnable et permet de raffermir la confiance des consommateurs.



**« Il y a beaucoup de négativisme à l'égard des plans de gestion des éléments nutritifs. Je pense que c'est dû surtout à un manque de compréhension de la part du public. Quand on a saisi l'objectif des plans, qu'on a compris comment ils aident à mieux gérer le fumier et à protéger l'environnement, il est certain que c'est une bonne chose. »**

**Erwin Horst, comté de Perth**

## GENRES DE MATIÈRES ÉPANDUES SUR LES TERRES AGRICOLES (« MATIÈRES PRESCRITES » AUX TERMES DE LA LGEN)

### De sources agricoles

- ▶ fumier et litière,
- ▶ ruissellement de cours d'exercice et de structures d'entreposage,
- ▶ lixiviat d'entrepôts d'aliments à la ferme,
- ▶ lixiviat de serres et de contenants de plants de pépinière,
- ▶ eaux de lavage issues d'installations agricoles,
- ▶ sous-produits de transformations à la ferme (p. ex. transformation de fruits et de légumes),
- ▶ autres matières organiques de source agricole (p. ex. compost).

### De sources non agricoles

- ▶ biosolides provenant de papetières,
- ▶ biosolides provenant d'égouts (p. ex. biosolides d'origine municipale),
- ▶ matières organiques contenant des matières qui ne sont pas produites sur une exploitation agricole (p. ex. déchets d'une cour compostés).

Dans le cas d'éléments nutritifs qui sont à la fois produits sur la ferme et épandus sur les terres agricoles de la même exploitation, il faut parfois élaborer un plan et une stratégie de gestion des éléments nutritifs. Le logiciel NMAN et son cahier d'exercices ont été produits par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario; chacun facilite l'élaboration d'un PGEN ou d'une SGEN pour la ferme. Certains producteurs voudront recevoir une formation pour élaborer leurs documents, tandis que d'autres préféreront retenir les services d'un expert-conseil pour cette tâche.



Le compost d'une cour provenant de sources non agricoles est considéré comme une matière prescrite.

Chaque PGEN et chaque SGEN portent sur une **unité agricole**. Une unité agricole comprend la terre et les bâtiments (p. ex. bâtiments d'élevage, serres, etc.) qui composent une ferme donnée. L'agriculteur a le choix de diviser son exploitation en plusieurs unités agricoles pourvu qu'il respecte les limites stipulées dans le règlement.

Le MAAARO met à la disposition des producteurs de nombreuses ressources qui offrent de plus amples renseignements. Des références documentaires sont présentées sur la dernière page de couverture de ce fascicule. Une des ressources les plus détaillées est un autre fascicule de la série des Pratiques de gestion optimales intitulé la *Planification de la gestion des éléments nutritifs*.

Pour de l'information officielle à jour sur les exigences juridiques de la LGEN, visiter le site : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html>.

## LA GESTION DU FUMIER : UN SYSTÈME

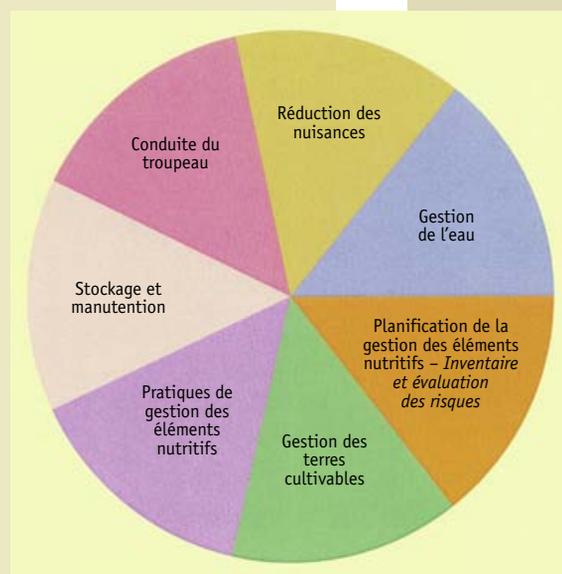
La gestion du fumier fonctionne comme un « système ». La portée de ce système est largement déterminée par des facteurs tels que le genre d'exploitation d'élevage, les installations elles-mêmes, les propriétés de l'emplacement, et les pratiques de gestion. D'une part, certains de ces facteurs sont pris pour acquis et ne changeront probablement jamais; c'est le cas du genre d'exploitation, du type de sol et de la proximité à des zones sensibles de l'environnement. D'autre part, les installations et les pratiques de gestion sont des facteurs que l'on peut changer et améliorer afin d'atteindre des objectifs bénéfiques aussi bien pour l'entreprise que pour l'environnement.

On trouvera ci-dessous la description des composantes de l'« approche systémique » à la gestion du fumier. Bien que chaque composante du système de gestion soit bien distincte, elles sont toutes interdépendantes — le changement d'une composante exercera un effet sur les autres composantes et aussi sur l'ensemble du système.

Par exemple, un changement dans les pratiques touchant à la litière aura une influence sur les modes de manutention et d'épandage du fumier. En adoptant une approche systémique dès la première étape (celle d'évaluer l'exploitation), le choix et la mise en œuvre des PGO pour la gestion des fumiers qui sont présentées dans le restant du fascicule auront un effet bénéfique beaucoup plus marqué sur l'exploitation.

### Éléments du système de gestion du fumier

- 1. Conduite du troupeau** : système d'élevage; installations; nutrition et alimentation; litière; désinfection;
- 2. Stockage et manutention** : choix et études du site; systèmes de collecte, de transfert, de stockage et de manutention du fumier et d'autres déchets; autres solutions (p. ex. traitement);
- 3. Réduction des nuisances** : installations et pratiques d'épandage qui permettront de réduire les odeurs et de prévenir d'autres nuisances;
- 4. Gestion des éléments nutritifs — Inventaire et évaluation des risques** : prise en compte de toutes les sources d'éléments nutritifs; analyse de la composition des fumiers; évaluation des dangers pour l'environnement et des contraintes existantes;
- 5. Gestion de l'eau** : proximité des eaux de surface; profondeur des aquifères et des nappes phréatiques; protection de l'environnement; autres pratiques de gestion des eaux de surface;
- 6. Pratiques de gestion des éléments nutritifs** : sélection des sources d'éléments nutritifs; élaboration d'un calendrier des épandages; dosage des applications; surveillance des répercussions;
- 7. Gestion des terres cultivables** : PGO visant la protection des sols et des eaux; pratiques destinées à réduire les pertes d'éléments nutritifs, y compris celles portant sur les cultures et les travaux du sol.



# SÉLECTION D'UN SITE DE STOCKAGE DU FUMIER

DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

la disposition et l'emplacement des installations

les caractéristiques du sol

la proximité de l'eau

les distances de séparation

les exigences réglementaires.

## DISPOSITION ET EMBLACEMENT DES INSTALLATIONS

On n'y perd jamais à bien planifier. La plupart des conflits entre éleveurs et voisins non-agriculteurs peuvent être évités si l'on se donne la peine d'éloigner suffisamment les installations d'élevage des terrains à vocation non agricole. Réciproquement, les risques de conflits sont moindres lorsque de nouvelles zones désignées non agricoles sont situées assez loin des installations d'élevage.

La planification de l'utilisation des terres cherche à regrouper dans un même voisinage les terres à vocations compatibles tout en assurant leur éloignement par rapport à d'autres considérées comme incompatibles. On applique le même principe dans une municipalité où, à l'intérieur de ses limites, se trouvent des zones désignées strictement industrielles, commerciales, agricoles ou résidentielles.

## FORMULES DE DISTANCES MINIMALES DE SÉPARATION

L'Ontario s'est doté de formules permettant de calculer les distances minimales de séparation (DMS) entre des installations d'élevage ou d'entreposage de fumier et les terrains voués à d'autres utilisations. L'objectif de ces distances de retrait recommandées est d'éviter les conflits éventuels et de réduire au minimum les plaintes pour nuisances dues aux odeurs. Il faut mentionner que les DMS ne s'appliquent à aucun autre genre de plaintes telles que les mouches ou la sciure de bois.

Les DMS varient en fonction du genre de bétail, de la taille de l'exploitation agricole, du genre de fumier produit et du type de développement actuel ou envisagé.

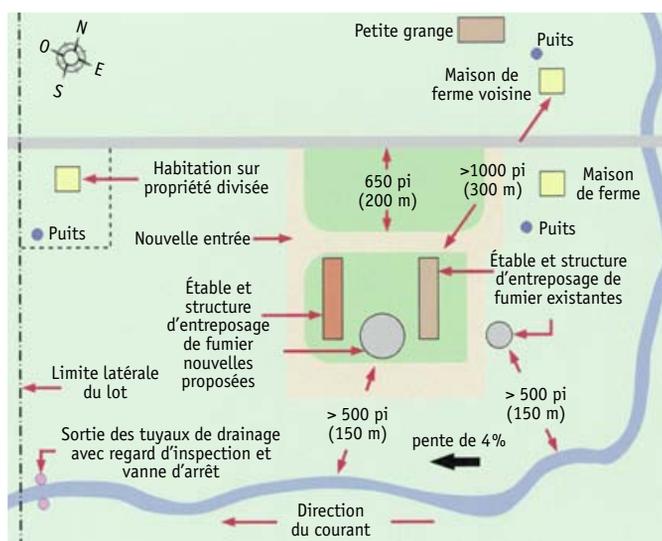
Une **DMS I** précise la distance de retrait minimale d'une nouvelle installation non agricole par rapport à une installation d'élevage existante ou potentielle.

Une **DMS II** précise la distance de retrait minimale d'une installation d'élevage ou structure d'entreposage de fumier nouvelle ou en expansion par rapport à une installation non agricole existante ou approuvée.



Les premiers colons établissaient leurs propriétés agricoles près de plans d'eau. Aujourd'hui, on doit tenir compte, dès l'étape de la planification, des répercussions que peuvent avoir toute nouvelle installation d'élevage sur les eaux de surface et autres zones sensibles situées à proximité.

En respectant les distances minimales de séparation lorsqu'on choisit l'emplacement de futures installations d'élevage, on a de bonnes chances d'éviter d'éventuelles plaintes pour nuisances et de réduire les dangers pour l'environnement. (Les distances recommandées ici ne sont fournies qu'à titre d'exemple; elles s'appliquent à l'exploitation et au site visés seulement.)

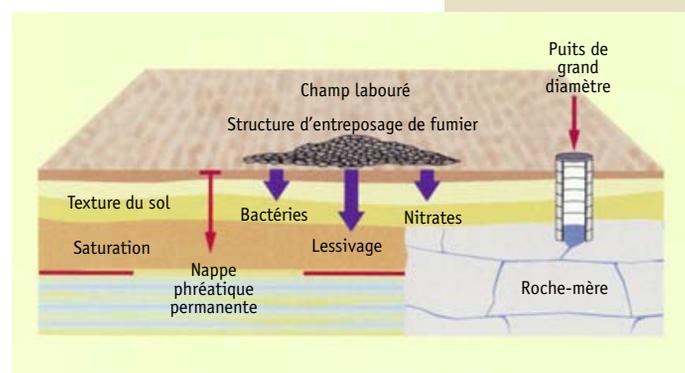


## CARACTÉRISTIQUES DU SOL ET DU SITE

On doit étudier les propriétés géologiques du site envisagé avant de construire une installation d'élevage ou d'entreposage de fumier. Il faut parfois prendre des mesures spéciales, comme placer un revêtement synthétique sous les structures d'entreposage de fumier liquide pour éviter tout danger pour l'eau souterraine. Par contre, le choix d'un loam profond, bien drainé, situé dans une pente moyenne, à bonne distance des zones naturelles sensibles, risque peu de poser problème à la construction d'installations d'élevage. Inversement, une installation similaire construite en un endroit où la roche-mère et/ou la nappe phréatique sont près de la surface représenterait des risques de contamination plus élevés pour les eaux souterraines.

## PROPRIÉTÉS DU SITE ET RISQUES DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

La qualité des eaux souterraines se trouve altérée par la percolation d'eau mal filtrée, contenant des contaminants, vers les eaux souterraines. Une fois qu'un aquifère est contaminé, tous les puits d'eau qui s'alimentent dans cet aquifère risquent de devenir pollués. La texture du sol et la profondeur de la roche-mère et de l'eau souterraine sont autant de facteurs qui influent sur les risques de pollution.



Le fumier non traité et les éléments nutritifs du fumier peuvent être lessivés jusque dans les eaux souterraines sur les sites où le sol est de texture grossière, lorsque la roche-mère et/ou la nappe phréatique se trouvent près de la surface.



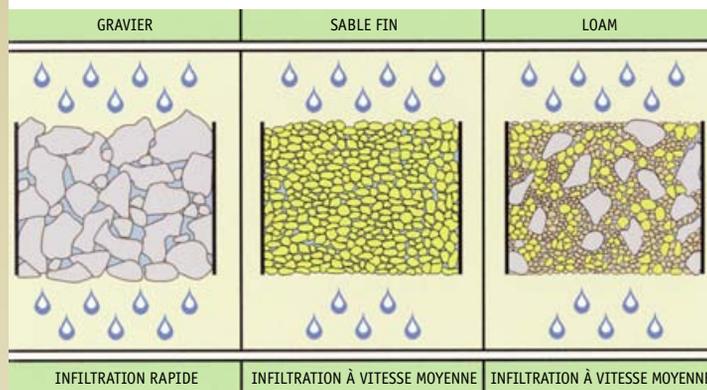
Les sols de texture grossière peuvent nécessiter le dépôt d'une couche de béton, la pose d'un revêtement synthétique ou le compactage d'une couche d'argile provenant d'ailleurs pour empêcher toute eau contaminée d'atteindre l'eau souterraine.

## Texture du sol

La texture du sol dépend de la grosseur ou finesse relative de ses particules. Il s'agit du facteur le plus déterminant pour ce qui est de la facilité et de la vitesse avec lesquelles l'eau et les contaminants se déplacent à travers le sol vers l'eau souterraine.

Les sols de texture grossière, comme les graviers et les sables sont très poreux, c.-à-d. que la distance entre les particules de sol est grande. Cette propriété permet à l'eau de s'infiltrer rapidement vers l'eau souterraine.

Les sols de texture fine offrent une meilleure protection à l'eau souterraine. Dans ces derniers, tels que argiles et loams argileux, le mouvement de l'eau et des contaminants vers le bas est très lent puisqu'ils agissent comme des filtres naturels, permettant la dégradation biologique et chimique des contaminants avant qu'ils atteignent le niveau de l'eau souterraine.

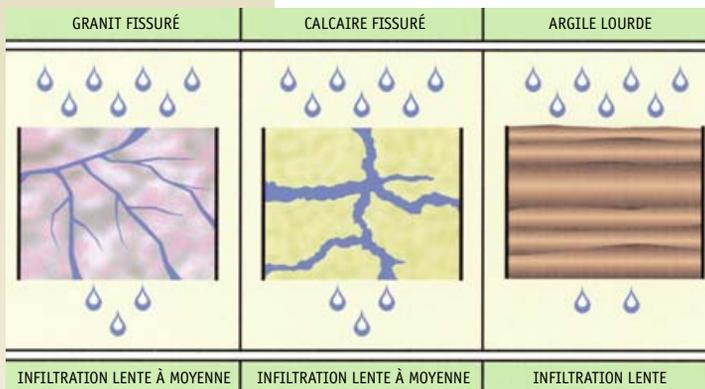


On peut évaluer la texture d'un sol, et donc la finesse relative de ses particules par des manipulations manuelles ou par des tests effectués en laboratoire. Les cartes de sol fournissent certains indices de la texture du sol à l'endroit choisi.

L'eau se déplace lentement à travers les sols argileux non fissurés, mais très rapidement dans les graviers et les sables.

## Profondeur de la roche-mère

Bien souvent, lorsque la roche-mère se trouve près de la surface du sol, il en est de même des aquifères. C'est le cas, en particulier, des substratums rocheux fissurés comme la pierre calcaire, la dolomie, le grès et les schistes altérés.



L'eau de surface peut se déplacer rapidement dans la pierre calcaire ou le granit fissurés.

Les fissures à découvert dans la roche-mère facilitent le déplacement rapide de l'eau et des contaminants jusqu'à l'eau souterraine. Lorsque l'épaisseur de la couche de sol au-dessus de la roche-mère est mince, la filtration de l'eau contaminée ou une réduction de sa vitesse de déplacement sont peu probables. De sorte que l'eau se déplace très rapidement aussitôt qu'elle atteint la roche fissurée.

On peut évaluer la profondeur de la roche-mère au moyen de matériels d'excavation manuels ou mécanisés. Par ailleurs, les cartes pédologiques et géologiques donnent des indices généraux de la profondeur de la roche-mère. Les relevés passés de creusage à la pelle, d'une excavation en vue de construire une semelle de fondation et d'enfoncer un poteau, ou même l'observation de l'affleurement rocheux sont d'autres moyens susceptibles de révéler une roche-mère à proximité de la surface.

### Profondeur de l'eau souterraine

La filtration et le traitement de l'eau contaminée sont des processus naturels qui ont lieu principalement dans la couche de sol non saturé située au-dessus de la nappe phréatique. Dans les sols où la nappe phréatique se trouve normalement près de la surface, l'eau et les contaminants traversent en peu de temps cette couche non saturée et parviennent donc presque tels quels aux aquifères peu profonds.

Le niveau de la nappe phréatique peut varier considérablement selon la saison. En Ontario, son niveau est habituellement le plus haut au printemps ou en automne. Pour connaître la profondeur de la nappe phréatique, on peut :

- creuser un trou en juin ou en septembre et observer le niveau de l'eau libre dans le trou;
- interpréter la couleur des horizons du sol et la méthode de drainage pour déterminer la classe de drainage — une méthode habituellement utilisée par les spécialistes du sol et les ingénieurs;
- examiner une carte de sol locale pour connaître la classe de drainage (p. ex. drainage imparfait ou médiocre).



Les sols dans lesquels on trouve des tons bleu-gris et des taches de rouille dans les 50 premiers centimètres (20 po) ont une nappe phréatique élevée et souffrent d'un drainage médiocre.

## CONTAMINANTS ET ÉVALUATION DES RISQUES

Les contaminants contenus dans le fumier et autres matières de rebut sont mobiles dans les eaux de surface et les eaux souterraines. Les contaminants clés qu'on peut trouver dans le fumier et d'autres déchets organiques sont notamment :

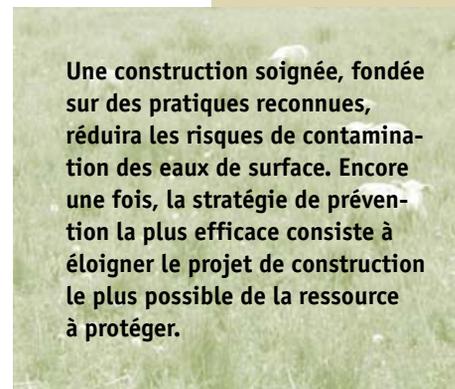
- du phosphore — en solution ou lié aux particules de sol, provenant des eaux de ruissellement ou d'effluents de tuyaux de drainage, peut entraîner une croissance excessive des algues;
- des bactéries — dans le fumier entreposé ou épandu, sont susceptibles de réduire la qualité et la salubrité des eaux de surface et de contaminer l'eau de boisson;
- des organismes pathogènes — organismes unicellulaires ou plus complexes responsables de maladies, transportés du fumier par les eaux de ruissellement, peuvent contaminer les eaux de surface ou souterraines;
- débris d'origine biologique — matière organique provenant du fumier, constituent un habitat aquatique favorable pour des bactéries et autres organismes pathogènes.

À tout endroit, quel qu'il soit, deux types de sources peuvent être à l'origine de la contamination. Les **sources ponctuelles** produisent une pollution par des contaminants qui sont concentrés ou entreposés en un endroit bien défini, p. ex. un tas de fumier ou un réservoir de carburant. Un déversement et une fuite sur une longue période sont deux sources ponctuelles susceptibles de contaminer l'eau souterraine. Les **sources non ponctuelles** sont celles où les contaminants se répartissent sur une plus grande surface, p. ex. un pesticide ou un engrais épandu sur des champs. Peu importe la source, le premier facteur à vérifier est la vitesse de déplacement relative des contaminants dans le sol.

Grâce à une évaluation sur place, à une inspection visuelle des propriétés physiques du site et aux cartes de sol, une personne qualifiée sera en mesure de décider si le lieu sélectionné convient au projet de construction. Une étude approfondie, menée par un spécialiste, pourrait s'avérer nécessaires pour connaître les caractéristiques du site.

Pour de plus amples renseignements, consulter la fiche technique n° 97-018 du MAAARO, intitulée *Évaluation des risques de contamination des eaux souterraines sur une ferme*.

Une construction soignée, fondée sur des pratiques reconnues, réduira les risques de contamination des eaux de surface. Encore une fois, la stratégie de prévention la plus efficace consiste à éloigner le projet de construction le plus possible de la ressource à protéger.



## RISQUE DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

FAMILLE  
HYDRAULIQUE DU SOL

## PROFONDEUR DE LA NAPPE PHRÉATIQUE \*

	MOINS DE 1 m (3 pi)	1-4,5 m (3-15 pi)	5-14 m (16-45 pi)	PLUS QUE 14 m (45 pi)
ROCHE-MÈRE (en-deça de 3 pi)	1-élevé	1-élevé	1-élevé	1-élevé
TERRE NOIRE/ORGANIQUE	1-élevé	-	-	-
INFILTRATION RAPIDE	1-élevé	1-élevé	1-élevé	2-moyen
INFILTRATION MOYENNE	1-élevé	1-élevé	2-moyen	3-bas
INFILTRATION LENTE	1-élevé	2-moyen	3-bas	4-très bas
INFILTRATION TRÈS LENTE	1-élevé	3-faible	4-très bas	4-très bas

Lorsqu'on ne connaît pas la profondeur de la nappe phréatique, on peut utiliser les valeurs de la colonne mise en brillance (1-4,5 m).

RÉSUMÉ DES NORMES DE SÉLECTION D'UN SITE  
D'ENTREPOSAGE DE FUMIER

Les installations d'élevage et de stockage de fumier sont des systèmes complexes. Qu'il s'agisse d'une nouvelle construction ou de l'amélioration d'une exploitation existante, on doit prendre en compte tous les facteurs qui influent sur le fonctionnement, comme les matières solides et liquides :

- ▶ fumier,
- ▶ litière,
- ▶ aliments gaspillés,
- ▶ eaux usées, notamment :
  - ▷ eau renversée aux abreuvoirs et aux auges,
  - ▷ eaux de lavage,
  - ▷ eaux de dilution,
  - ▷ précipitations,
  - ▷ ruissellement de la cour.

**Fumier = matières fécales + aliments non digérés + urine + litière + eau non contaminée + eaux usées + autres déchets.**

**On ne saurait trop insister sur le fait que pour pratiquer une bonne gestion du fumier, il faut prendre en compte toutes les matières — les liquides en particulier.**

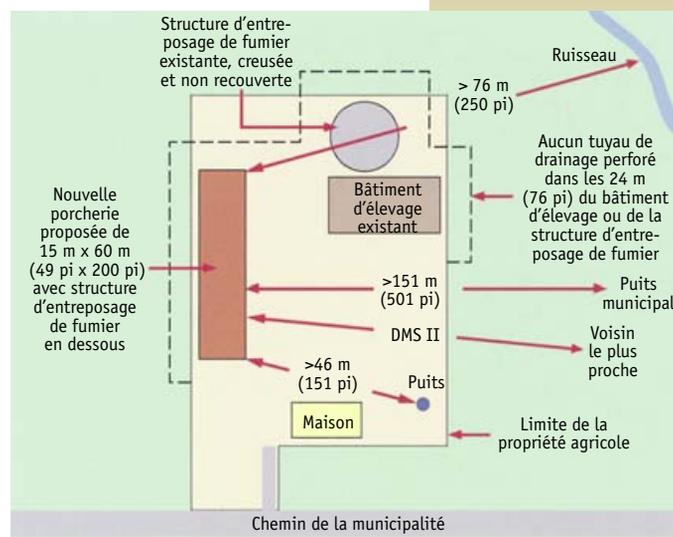


Les agriculteurs de l'Ontario doivent tenir compte d'un certain nombre d'exigences juridiques énumérées dans la LGEN et le *Code du bâtiment*, par exemple. Au nombre des exigences qui pourraient s'appliquer, notons les distances de retrait par rapport aux puits, les études de site, les postes d'inspection des tuyaux de drainage dans les 15 m (49 pi) des structures d'entreposage de fumier, et les normes de conception.

### Installations permanentes d'entreposage de fumier nouvelles ou en voie d'expansion

Elles devraient être situées :

- ▶ à au moins 24 mètres (76 pi) de tout tuyau de drainage existant ou projeté; tout tuyau de drainage situé en deçà de cette distance ou sous l'installation doit être non perforé et ses joints doivent être parfaitement étanches;
  - ▷ les eaux peuvent aussi être recueillies et entreposées ou traitées (voir la rubrique sur les bandes filtrantes de végétation, page 78);
  - ▷ certaines situations, comme les sols argileux recommandés pour l'installation de drains de fondation, permettent une troisième solution : dans ce cas, un tuyau perforé relié à un poste d'observation suffirait pour s'assurer que seule l'eau non contaminée est enlevée du site;
- ▶ à au moins 151 mètres (501 pi) de tout puits municipal;
- ▶ à au moins 46 mètres (151 pi) de tout autre puits;
- ▶ à au moins 24 mètres (76 pi) de tout tuyau de drainage, qu'il soit déjà existant ou projeté; et
- ▶ de sorte que la voie d'écoulement fasse au moins 50 mètres (164 pi) de long jusqu'à l'eau de surface la plus proche.



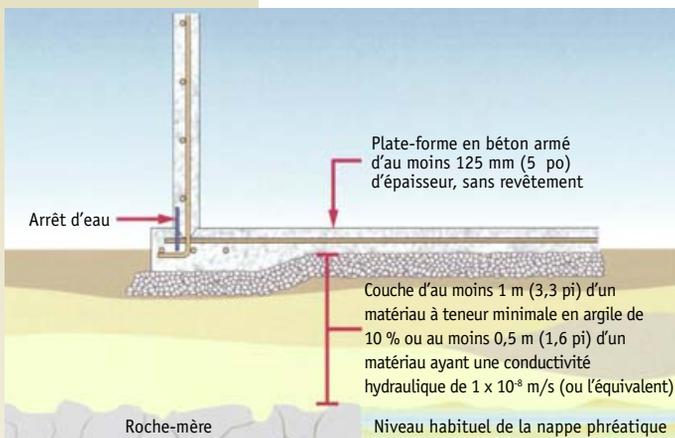
### Installations permanentes d'entreposage de fumier liquide nouvelles ou en voie d'expansion

Aux termes de la loi, la construction d'une installation d'entreposage de fumier liquide nouvelle ou en expansion doit faire l'objet d'une étude de site par un ingénieur ou un géoscientifique professionnel avant de débiter. Le tableau de la page 36 définit les exigences relatives aux sites envisagés pour différents types d'installations d'entreposage de fumier liquide.

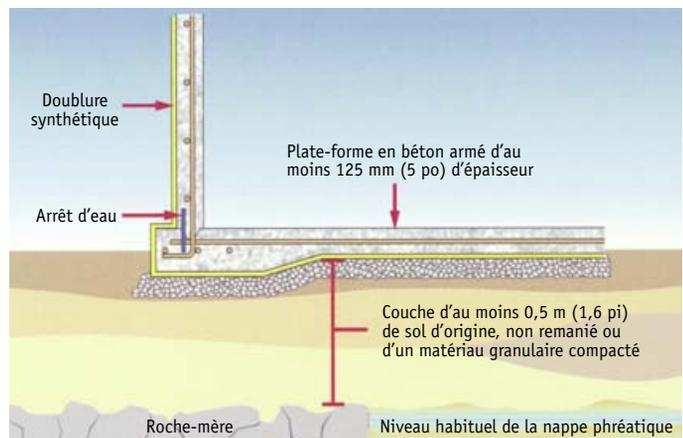
Pour de l'information officielle à jour sur les exigences juridiques de la LGEN, visiter le site : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html>.

## EXIGENCES RELATIVES AUX SITES D'INSTALLATIONS PERMANENTES D'ENTREPOSAGE DE FUMIER LIQUIDE

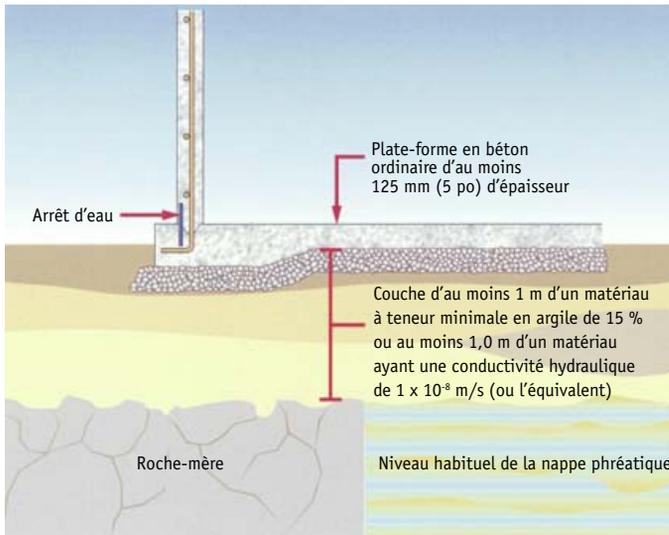
TYPE D'ENTREPOSAGE	EXIGENCES
INSTALLATIONS AVEC PLANCHER EN BÉTON ARMÉ	
installations permanentes en béton ou en acier avec PLANCHER SANS REVÊTEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>sol de nature hydraulique sécuritaire d'une épaisseur minimale de 0,5 mètre (1,6 pi) au-dessus de la roche-mère ou de la nappe phréatique permanente, ou</li> <li>sol d'une épaisseur minimale de 1,0 mètre (3,3 pi) contenant au moins 10 % d'argile</li> </ul>
installations permanentes en béton ou en acier dont le PLANCHER A UN REVÊTEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>sol d'origine, non remanié, d'une épaisseur minimale de 0,5 mètre (1,6 pi) au-dessus de la roche-mère ou de la nappe phréatique permanente</li> </ul>
INSTALLATIONS AVEC PLANCHER EN BÉTON NON ARMÉ	
installations permanentes en béton ou en acier avec PLANCHER SANS REVÊTEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>sol de nature hydraulique sécuritaire d'une épaisseur minimale de 1,0 mètre (3,3 pi) au-dessus de la roche-mère ou de la nappe phréatique permanente, ou</li> <li>sol d'une épaisseur minimale de 1,0 mètre (3,3 pi) contenant au moins 15 % d'argile</li> </ul>
installations permanentes en béton ou en acier dont le PLANCHER A UN REVÊTEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>sol d'origine, non remanié, d'une épaisseur minimale de 1,0 mètre (3,3 pi) au-dessus de la roche-mère ou de la nappe phréatique permanente</li> </ul>
INSTALLATIONS EN TERRE POUR FUMIER en terre, avec revêtement	<ul style="list-style-type: none"> <li>sol de nature hydraulique sécuritaire d'une épaisseur minimale de 2,0 mètres (6,5 pi) au-dessus de la roche-mère ou de la nappe phréatique permanente</li> <li>la surface intérieure doit être recouverte soit : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ d'un matériau synthétique ou géosynthétique, ou l'équivalent, ou</li> <li>○ d'une couche de sol modifié</li> </ul> </li> </ul>
INSTALLATIONS POUR EAUX DE RUISSELLEMENT (PAS POUR LES FUMIERS) en terre, sans revêtement	<ul style="list-style-type: none"> <li>une profondeur d'entreposage maximale de 3,0 mètres (10 pi) et une capacité d'entreposage maximale de 2500 mètres cubes (88 290 pi<sup>3</sup>)</li> <li>une épaisseur d'au moins 2,0 mètres (6,5 pi) de sol de nature hydraulique sécuritaire entre la roche-mère ou un aquifère et le fond et les parois de l'installation proposée</li> <li>au moins 150 mm (6 po) du matériau de la surface intérieure sera hersé puis soumis au compactage conformément aux normes afin de le rendre similaire à un sol de nature hydraulique sécuritaire</li> </ul>



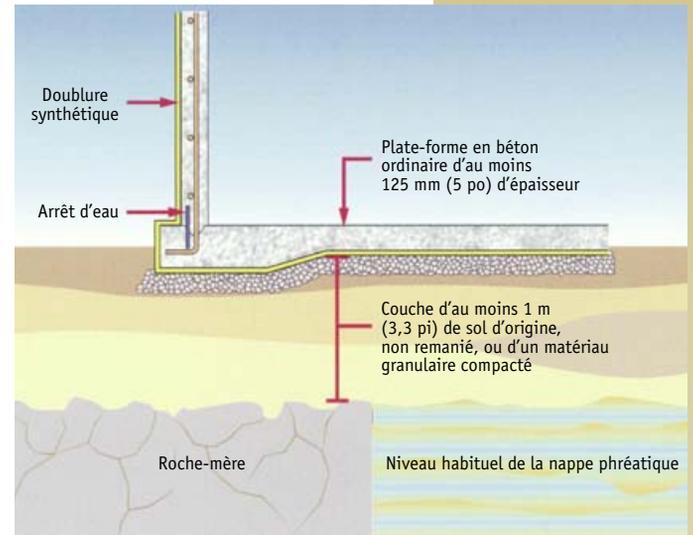
Plancher sans revêtement, en béton armé.



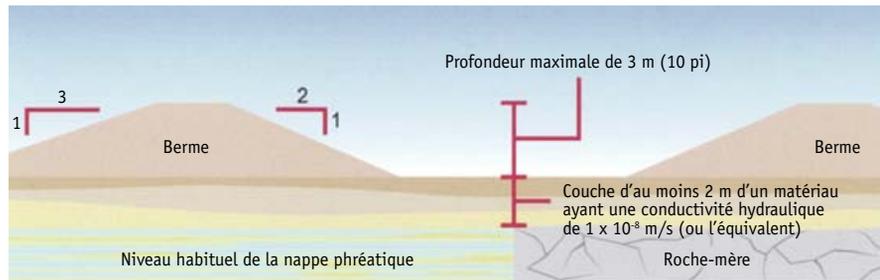
Plancher avec revêtement, en béton armé.



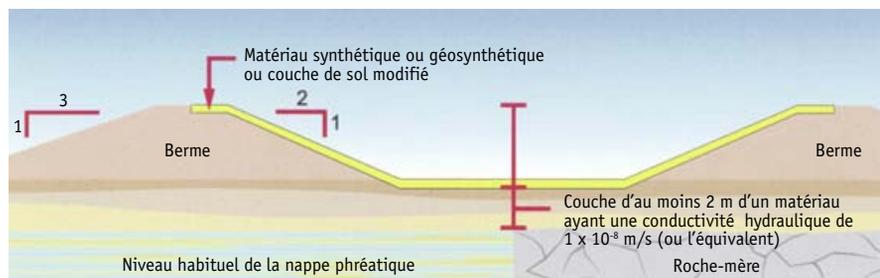
Plancher sans revêtement, en béton non armé.



Plancher avec revêtement, en béton non armé.



Réservoir à eaux de ruissellement, en terre.



Réservoir à fumier liquide, en terre, avec revêtement.

# ODEURS DE FERME ET RAPPORTS AVEC LES VOISINS

## DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

des PGO en vue de réduire au minimum les odeurs qui se dégagent des structures d'entreposage de fumier

des PGO pour contrôler les odeurs durant l'épandage

des plaintes courantes exprimées par les voisins non-agriculteurs

des PGO visant à entretenir de bons rapports avec les voisins.

Toutes les exploitations d'élevage produisent des odeurs de fumier, chacune à une intensité qui lui est particulière. Il est généralement reconnu que les exploitations produisant du fumier liquide sont plus odorantes que celles où le fumier est à l'état solide.

En Ontario, plus de la moitié des plaintes pour nuisance en agriculture porte sur les odeurs. La plupart des plaintes d'odeurs visent habituellement des installations porcines. Les exploitations laitières viennent en deuxième place. **Des odeurs produites de façon continue et à un niveau extrêmement élevé ne sont pas le résultat de pratiques agricoles normales.**

Chercher à résoudre les questions d'odeurs constitue un volet important du plan de gestion des éléments nutritifs, comme d'ailleurs de tout système de gestion des déchets de matières nutritives organiques. Un problème éventuel d'odeurs à un endroit donné est susceptible d'attirer l'attention sur d'autres questions environnementales, qu'elles soient réellement négligées ou non. Il vaut donc mieux adopter une attitude proactive au chapitre des mesures de maîtrise des odeurs de fumier si l'on veut éviter autant que possible des conflits avec les voisins.



De plus en plus de personnes qui ne s'adonnent pas à l'agriculture s'installent à la campagne, où existent de grandes installations d'élevage.

### PGO POUR MAÎTRISER LES ODEURS DÉGAGÉES PAR LES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE DE FUMIER

TECHNIQUE	QUESTIONS RELATIVES AU FUMIER LIQUIDE	QUESTIONS RELATIVES AU FUMIER SOLIDE
EMPLACEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>rencontre les exigences des formules de DMS II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rencontre les exigences des formules de DMS II</li> </ul>
CONCEPTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>prévoit des dimensions suffisantes pour stocker le volume de liquides prévu</li> <li>permet d'envisager la possibilité de séparation en deux étapes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>prévoit une capacité permettant de stocker les portions solide et liquide sans devoir faire d'épandages inopportuns</li> <li>permet de dévier les eaux venant du toit pour favoriser des conditions aérobies dans le tas de fumier</li> </ul>
AMÉNAGEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>cache la structure de la vue des voisins et des passants</li> <li>comprend des arbres pour capter les poussières et particules flottant dans l'air et pour augmenter le taux de dilution</li> <li>s'assure que les racines d'arbres n'endommagent pas les parois en terre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>comprend des arbres comme écran sans toutefois nuire aux déplacements de l'air</li> <li>réduit la visibilité et le débit d'air en mouvement au moyen de bermes et de parois inclinées</li> </ul>
COUVERTURE NATURELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit la surface du fumier exposée à l'air ambiant</li> <li>agit comme un biofiltre sur les odeurs, mais peut être difficile à garder en surface</li> <li>selon le genre de ration alimentaire, les réservoirs à fumier de vaches peuvent former une croûte naturelle qui réduit les odeurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sans objet, sinon que la forme du tas a une influence sur le volume des eaux de ruissellement</li> </ul>
COUVERTURE EN GÉOTEXTILE	<ul style="list-style-type: none"> <li>entraîne des coûts additionnels mais permet de capter les gaz</li> <li>réduit le volume des liquides à épandre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>abaisse la teneur en eau du fumier et favorise le maintien de conditions aérobies</li> <li>écarte tout problème posé par le ruissellement</li> </ul>
TOIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit la surface du fumier exposée à l'air ambiant</li> <li>peut représenter un coût des immobilisations très élevé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>abaisse la teneur en eau du fumier et favorise le maintien de conditions aérobies</li> <li>écarte tout problème posé par le ruissellement</li> </ul>
ADJUVANT CHIMIQUE OU BIOLOGIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>mettre à l'essai progressivement — les échecs sont plus nombreux que les réussites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>similaire aux systèmes pour fumier liquide</li> </ul>
SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>s'utilise souvent en conjonction avec le traitement aérobie</li> <li>entraîne une hausse de la main-d'œuvre et des effluents de rebut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nécessite la collecte des eaux de ruissellement des systèmes de fumier solide pour favoriser les conditions aérobies</li> </ul>
AÉRATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>s'effectue de préférence avec la séparation liquide-solide</li> <li>coûte cher en énergie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>coûte cher en énergie (compostage)</li> <li>le mouvement de l'air à travers le tas peut manquer d'uniformité</li> </ul>
TRAITEMENT AÉROBIE (COMPOSTAGE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>nécessite un très grand apport de carbone (p. ex. paille) pour convertir les liquides en solides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>entraîne une augmentation de la surface et du matériel nécessaires</li> <li>nécessite la gestion des lixiviats (liquides d'écoulement)</li> </ul>
TRAITEMENT ANAÉROBIE (DIGESTION)	<ul style="list-style-type: none"> <li>coûte cher à installer et à entretenir, mais les produits financiers permettent d'abaisser les coûts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut accepter le fumier solide après son mélange avec du fumier liquide</li> </ul>
BIOFILTRE (LIT BACTÉRIEN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>nécessite une pompe pour forcer de l'air puisé au-dessus du fumier liquide à travers le biofiltre afin de réduire les odeurs, les composés azotés et les matières organiques</li> <li>coûte cher à installer et à entretenir, mais les produits financiers permettent d'abaisser les coûts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sans objet</li> </ul>



En remplaçant certains ingrédients dans les aliments du bétail, on peut réduire les odeurs de fumier.



Les arbres plantés en brise-vent filtrent les gaz nauséabonds qui s'échappent des structures d'entreposage de fumier.

## PGO POUR MAÎTRISER LES ODEURS PENDANT L'ÉPANDAGE

La maîtrise des odeurs demande une attention particulière pendant les épandages. C'est le moment où les pratiques de manutention du fumier deviennent les plus visibles. À juste titre ou non, c'est probablement aussi le moment où les voisins jugent en définitive du souci ou de la négligence de l'agriculteur à l'égard de la sécurité environnementale.



L'enfouissement du fumier immédiatement après l'épandage réduit les odeurs.

## LA MAÎTRISE DES ODEURS DURANT L'ÉPANDAGE

PGO À APPLIQUER	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
AUGMENTER LA QUANTITÉ DE LITIÈRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit les odeurs quand les déjections sont manipulées à l'état solide</li> <li>garde les animaux plus propres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>accroît les frais de main-d'œuvre dans les systèmes fondés sur le fumier solide et la litière</li> <li>sans objet pour les systèmes à fumier liquide</li> </ul>
AVERTIR LES VOISINS DE SES INTENTIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>démontre le respect d'autrui, améliore les rapports</li> <li>aide à identifier les périodes où, pour des raisons sociales, l'épandage est inapproprié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>il est difficile de plaire à tout le monde</li> <li>nécessite une bonne planification</li> <li>requiert parfois qu'on change ses plans</li> </ul>
TRAVAIL DU SOL PRÉALABLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>augmente le contact avec le sol et l'infiltration</li> <li>réduit les odeurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut entraîner le travail du sol à l'excès et en causer la détérioration</li> </ul>
RÉDUIRE LA FRÉQUENCE DES ÉPANDAGES	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit la période où les odeurs sont libérées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut occasionner des coûts additionnels à cause de la capacité de stockage supplémentaire</li> </ul>
RACCOURCIR LA PÉRIODE D'ÉPANDAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>permet au fumier de sécher davantage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>raccourcit la période du jour où l'épandage est possible</li> </ul>
ÉPANDAGE PAR TEMPS FRAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit la volatilisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut réduire le nombre d'occasions d'épandage</li> <li>aucun épandage sur sol gelé</li> </ul>
AUCUN ÉPANDAGE LES JOURS HUMIDES ET SANS VENT, SURTOUT SI LE FUMIER EST LAISSÉ EN SURFACE	<ul style="list-style-type: none"> <li>évite les conditions climatiques les plus propices à la libération d'odeurs</li> <li>les éléments nutritifs sont mieux préservés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut limiter les épandages au cours des mois d'été lorsque l'état du sol est optimal</li> </ul>
ÉPANDAGE PAR TEMPS SEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>défavorise les conditions anaérobies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut limiter les occasions d'épandage</li> </ul>
SURVEILLER LA DIRECTION DU VENT PENDANT LE TRANSPORT DU FUMIER VERS LE CHAMP	<ul style="list-style-type: none"> <li>permet de tirer profit des vents dominants pour diriger les odeurs loin des endroits sensibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut limiter les occasions d'épandage</li> <li>imprévisible — le vent peut tourner pendant l'épandage</li> </ul>
PAS D'ÉPANDAGE EN HAUTEUR	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit le contact du fumier avec l'air</li> <li>améliore le degré de recouvrement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>il peut en coûter davantage en temps et en argent d'avoir recours à d'autres techniques</li> </ul>
UTILISER DES BARRES D'ASPERSION POUR GARDER LE FUMIER PRÈS DU SOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit le contact du fumier avec l'air</li> <li>convient au semis direct</li> <li>permet l'épandage en bandes dans les cultures en lignes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>convient seulement aux systèmes adaptés au fumier liquide</li> <li>est moins efficace que l'injection pour maîtriser les odeurs</li> </ul>
INJECTER LE FUMIER EN UNE BANDE ÉTROITE	<ul style="list-style-type: none"> <li>prévient le contact du fumier avec l'air</li> <li>permet l'épandage de fumier en post-levée dans les cultures en lignes comme le maïs, prolongeant ainsi la période possible d'épandage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>convient seulement aux systèmes adaptés au fumier liquide</li> <li>ralentit l'épandage et nécessite plus de puissance motrice</li> <li>peut accroître les risques de contamination des effluents de tuyaux de drainage à des taux d'épandage élevés</li> </ul>
INCORPORER LE FUMIER AUSSITÔT QUE POSSIBLE APRÈS L'ÉPANDAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit le contact du fumier avec l'air</li> <li>préserve l'azote du fumier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peut être problématique dans les cultures debout et où les résidus de cultures sont abondants</li> </ul>

## PLAINTES FORMULÉES PAR LES VOISINS

Les odeurs sont l'objet de plus de la moitié des plaintes venant des voisins d'agriculteurs. Il est déplorable que de tels conflits ne soient pas toujours traités de façon constructive. On **peut** éviter les conflits : il faut un peu de savoir-faire, certaines aptitudes et techniques, sans oublier une attitude positive et de la philosophie.

Les exploitations d'élevage de bétail produisent des odeurs. C'est inévitable. Il serait irréaliste de penser autrement. Par contre, il est tout aussi irréaliste d'espérer que les gens endurent des odeurs extrêmes sans broncher. La courtoisie et la compréhension au sein des collectivités rurales aideront à réduire les conflits portant sur cet aspect propre à l'élevage d'animaux.

Les questions suivantes sont également source de conflits :

- ▶ attitude « pas dans ma cour » (en particulier dans le cas de nouvelles exploitations projetées);
- ▶ contravention à des lois sur l'environnement, la santé ou la sécurité;
- ▶ infraction à des règlements de la municipalité locale;
- ▶ pratique agricole « normale » ou non;
- ▶ plaintes pour « nuisance » aux termes de la *Loi sur la protection de l'agriculture et de la production alimentaire*, soit : bruit, poussière, vibration, lumière, fumée et mouches (et odeurs).

Il est possible et aussi déplorable qu'un agriculteur ne soit pas conscient des plaintes dont fait l'objet son exploitation. Bien souvent, les voisins s'adressent directement aux autorités telles que le ministère de l'Environnement, le Centre d'information agricole du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, ou leur municipalité. À elle seule, cette démarche risque d'entacher de négativisme le processus de résolution des conflits.

Bonne nouvelle : Les conflits peuvent être évités! La méthode sera expliquée plus loin.

## PGO POUR ÉVITER LES PLAINTES

Les éléments clés de la prévention sont : **la planification du site**, une **gestion méticuleuse**, et le **maintien d'une communication ouverte et continue avec les voisins**.

### PLANIFICATION DU SITE

Prendre en compte les préoccupations possibles concernant les odeurs à l'étape de la planification permettra d'éviter bien des ennuis futurs, soit :

- ▶ rencontrer les exigences des formules de DMS II;
- ▶ situer les sites d'entreposage et les chemins d'accès en aval des voisins pour ce qui est des vents dominants;
- ▶ ne pas laisser les sites d'entreposage en pleine vue;
- ▶ planter des arbres qui feront obstacle au déplacement des poussières et des particules aéroportées, et qui augmenteront le taux de dilution.



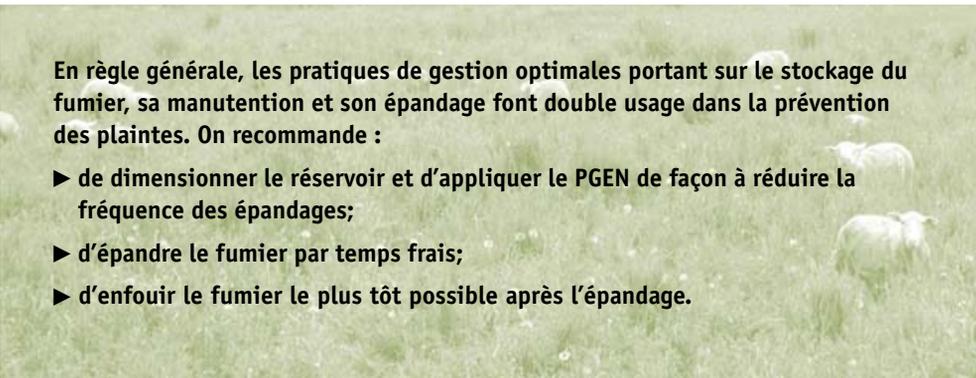
À long terme, il est souvent plus efficace de résoudre localement les désaccords que d'avoir recours aux autorités officielles.

## COMMENT ÉTABLIR DES RAPPORTS CORDIAUX

L'exploitant devrait tout d'abord prendre le temps de connaître ses voisins, puis les mettre suffisamment à l'aise pour qu'ils lui parlent ouvertement de leurs préoccupations concernant son exploitation. La simple courtoisie permet de franchir bien des obstacles et, probablement, d'éviter l'intervention d'un tiers. Voici d'autres suggestions pour entretenir de bons rapports avec les voisins :

- ▶ Essayer de limiter à deux ou trois le nombre d'épandages par an – les odeurs décelées moins souvent risquent moins de poser problème.
- ▶ Éviter de faire des épandages les fins de semaine ou les jours précédents.
- ▶ Avertir à l'avance les voisins (par téléphone ou au moyen d'une note laissée dans leurs boîtes à lettres) d'un épandage prévu afin qu'ils puissent planifier leurs activités en conséquence, au besoin.
- ▶ Envisager la tenue d'une visite guidée de l'exploitation pour informer la collectivité rurale non agricole des pratiques courantes en agriculture.
- ▶ Participer à des événements spéciaux dans la collectivité avoisinante (p. ex. barbecue), voire servir d'hôtes à de tels événements.

Grâce à ces quelques conseils, nombreux sont les éleveurs d'aujourd'hui qui ont réussi à créer des liens d'amitié et de respect avec leur collectivité rurale.



**En règle générale, les pratiques de gestion optimales portant sur le stockage du fumier, sa manutention et son épandage font double usage dans la prévention des plaintes. On recommande :**

- ▶ **de dimensionner le réservoir et d'appliquer le PGEN de façon à réduire la fréquence des épandages;**
- ▶ **d'épandre le fumier par temps frais;**
- ▶ **d'enfouir le fumier le plus tôt possible après l'épandage.**

## PGO POUR RÉSOUDRE LES PLAINTES

En dépit de leurs meilleures intentions, les éleveurs n'arrivent pas toujours à éviter de faire l'objet de plaintes. Si tel est le cas, il peut être difficile d'accepter les critiques, en particulier lorsqu'elles sont faites par des inconnus ou des personnes opposées à l'élevage d'animaux.

Avant de se mettre sur la défensive, il ne faut pas oublier qu'aux yeux des plaignants la préoccupation était suffisamment légitime pour être formulée. On devrait donc prendre la peine de les entendre sans interruption avant de présenter son propre point de vue.

**COMMENT RÉAGIR AUX PLAINTES****À FAIRE****À ÉVITER**

Laisser le plaignant exposer sa préoccupation et tenter de comprendre son point de vue

Riposter avec des arguments

Prendre la plainte au sérieux

Poser des jugements

Poser des questions pour bien saisir le sens des préoccupations

Adopter une attitude défensive

Demander l'avis impartial d'une tierce personne si la préoccupation semble déraisonnable

S'en remettre immédiatement à autrui pour de l'aide à résoudre le problème

Trouver un terrain d'entente où une solution serait satisfaisante aux deux parties

Envenimer une situation déjà tendue

Résoudre sans tarder le problème lorsque la préoccupation est raisonnable

Ignorer la demande et faire preuve de complaisance

En réagissant sans tarder à une plainte, on peut apaiser l'inquiétude dans le calme et efficacement.

**AUTRES APPROCHES**

Dans certaines circonstances, les personnalités en cause ou les situations sont telles qu'il est impossible de résoudre entièrement le problème sans recourir à une tierce personne. Il n'est alors pas rare de convenir qu'une autre avenue, plus onéreuse, soit nécessaire, comme un tribunal ou une cour de justice.

Toutefois, il existe d'autres approches moins coûteuses, susceptibles d'apporter satisfaction aux deux parties. Notons, entre autres :

- la négociation,
- la médiation,
- l'arbitrage,
- les tribunaux administratifs.

Chaque approche convient le mieux dans des circonstances bien précises. On décrit chacune dans le tableau de la page 45.

À noter, toutefois, que la possibilité d'une intervention technique menant à une solution probable diminue au fur et à mesure qu'on s'approche d'un recours judiciaire — où l'accent porte davantage sur qui a raison et qui a tort, contrairement à la recherche de la meilleure solution sur le plan technique.

APPROCHE	DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
NÉGOCIATION	Les parties se rencontrent soit directement soit par des intermédiaires	Les parties maîtrisent le processus — on écarte le recours judiciaire	Le conflit de personnalités peut entraîner une impasse
MÉDIATION	Une tierce personne, neutre, nommée le médiateur, facilite le processus adopté par deux ou plusieurs personnes en vue d'une solution	Le médiateur peut seulement aider les parties à trouver une entente — aucun conseil judiciaire n'est fourni	Plus onéreux — une entente peut être difficile en l'absence d'un médiateur convenable
ARBITRAGE	Un processus sans appel selon lequel une tierce partie décide unilatéralement des questions en litige	La résolution des conflits demeure entre les mains des deux parties	La décision de l'arbitre est définitive en ce qui concerne les deux parties
TRIBUNAL ADMINISTRATIF	Exemple : la Commission de protection des pratiques agricoles normales	On arrive à une solution sans avoir recours à des audiences onéreuses en cour de justice	Procédures plus formelles — Les parties ont un contrôle moindre du processus

La *Loi sur la protection de l'agriculture et de la production alimentaire de 1997* (LPAPA) a conféré toute autorité juridique à la Commission de protection des pratiques agricoles normales. Cette loi a été promulguée en vue de protéger les exploitations d'élevage qui utilisent des pratiques agricoles normales contre toute plainte pour nuisance, même lorsqu'elles dérangent les voisins d'une manière quelconque.

Toutefois, la LPAPA ne laisse pas le champ libre à toute pratique agricole qu'elle quelle soit. Elle est assujettie à la *Loi sur la protection de l'environnement*, à la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*, à la *Loi sur les pesticides* et à la *Loi sur la promotion et la protection de la santé*. Aucune pratique agricole normale ne peut contrevenir à ces lois. La LPAPA offre protection aux agriculteurs tant et aussi longtemps qu'aucun statut provincial n'a été enfreint.

#### COMITÉS CONSULTATIFS LOCAUX

Les **Comités consultatifs locaux (CCL)** peuvent aussi contribuer à la résolution de certains conflits relatifs à la gestion des éléments nutritifs. Les membres de chaque comité, à prédominance agricole, sont choisis au sein de la collectivité locale par décret municipal. Le rôle du comité est de renseigner le public et d'œuvrer en tant que médiateur pour ce qui concerne les questions locales de gestion des éléments nutritifs.

Les comités consultatifs locaux sont uniquement autorisés à œuvrer en tant que médiateur dans le cas de plaintes concernant la gestion des éléments nutritifs qui ne contreviennent pas les règlements pris en application de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, de la *Loi sur la protection de l'environnement* ou de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*. Si la plainte présentée à la municipalité fait état d'un déversement ou d'une infraction à un règlement, l'objet de la plainte doit plutôt être présenté au ministère de l'Environnement. Les questions en litige peuvent être soumises au CCL par la municipalité ou lui être référées par le ministère de l'Environnement.

# TRAITEMENT DU FUMIER

## DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

### les nombreux avantages qu'apporte le traitement du fumier

---

**les avantages et les inconvénients de trois techniques de traitement qui sont adaptées à l'Ontario, soit la séparation mécanique des solides et des liquides, la digestion anaérobie et le compostage aérobie.**

---

On devrait gérer le fumier brut de manière à en faciliter le stockage, la manipulation, l'application et l'élimination. On y arrive en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Même si cela semble, à priori, relever du défi, on trouvera parmi les techniques de traitement discutées dans les pages suivantes, celles qui, à titre de pratiques de gestion optimales, s'avèrent simples, fiables et adaptées à son exploitation personnelle tout en étant viables.

En outre, le traitement du fumier peut avoir d'autres avantages, notamment :

- ▶ réduction du volume du fumier à épandre;
- ▶ diminution ou augmentation de la teneur en éléments nutritifs du fumier à épandre;
- ▶ réutilisation de certains produits (p. ex. l'eau de vidange du fumier);
- ▶ diminution des répercussions sur l'environnement (p. ex. la contamination des eaux de surface et souterraines);
- ▶ réduction des odeurs et autres nuisances;
- ▶ réduction du nombre d'organismes pathogènes;
- ▶ production de sous-produits utiles pour la ferme ou pour la revente;
- ▶ évacuation de matières sans danger;
- ▶ production d'énergie renouvelable;
- ▶ réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Malheureusement, à ce jour, aucun traitement ne réussit à procurer tous les avantages énumérés ci-dessus. En fait, le défi se résume choisir une technique qui réduira les effets d'un polluant potentiel (p. ex. l'azote des nitrates) sans pour autant causer d'autres problèmes (p. ex. les phosphates du fumier).

Des dizaines de techniques sont en voie de développement pour le traitement du fumier. Cependant, nombre d'entre elles ne conviennent pas du tout aux conditions qui prévalent en Ontario et nécessitent des recherches pratiques plus poussées avant que soient résolus leurs défauts techniques.

Par contre, les techniques suivantes semblent prometteuses pour les exploitations d'élevage de l'Ontario :

- ▶ séparation mécanique des solides et des liquides — surtout au moyen de presses à vis;
- ▶ digestion anaérobie;
- ▶ compostage aérobie.

## SÉPARATION MÉCANIQUE DES SOLIDES ET DES LIQUIDES

Ce procédé permet la ségrégation mécanique du fumier en ses fractions liquide et solide. La fraction solide renferme la plus grande part des fibres et un peu d'azote (N) et de phosphore (P).

La fraction liquide peut servir à la vidange du fumier de l'étable; on peut aussi l'épandre sur des terres, la traiter par filtration à travers une bande de végétation ou la stocker avec d'autres déchets liquides dilués.

La séparation des solides et des liquides s'effectue plus efficacement avec une presse à vis qu'avec tout autre moyen (p. ex. courroies et tamis).

En outre, les rendements sont meilleurs avec le fumier frais qu'avec le fumier stocké un certain temps.

### Avantages

- La réduction de la quantité des matières solides dans la fraction liquide en facilite la manipulation, le pompage et l'application;
- Le phosphore est concentré dans la fraction solide, ce qui améliore la capacité de gestion des éléments nutritifs en des endroits précis et fournit une matière à composter enrichie;
- Il en coûte moins cher de transporter ailleurs la fraction solide que le fumier brut liquide;
- La superficie de terres requise sur la ferme pour les épandages peut s'en trouver réduite.

### Inconvénients

- Il en résulte deux types de fumier à stocker, à manipuler et à épandre séparément;
- Les coûts des immobilisations, de la main-d'œuvre et de l'entretien sont donc plus élevés.



La séparation des solides et des liquides facilite le pompage et l'application de la fraction liquide.

## DIGESTION ANAÉROBIE (D.A.)

Le fumier liquide qui est riche en matière organique est transformé par des bactéries anaérobies en plusieurs produits, dont le « biogaz » (un mélange de dioxyde de carbone et de méthane). La combustion du biogaz produit de la chaleur ou de l'électricité.

Les digesteurs fonctionnent sous une grande plage de températures. La plupart sont efficaces entre 35 et 40 °C (95–104 °F). Lorsque la température de fonctionnement dépasse 48 °C (118 °F), la production de méthane augmente mais les microorganismes qui produisent ce gaz peuvent stopper leur métabolisme à des températures aussi élevées.

Les matériels qui composent le système de D.A. sont les réservoirs de stockage de fumier, l'équipement de manipulation du fumier, la cuve de digestion, les matériels pour le confinement du biogaz et l'équipement produisant l'électricité.

Les autres produits de la digestion peuvent nécessiter une transformation ultérieure avant d'être éliminés ou épandus.

Grosso modo, il existe deux configurations possibles adaptées aux conditions climatiques du Canada.

### *Digester infiniment mélangé*

Comme son nom l'indique, ce type de digesteur se compose d'une grande cuve dans laquelle sont mélangées des matières nouvelles et des matières partiellement digérées. Un tel système convient aux fumiers dont la teneur en matière sèche (M.S.) est faible, soit 4–12 %.

### *Digester à écoulement piston (« digester piston »)*

Le digesteur piston type est constitué de longs canaux dans lesquels le fumier se déplace en forme de piston. Un tel système est adapté aux fumiers plus épais (11–13 % M.S.) quoique encore liquides.

### **Avantages**

- réduction des odeurs;
- réduction des agents pathogènes;
- production d'énergie;
- rétention des éléments nutritifs comme engrais.

### **Inconvénients**

- hausse des coûts des immobilisations, de la main-d'œuvre et de l'entretien;
- adaptation en particulier aux très grandes exploitations;
- connexion au réseau électrique parfois problématique;
- aucune réduction de la quantité totale d'éléments nutritifs — la même superficie de terres reste nécessaire, à moins d'une transformation ultérieure des produits.



Le biogaz issu de la digestion anaérobie peut servir à la production de chaleur ou d'électricité.

## COMPOSTAGE AÉROBIE

Le compostage transforme le fumier solide et la litière en une matière stable, similaire à de la terre, grâce à la décomposition accélérée qu'effectuent les microorganismes en milieu aérobie. Le processus demande qu'on mélange régulièrement le tas et que l'on contrôle soigneusement la circulation de l'air, la température, l'humidité, et le ratio carbone:azote (C:N).

Au nombre des conditions optimales, notons un taux d'humidité de 40–65 % et un ratio C:N situé entre 20:1 et 40:1.

### Avantages

- ▶ destruction des agents pathogènes et des graines de mauvaises herbes;
- ▶ réduction des volumes;
- ▶ épandage ou vente possible des matières produites;
- ▶ réduction de la superficie des terres nécessaires si l'on vend du compost.

### Inconvénients

- ▶ une déficience de la gestion peut occasionner le dégagement d'odeurs nauséabondes et de gaz à effet de serre;
- ▶ une erreur dans le choix du site peut entraîner la contamination de l'eau (p. ex. compostage en andains dans un champ à proximité d'une zone fragile);
- ▶ la méthode est pratique surtout chez les grandes exploitations;
- ▶ les éléments nutritifs se trouvent concentrés en un volume réduit, de sorte que la même superficie de terres est requise pour l'épandage du produit.



Les composteurs d'andains permettent d'accélérer le processus de compostage.

# ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU FUMIER

DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

les principes d'entreposage et de manutention du fumier

---

les solutions de rechange à l'entreposage du fumier

---

les différents systèmes d'entreposage du fumier

---

les exigences liées à la capacité et à la sécurité des structures d'entreposage du fumier

---

les pratiques de gestion optimales.

---

Un système d'entreposage du fumier a une « portée » considérable quand on s'arrête à toutes ses répercussions :

## **moment et calendrier des épandages**

- ▶ on ne peut épandre le fumier à longueur d'année;
- ▶ la capacité d'entreposage influence directement le moment et la fréquence des épandages;
- ▶ de bonnes pratiques d'entreposage et d'épandage réduisent les pertes nettes d'éléments nutritifs;

## **quantité de fumier**

- ▶ le type, la capacité et la conception de la structure d'entreposage déterminent la quantité de fumier qui peut être entreposé et épandu sans danger;

## **risques de contamination des eaux souterraines**

- ▶ les systèmes qui prévoient l'entreposage de tous les liquides contaminés produits sur la ferme (y compris les effluents d'ensilage, les eaux de lavage de laiterie et des logements pour animaux, les eaux de ruissellement des cours d'exercice et des tas de fumier) réduisent le risque de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines;

## **production d'odeurs et de gaz**

- ▶ les conditions d'entreposage peuvent réduire les niveaux d'odeurs et les taux de rejet des gaz de fumier dans l'atmosphère;
- ▶ le rejet des gaz de fumier, surtout de l'ammoniac, influence la teneur en azote du fumier (et sa valeur comme fertilisant);

## **possibilités de traitement du fumier et de mise à l'essai d'innovations technologiques**

- ▶ les systèmes de gestion sur fumier solide se prêtent mieux aux traitements par compostage;
- ▶ les technologies comme la co-génération d'énergie (c.-à-d. les digesteurs anaérobies) et la séparation des solides et des liquides sont destinés aux systèmes de gestion sur fumiers liquides ou de gestion sur solides-liquides combinée.



Le tas de fumier derrière le bâtiment d'élevage NE constitue PAS une structure d'entreposage du fumier.



Il est possible de traiter le fumier pour en réduire le volume d'entreposage et créer des produits finals utiles, comme le compost ou l'énergie.



Le fumier peut être composté au lieu d'être entreposé comme fumier brut.

#### SOLUTIONS DE RECHANGE À L'ENTREPOSAGE PERMANENT À LONG TERME À LA FERME

Le fumier peut être géré autrement qu'au moyen d'une structure d'entreposage permanente. Voici des solutions de rechange à la disposition des exploitations d'élevage :

- ▶ les sites temporaires d'entreposage sur place (au champ) dans lesquels il est possible d'entreposer du fumier solide pendant plusieurs mois, sous réserve du respect de certaines conditions inhérentes à l'emplacement et à la gestion;
- ▶ le traitement du fumier, p. ex. le compostage du fumier solide pour en réduire le volume et obtenir un produit biologiquement plus stable — dans ce cas, l'entreposage fait quand même partie des systèmes de traitement;
- ▶ l'enlèvement du fumier par un courtier (dans le cas, p. ex. du compostage à l'échelle commerciale du fumier de mouton).



Toutes les structures d'entreposage temporaires doivent être conçues de manière à réduire au minimum les pertes d'éléments nutritifs.

Pour des renseignements à jour sur les prescriptions de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, consulter le site Web <http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html>.

## EN QUOI LES SYSTÈMES D'ENTREPOSAGE ET DE MANUTENTION INFLUENCENT-ILS LES PLANS DE GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



Le choix et l'utilisation des systèmes d'entreposage et de manutention influencent directement l'élaboration et la mise en œuvre du plan de gestion des éléments nutritifs.

**Une structure couverte peut réduire, voire éliminer, la nécessité de gérer les liquides.**

CARACTÉRISTIQUE	EFFET SUR LE PLAN DE GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS
FORME DE FUMIER – SOLIDE OU LIQUIDE (OU LES DEUX)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• souvent, les structures d'entreposage de fumier liquide d'épouvues d'un toit doivent être plus grosses</li> <li>• les taux d'application du fumier liquide sont limités par le type de sol et sont influencés par la quantité d'éléments nutritifs perdus durant l'entreposage et la manutention</li> <li>• pertes d'éléments nutritifs et teneur résiduelle – le fumier solide perd plus d'azote sous la forme d'oxyde de diazote que le fumier liquide, et le fumier liquide perd plus d'azote ammoniacal que le fumier solide entreposé <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ les eaux de ruissellement provenant des tas de fumier solide peuvent entraîner des rejets de nitrates, de potassium et de phosphore dans l'environnement</li> </ul> </li> <li>• les structures d'entreposage de fumier liquide laissent s'échapper un peu d'azote dans l'atmosphère <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ il n'y aura pas de pertes d'autres éléments nutritifs, à moins d'un déversement accidentel ou d'une fuite</li> </ul> </li> <li>• la plupart du temps, le fumier solide offre moins de possibilités d'épandage</li> <li>• des techniques sont nécessaires pour réduire les risques environnementaux liés : au ruissellement sur les champs consécutifs aux épandages hivernaux de fumier solide; et aux effluents du réseau de drainage faisant suite aux épandages de fumier liquide</li> <li>• les DMS à observer par rapport aux zones sensibles sont en général plus grandes pour le fumier liquide</li> </ul>
PROVENANCE DU FUMIER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les fumiers de volaille sont plus riches en éléments nutritifs que ceux de porcs ou de vaches laitières</li> <li>• les fumiers de porcs et de vaches laitières renferment davantage d'eaux de lavage que le fumier de volaille</li> <li>• la teneur du fumier en éléments nutritifs influence le taux d'application</li> </ul>
VOLUME DE FUMIER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'idéal est de pouvoir compter sur une capacité d'entreposage de 240–250 jours, compte tenu de l'interdiction en Ontario d'épandre le fumier sur le sol gelé</li> <li>• si les volumes entreposés sont plus grands, il faut prévoir de plus grandes superficies d'épandage (à moins que le fumier ne soit très dilué et que des épandages répétés sur la même superficie ne soient envisageables)</li> <li>• les gros volumes nécessitent des occasions d'épandage plus nombreuses et/ou du matériel permettant de gérer de plus gros volumes par jour</li> <li>• on peut réduire la capacité d'entreposage en détournant l'eau propre ou en installant un toit sur la structure</li> <li>• le recouvrement d'une structure d'entreposage de fumier solide permet de réduire la capacité du système auxiliaire prévu pour l'entreposage des liquides qui s'en échappent ou même rend un tel système superflu</li> </ul>
SITES D'ENTREPOSAGE TEMPORAIRES ET/OU PERMANENTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'utilisation de sites d'entreposage temporaires est limitée à une certaine durée (120–300 jours)</li> <li>• le fumier entreposé à des sites temporaires doit être utilisé sur l'unité agricole même, à des fins de culture</li> <li>• à noter : l'entreposage temporaire ne constitue pas une pratique de gestion optimale; il est recommandé d'utiliser une structure permanente qui élimine ou retient toutes les eaux de ruissellement</li> </ul>
ROTATION DES CULTURES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le choix des cultures et leur séquence dans la rotation influencent les besoins en éléments nutritifs, le moment des épandages et les taux d'application</li> <li>• les pratiques culturales et les systèmes de travail du sol influencent les méthodes et les occasions d'épandage (p. ex. la pratique de l'épandage en bandes latérales ou de l'épandage en début d'automne peut influencer la capacité d'entreposage nécessaire)</li> </ul>



Une structure d'entreposage de fumier solide doublée d'un système de collecte des eaux de ruissellement permet de capter tous les liquides, mais oblige à utiliser deux modes d'épandage.

#### DÉFINITION D'UN SYSTÈME DE GESTION DE L'ENTREPOSAGE ET DE LA MANUTENTION DU FUMIER

Un système de gestion du fumier doit prendre en considération les facteurs suivants :

- ▶ les volumes de déchets ou de fumier produits;
- ▶ le système de collecte du fumier (comment il est ramassé);
- ▶ le transfert vers la structure d'entreposage (élévateur ou convoyeur empileur, pompe, etc.);
- ▶ les structures d'entreposage approuvées, notamment les structures protégées par un toit ou en béton, les structures d'entreposage des eaux de ruissellement;
- ▶ la manutention (transfert des lieux d'entreposage vers les sites d'épandage);
- ▶ le calendrier et la technologie d'épandage.

### SYSTÈMES DE MANUTENTION COURANTS

Le fumier d'élevage est entreposé et manutentionné sous forme solide ou liquide. La forme du fumier dépend du type de fumier d'élevage et de ce qu'on y ajoute, c.-à-d. de la quantité d'eau de dilution ainsi que du type et du volume de la litière utilisée.

La plupart des exploitations d'élevage de l'Ontario utilisent soit des systèmes de gestion sur fumier solide soit des systèmes de gestion sur fumier liquide. Indépendamment du système utilisé, il est de toute première importance de gérer **tous** les liquides. Il faut absolument détourner l'eau propre et l'eau venant des gouttières loin des bâtiments d'élevage ou de la structure d'entreposage du fumier.

À l'exception des élevages de volaille, les grosses exploitations d'élevage utilisent le plus souvent un système de gestion sur fumier liquide. Les eaux de lavage (de laiterie et autres) sont souvent évacuées vers la structure d'entreposage du fumier.

Les eaux contaminées, comme les eaux de ruissellement des aires d'exercice, devraient être entreposées et gérées séparément. C'est pourquoi certains systèmes de gestion sur fumier solide sont dotés de structures d'entreposage distinctes pour les liquides.

## POURQUOI CHOISIR UN SYSTÈME DE GESTION SUR FUMIER LIQUIDE?

Quand il est question d'entreposage et de manutention de fumier d'élevage de bovins de boucherie, ce sont les systèmes de gestion sur fumier solide qui viennent normalement à l'esprit. Mais doit-il toujours en être ainsi?

Imaginons un gros parc d'engraissement dépourvu de toiture, qui utilise un minimum de litière et qui a besoin d'améliorer à la fois sa gestion des eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice des animaux et ses installations d'entreposage du fumier. En l'absence de litière et d'une structure convenable, il se peut qu'un système de gestion sur fumier liquide se prête davantage à la manutention du fumier et des eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice. Ces eaux de ruissellement peuvent être épandues pour fournir des éléments nutritifs aux cultures en croissance.

SYSTÈME	POUR	CONTRE
GESTION SUR FUMIER SOLIDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coûts moindres si l'on utilise déjà un système de gestion sur fumier solide</li> <li>• moins d'odeurs dégagées</li> <li>• davantage de possibilités d'épandage</li> <li>• moins de craintes de contamination dues au ruissellement, ou d'infiltration dans le sol à la faveur des trous creusés par les vers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• absence de gestion des eaux de ruissellement provenant du fumier</li> <li>• absence de gestion des eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice des animaux</li> <li>• besoins accrus en litière</li> <li>• besoins accrus en main-d'œuvre</li> </ul>
GESTION SUR FUMIER LIQUIDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gestion de tous les liquides</li> <li>• collecte des eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice</li> <li>• moins grands besoins en main-d'œuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• système plus coûteux</li> <li>• plus d'odeurs qu'avec le fumier solide</li> <li>• risques plus élevés de ruissellement et de déversements accidentels</li> </ul>



**Les convoyeurs empileurs de fumier et les écuereurs d'étable conviennent bien aux étables à stabulation entravée quand on récolte les eaux de ruissellement dans une structure d'entreposage distincte.**

## SYSTÈMES DE MANUTENTION DU FUMIER SOLIDE EN ONTARIO

SYSTÈME DE COLLECTE	SYSTÈME DE TRANSFERT	SYSTÈME D'ENTREPOSAGE COURANT	SYSTÈME D'APPLICATION	POUR (+) CONTRE (-)	COÛTS DES IMMOBILISATIONS
LITIÈRE ACCUMULÉE et CHARGEUSE (p. ex. bovins de boucherie, bâtiment à aires ouvertes)	non nécessaire	litière accumulée	épandeur à caisson	+ est peu exigeant en main-d'œuvre jusqu'au nettoyage - peut nécessiter une structure d'entreposage des eaux de ruissellement si une aire d'exercice des animaux est utilisée - attire rongeurs et mouches	faibles; les coûts sont combinés à ceux des bâtiments d'élevage
CHARGEUSE FRONTALE (p. ex. poulailler de poulets à griller)	chargeuse frontale, épandeur à caisson, remorque ou camion à benne basculante hydraulique	structure d'entreposage du fumier solide couverte ou structure à ciel ouvert doublée d'un réservoir de stockage des eaux de ruissellement	épandeur à caisson ou à trémie	+ utilise le matériel existant - peut nécessiter une structure d'entreposage des eaux de ruissellement	moyens si la structure est couverte; les coûts varient en fonction du choix du système de gestion des eaux de ruissellement
ÉCUREUR D'ÉTABLE (p. ex. dans une étable laitière à stabulation entravée)	convoyeur empileur, chargeuse frontale ou pompe à piston plongeur, à piston ou à air	structure d'entreposage du fumier solide couverte ou structure à ciel ouvert doublée d'un réservoir de stockage des eaux de ruissellement	épandeur à caisson ou à trémie	+ utilise le matériel existant + les animaux n'ont pas à être déplacés - peut nécessiter une structure d'entreposage des eaux de ruissellement - exigeant en main-d'œuvre - le convoyeur empileur se bloque ou ne peut gérer le fumier mouillé	moyens à élevés si la structure est couverte; les coûts varient en fonction du choix des systèmes d'entreposage et de transfert des eaux de ruissellement



Les lances d'irrigation à trajectoire haute ne constituent pas des solutions de recharge acceptables aux volumes d'entreposage insuffisants.



Les structures en béton peuvent être dimensionnées de manière à contenir toutes les sources de contaminants liquides.



Structures en terre battue — pourvu que l'emplacement, les caractéristiques du site et la conception de la structure s'y prêtent, ces structures peuvent convenir à l'entreposage du fumier liquide, des eaux de ruissellement et des eaux de lavage.

## SYSTÈMES DE MANUTENTION DU FUMIER LIQUIDE

SYSTÈME DE COLLECTE	SYSTÈME DE TRANSFERT	SYSTÈME D'ENTREPOSAGE COURANT	SYSTÈME D'APPLICATION	POUR (+) CONTRE (-)	COÛTS DES IMMOBILISATIONS
TRACTEUR-DÉCAPEUSE (p. ex. étables laitières à stabulation libre)	pompe à liquide ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	+ utilise le matériel existant - use les planchers de béton	moyens
DÉCAPEUSE (GRATTE) (p. ex. poulaillers de poudeuses)	transfert direct au réservoir, vis transversale, pompe hydraulique, mécanique ou à air, ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	- ne permet pas d'irriguer le fumier de poudeuses gratté dans le caniveau	moyens
DÉCAPEUSE D'ALLÉES (p. ex. étables laitières à stabulation libre)	transfert direct au réservoir, pompe à liquide ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	+ enlèvement automatique du fumier - nécessite moins de litière	de moyens à élevés
CANIVEAUX À ÉCOULEMENT INTERMITTENT et À ÉCOULEMENT CONTINU PAR GRAVITÉ (porcs)	pompe à liquide ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	- gestion plus exigeante	moyens
CAILLEBOTIS (p. ex. étables laitières à stabulation libre, porcherie)	transfert direct au réservoir sous-jacent	structure d'entreposage en béton sous le plancher du bâtiment	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	+ économique en main-d'œuvre - craintes soulevées par le caractère dangereux des gaz de fumier	d'élevés à très élevés
CAILLEBOTIS AVEC CANIVEAU D'ÉCOULEMENT SOUS-JACENT (p. ex. porcs)	pompe à liquide ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	+ économique en main-d'œuvre - nécessite une bonne gestion	d'élevés à très élevés
ALLÉES NETTOYÉES PAR CHASSE D'EAU (p. ex. étables laitières à stabulation libre)	pompe à liquide ou transfert par gravité	structure en béton, en terre ou en acier à ciel ouvert ou couverte	citerne, lance d'irrigation à trajectoire basse ou boyau traîné	+ économique en main-d'œuvre - odeurs à l'intérieur du bâtiment d'élevage - difficultés possibles par temps froid - nouvelle technologie	moyens

L'élaboration d'un PGEN efficace se trouve simplifiée par un système d'entreposage du fumier conçu de manière à tenir compte à la fois des volumes de fumier produits et des périodes propices aux épandages.

## DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE

Pour bien dimensionner une structure d'entreposage du fumier, il faut évaluer le volume des eaux de lavage et du fumier produits. Voici les principaux points à considérer :

- ▶ type, format, âge et nombre d'animaux d'élevage;
- ▶ quantité et type de litière utilisée;
- ▶ volume des eaux de lavage (de laiterie et autres), des liquides suintant des silos etc.;
- ▶ volume des autres liquides recueillis (eau provenant du toit, eaux de ruissellement des aires d'exercice, précipitations) qui peuvent entrer dans la structure d'entreposage.

Il existe un programme piloté par menu, appelé MSTOR, qui fait partie du logiciel NMAN et qui aide à calculer les dimensions des structures d'entreposage du fumier.

Manure Storage Summary (System #1)

Total Liquid Capacity Required: 92064 (cu.ft.)  
 Total Solid Capacity Required: 16128  
 Runoff from Solid Storages: 4320

Existing Storages	Manure	Rainfall	Capacity
Liquid, Uncovered, Circular	46244	9048	55292
Solid, Uncovered, Level rectangular	18000	4320	18000

New Liquid Capacity Required: 50140  
 New Solid Capacity Required: 0

New Storages	Manure	Rainfall	Capacity	%New
Liquid, Covered, Rectangular	89600	0	89600	179

Extra Liquid Capacity Available: 39460 179  
 Extra Solid Capacity Available: 1872 0

Flow path option may be available to handle liquid (include documentation if used)  
 Additional solid manure storage options may be available (include documentation if used)

Yearly Manure Volume

Liquid Manure  
 160345 cu.ft./year  
 998949 gal/year  
 6.6 % dry matter

Solid Manure  
 24528 cu.ft./year  
 638 gal/year  
 21.8 % dry matter

Add Existing Storage  
 Add New Storage  
 Edit Existing Storage  
 Edit New Storage  
 Delete Existing Storage  
 Delete New Storage  
 Delete All Storage

**Le programme MSTOR a été élaboré pour permettre de calculer correctement les volumes de fumier et d'eaux de lavage en vue du dimensionnement des structures.**

## Y A-T-IL LIEU D'ACCROÎTRE LA CAPACITÉ D'ENTREPOSAGE?

En général, les structures ont une capacité d'entreposage répondant à la norme minimale de 240 jours. Il y a toutefois des cas où une capacité plus grande est justifiée, notamment :

- ▶ quand on épand le fumier sur des terres ayant un indice-N élevé (p. ex. les sols sableux ou peu profonds par rapport à la roche-mère) et que les épandages ne sont possibles qu'une fois par année (p. ex. au printemps) — voir p. 89 pour plus de renseignements;
- ▶ quand on épand le fumier sur des terres vulnérables au compactage (p. ex. les sols loameux mal drainés comme les loams Parkhill);
- ▶ quand on épand le fumier sur des terres comportant des risques de ruissellement élevés (p. ex. des terrains accidentés constitués de sols argileux comme les loams argileux Huron, les argiles Smithville et les loams limono-argileux Brantford);
- ▶ quand on a besoin d'une grande souplesse dans l'établissement du calendrier d'épandage;
- ▶ quand on envisage de faire prendre de l'expansion à l'exploitation ou de modifier les systèmes.

**Les exploitations qui seront amenées graduellement à se conformer à la Loi sur la gestion des éléments nutritifs devront fournir des renseignements sur leur capacité d'entreposage de fumier pour satisfaire les exigences du Règlement 267/03, tel que modifié.**

## SYSTÈMES DE COLLECTE ET DE TRANSFERT DE FUMIER SOLIDE

### CHARGEUSE FRONTALE



Un tracteur muni d'une chargeuse frontale retire efficacement le fumier des bâtiments d'élevage avec litière accumulée. Le fumier peut être chargé directement dans un épandeur à fumier ou entreposé dans une structure d'entreposage à long terme.

### TRACTEUR-DÉCAPEUSE



Les tracteurs ou les chargeuses avec des lames racleuses montées à l'arrière peuvent, au besoin, servir à nettoyer les couloirs d'alimentation et les aires d'exercice. Ce système est exigeant en main-d'œuvre et oblige à faire sortir les animaux durant le nettoyage. Si l'on ne prend pas les précautions voulues, à la longue, les planchers de béton seront endommagés par l'usure et augmenteront ainsi les risques de glissade chez les animaux. Les planchers de béton rainurés permettent de réduire ces risques au minimum. Il est possible d'attacher du caoutchouc ou du bois aux arêtes des lames racleuses pour protéger le béton de l'usure.

### ÉCUREURS



Les écureurs d'étable sont d'usage courant dans les étables laitières à stabulation entravée. Les dimensions des stalles entravées doivent accommoder le format des vaches et permettre une collecte efficace du fumier. Si les stalles sont trop courtes ou trop longues, le sol est souillé par le fumier qui ne tombe alors pas dans le caniveau. Des dresseurs électriques aident à garder les vaches propres.

Les garde-litière et les grilles de caniveau réduisent la quantité de paille nécessaire, même s'ils ne sont pas indispensables au bon fonctionnement du système d'évacuation du fumier. On peut se procurer des garde-litière sur le marché ou en fabriquer à l'aide de tuyaux de 25–50 mm (1–2 po). Les grilles sont surtout utiles si le fumier est mou. Si le fumier est plutôt sec, il risque de ne pas passer à travers la grille et de ne pas tomber dans le caniveau.

## POULAILLERS EN HAUTEUR (CAGES AU-DESSUS D'UNE FOSSE PROFONDE)

Dans les établissements d'élevage de volaille, les poulaillers en hauteur sont dotés d'une fosse d'entreposage à long terme du fumier sec à l'étage inférieur à celui des oiseaux. Aucun dispositif mécanique n'est nécessaire pour transférer le fumier à une structure d'entreposage distincte. Le fumier est séché à l'air au fur et à mesure qu'il s'accumule dans la structure d'entreposage. Des ventilateurs situés dans la zone d'entreposage servent à faire circuler l'air au-dessus du fumier. Les ventilateurs sont distants de 24 mètres (80 pi) les uns des autres. Ils dirigent l'air vers une extrémité du poulailler et le redirigent vers l'autre extrémité.

Le fumier renferme une forte teneur en eau quand le temps est chaud et humide, en raison des piètres conditions d'assèchement qui règnent alors et de la consommation accrue d'eau par les oiseaux. Dans les cas extrêmes, la teneur en eau est telle que le fumier ne forme pas les amoncellements coniques habituels sur le plancher du poulailler, ce qui augmente l'incidence des odeurs et des mouches.

Pour garder le fumier sec, voici les mesures à prévoir au moment de la construction :

- situer la structure d'entreposage complètement au-dessus du niveau de sol;
- protéger les semelles par des remblais;
- couler le plancher en béton.

La teneur en sel de l'eau et des aliments ne doit pas dépasser les besoins alimentaires des animaux.

## CONVOYEUR À COURROIE

Les courroies sont situées sous les cages des pondeuses ou sous le caillebotis et servent à acheminer le fumier vers l'extrémité du poulailler où il est recueilli.

Dans les systèmes d'élevage de pondeuses en cages, une courroie de plastique est située sous chaque rangée de cages. Pour obtenir un fumier sec, empilable et relativement exempt d'odeurs, il faut faire circuler l'air transversalement à la courroie de manière à favoriser un assèchement rapide. Le système de ventilation du poulailler doit être conçu pour négocier l'humidité accrue provenant du fumier. Le fumier est transporté jusqu'à un convoyeur transversal, puis jusqu'à une structure d'entreposage de fumier solide couverte.



Une structure à même le poulailler convient aux poulaillers de poulets à griller en hauteur.



La ventilation est la clé de la réussite en ce qui concerne la manutention du fumier et la réduction des odeurs.

## ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU FUMIER DE VACHES LAITIÈRES CHARGÉ DE SABLE

Le sable offre un meilleur coussinage et un meilleur drainage des surfaces que les autres matériaux utilisés pour améliorer le confort et la propreté des vaches dans les stalles. Même si de nombreux vétérinaires recommandent d'utiliser du sable comme litière pour réduire les risques de mammites, il faut néanmoins soupeser cet avantage par rapport aux inconvénients associés à la manutention d'un fumier chargé de sable.

### DÉFIS

#### Composition

- ▶ Du fait de sa densité, le sable ajoute un poids considérable au mélange de fumier.
- ▶ Le sable n'absorbe pas l'humidité.
- ▶ Comparativement à un système utilisé pour du fumier brut de vaches laitières, un système qui négocie du fumier chargé de sable reçoit, en moyenne, 43 % plus de matières, en poids, et un volume total 18 % plus grand.

#### Manutention

- ▶ Augmentation de poids — Du fait de sa densité accrue, le fumier chargé de sable peut avoir de graves répercussions sur le matériel utilisé pour son transport.
  - ▷ Alors que 1 L de fumier brut ou de fumier avec litière pèse environ 800 g, la même quantité de fumier chargé de sable peut peser 1000 g ou plus (1 gal pèsera non pas 8 lb, mais 10 lb ou plus).
- ▶ Le sable étant très abrasif, il risque d'entraîner l'usure prématurée des pièces mobiles et des surfaces lisses.

#### Fumier non dilué c. fumier dilué

**Fumier non dilué** — La meilleure façon de manipuler le fumier chargé de sable est de le faire avec un pneu utilisé comme racloir ou avec une chargeuse à godet.

**Fumier dilué** — Du fait des caractéristiques de manutention du fumier chargé de sable, le rendement des systèmes de manutention est grandement affecté par la dilution. En effet :

- ▶ l'excédent d'eau risque de provoquer rapidement le dépôt du sable hors du fumier fraîchement chargé;
- ▶ le sable risque de s'accumuler et de former une grosse masse solide similaire à celle produite par le chargement de fumier gelé ou sec par le dessus, ce qui rend difficile le remplissage adéquat de la structure;
- ▶ le sable et la fraction des matières sèches du fumier qui se déposent peuvent former au fond des structures de stockage de fumier liquide une couche de 60 cm (2 pi) qui complique la manutention du fumier, car il faut alors atteindre un équilibre difficile entre la dilution, l'agitation et le pompage;
- ▶ les producteurs et travailleurs à forfait sont souvent tenus de remplacer chaque année les coussinets des pompes;
- ▶ l'agitation du fumier chargé de sable dans les structures d'entreposage doit se faire sous la surface;
- ▶ des murs de sable se forment quand celui-ci est projeté à l'horizontale.

#### EXIGENCES D'ENTREPOSAGE DU FUMIER DILUÉ CHARGÉ DE SABLE

- ▶ Il est généralement souhaitable de prévoir un accès de recharge permettant d'autres méthodes de remplissage de la structure pour le cas où le sable s'accumulerait et bloquerait la voie d'accès initialement prévue pour le remplissage.
- ▶ Un plancher de béton est fortement recommandé pour les structures d'entreposage de fumier chargé de sable :
  - ▷ couler le plancher de niveau ou légèrement en pente (pente ne dépassant normalement pas 1–2 %) afin de diriger l'écoulement des liquides vers un bac de sédimentation ou une aire de pompage, en direction opposée des zones où des matières sèches sont recueillies et drainées;
  - ▷ garder à l'esprit qu'une surface plane empêche la formation de flaques.
- ▶ La rampe d'accès, le plancher de béton et les murets sont des éléments particuliers aux structures d'entreposage du fumier chargé de sable;
  - ▷ ces éléments facilitent l'enlèvement des matières sèches qui, autrement, s'accumuleraient avec le temps. La rampe permet l'accès à une chargeuse frontale et à un épandeur.

#### STRATÉGIES DE MANUTENTION DU FUMIER DILUÉ CHARGÉ DE SABLE

*Écumage de l'eau et transport des matières sèches* — écumer le liquide qui se trouve dans la partie supérieure de la structure et transporter ce qui reste de matières sèches. Dans les structures d'entreposage à long terme, les liquides sont normalement enlevés deux ou trois fois par année, tandis que les matières sèches ne le sont qu'à l'automne.

*Agitation et pompage* — procéder à l'agitation du fumier pour que les matières sèches et le liquide se mélangent et que la boue ainsi obtenue puisse être pompée en vue de l'épandage. On utilise des eaux de lavage pour diluer le fumier quand il devient trop épais pour être agité et pompé. Les matières chargées de sable restantes sont mélangées par le passage dans la structure d'un tracteur-chargeur ou d'un chargeur sur pneus.

*Agitation complète et pompage de la boue* — ne pas recourir à cette méthode; elle ne fonctionne pas en raison de l'impossibilité d'agiter convenablement les matières sèches déposées au fond de la structure. Les matières sèches se déposent rapidement une fois que l'agitation diminue ou cesse.

#### Méthodes de transfert

Tracteur-décapeuse — solution idéale;

Convoyeur mécanique — toutes les pièces mobiles seront fortement endommagées;

Pompes volumétriques — l'usure est accélérée par l'action abrasive du sable;

Canaux transversaux à écoulement par gravité — une élévation suffisante est nécessaire pour que l'écoulement se fasse par gravité.

### MÉTHODES DE MANUTENTION ET D'ÉPANDAGE DU FUMIER NON DILUÉ CHARGÉ DE SABLE

Chargeuse frontale — inefficace;

Vis sans fin — des vis spéciales pour le fumier chargé de sable donnent de bons résultats avec du fumier non dilué;

Épandeur à fond en V — convient au fumier non dilué chargé de sable;

Épandeur à caisson — cette solution est moins intéressante; les liquides sont difficiles à contenir et les dépassements de la limite de charge de l'épandeur sont à craindre.

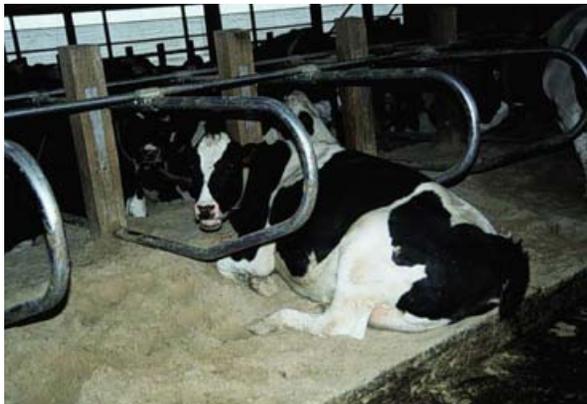
### MÉTHODES DE MANUTENTION ET D'ÉPANDAGE DU FUMIER DILUÉ CHARGÉ DE SABLE

Citernes — solution envisageable si les déflecteurs sont remplacés par des dispositifs plus simples et pourvu que des pneus et une suspension poids lourds soient utilisés;

Matériel d'irrigation — ne convient pas à l'épandage de fumier chargé de sable;

Injection à l'aide de la barre d'attelage — s'y prête raisonnablement bien.

**On en apprend sans cesse davantage sur la gestion du fumier chargé de sable. Avant de prendre quelque décision que ce soit, on devrait se renseigner auprès d'une personne bien informée (p. ex. un ingénieur agricole ou un spécialiste de la production laitière du MAAARO).**



Le fumier de vaches laitières chargé de sable pose des défis particuliers sur le plan de la manutention du fumier.



Il existe des vis sans fin conçues expressément pour le fumier dilué chargé de sable.

## SYSTÈMES D'ENTREPOSAGE DU FUMIER SOLIDE

Il existe plusieurs méthodes d'entreposage du fumier solide :

- ▶ litière accumulée;
- ▶ structure couverte;
- ▶ structure d'entreposage du fumier solide avec stockage des eaux de ruissellement.

## CARACTÉRISTIQUES DES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE DU FUMIER SOLIDE

CARACTÉRISTIQUE	LITIÈRE ACCUMULÉE	STRUCTURE COUVERTE	STRUCTURE À CIEL OUVERT AVEC STOCKAGE DES EAUX DE RUISSELLEMENT
DIMENSIONS DE LA STRUCTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superficie au sol suffisante pour tous les animaux et la volaille</li> <li>• hauteur libre suffisante pour l'accumulation au sol d'une couche de fumier de 1–1,2 m environ (3–4 pi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superficie suffisante pour permettre l'entreposage de tout le fumier produit sur une hauteur de 1,8–2,5 m (6–8 pi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dalle entourée de parois d'une superficie suffisante pour permettre l'entreposage de tout le fumier produit sur une hauteur de 1,2–2,5 m (4–8 pi) au-dessus de la dalle entourée de parois</li> <li>• structure de stockage des eaux de ruissellement dimensionnée de manière à contenir au-dessus de la dalle entourée de parois, les eaux de ruissellement ainsi que les liquides contaminés qui s'échappent des aires d'exercice, les eaux de lavage de laiterie ou autres</li> </ul>
RÉTENTION DES LIQUIDES CONTAMINÉS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ne retient pas efficacement les liquides contaminés de source externe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ne retient pas efficacement les liquides contaminés de source externe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les liquides qui ruissellent du fumier empilé et toutes les eaux contaminées sont recueillies et entreposés dans la structure d'entreposage des eaux de ruissellement</li> </ul>
FACILITÉ D'AGRANDISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• il est facile d'agrandir la structure si l'espace le permet, sous réserve de la démolition de murs de béton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• il est facile d'agrandir la structure si l'espace le permet, sous réserve de la démolition de murs de béton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• il est possible d'agrandir à la fois la dalle et la structure d'entreposage des eaux de ruissellement, sous réserve de la démolition de parois en béton et de la clôture de sécurité</li> </ul>
CONSTRUCTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plancher et murets en béton et construction habituelle à charpente de bois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plancher et murets en béton et construction habituelle à charpente de bois</li> <li>• murets et arête de hauteur partielle pour assurer la ventilation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dalle et parois en béton pour les matières sèches; terre battue ou béton pour les liquides</li> </ul>
COÛT DE LA CONSTRUCTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• économique étant donné que le même bâtiment sert à abriter les animaux et à entreposer le fumier</li> <li>• il faut une autre structure pour recueillir les eaux contaminées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coûts plus élevés à cause de la nécessité d'un bâtiment distinct</li> <li>• une structure distincte peut être nécessaire pour l'entreposage des liquides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• économique étant donné que le système permet d'entreposer à la fois le fumier et les eaux contaminées</li> </ul>
PRODUCTION D'ODEURS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les odeurs restent dans le bâtiment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les odeurs restent dans le bâtiment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• des odeurs peuvent se dégager de la structure d'entreposage des eaux de ruissellement</li> </ul>
SÉCURITÉ DES HUMAINS ET DES ANIMAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les problèmes de sécurité soulevés par l'entreposage sont minimes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• la structure d'entreposage des eaux de ruissellement doit faire l'objet de toutes les mesures de sécurité prévues pour une structure d'entreposage de liquides, notamment une clôture sur son périmètre et des barrières verrouillables</li> </ul>

## STRUCTURES RECTANGULAIRES COUVERTES

### Avantages

- ▶ ne nécessitent pas de structure d'entreposage des liquides;
- ▶ ne nécessitent que du matériel servant à la manutention du fumier solide;
- ▶ n'obligent pas à tenir compte des précipitations dans le calcul du volume de fumier, d'autant plus que le fumier peut s'assécher partiellement avec le temps;
- ▶ coûtent moyennement cher.

### Inconvénients

- ▶ posent la difficulté de garder le fumier à l'état solide;
  - ▷ peuvent nécessiter de grandes quantités de litière;
  - ▷ ne permettent pas l'ajout de liquides comme les eaux de lavage de laiterie ou les eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice des animaux.

## STRUCTURES RECTANGULAIRES À CIEL OUVERT DOUBLÉES D'UNE STRUCTURE DISTINCTE POUR LA COLLECTE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

### Avantages

- ▶ acceptent des volumes importants de litière;
- ▶ peuvent coûter moins cher si la structure d'entreposage des liquides est en terre;
- ▶ acceptent les liquides comme les eaux de lavage de laiterie.

### Inconvénients

- ▶ obligent à se doter de deux systèmes de manutention distincts;
- ▶ peuvent coûter cher si la structure d'entreposage des liquides est en béton.

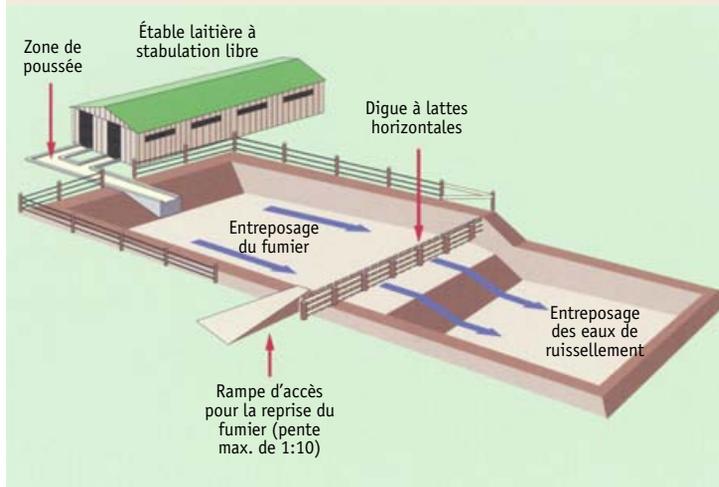


Les structures rectangulaires couvertes sont plus courantes dans les exploitations laitières, les élevages de bovins de boucherie et les élevages de volaille.

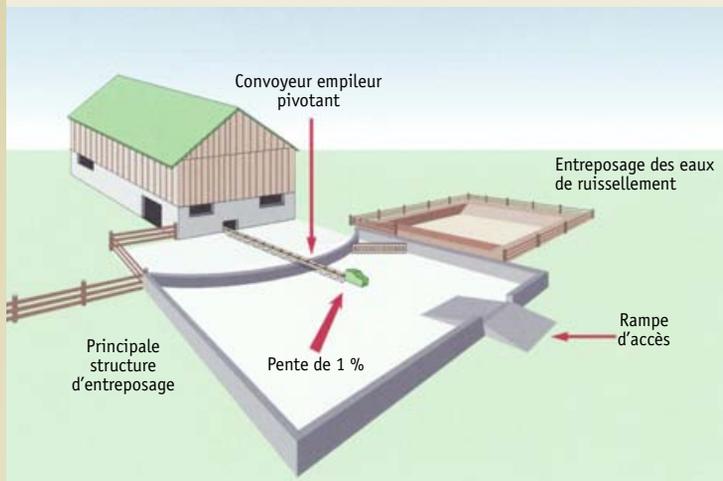


Les systèmes d'entreposage de fumier solide comprenant une structure pour la collecte des eaux de ruissellement peuvent accepter d'importants volumes de litière et de liquides.

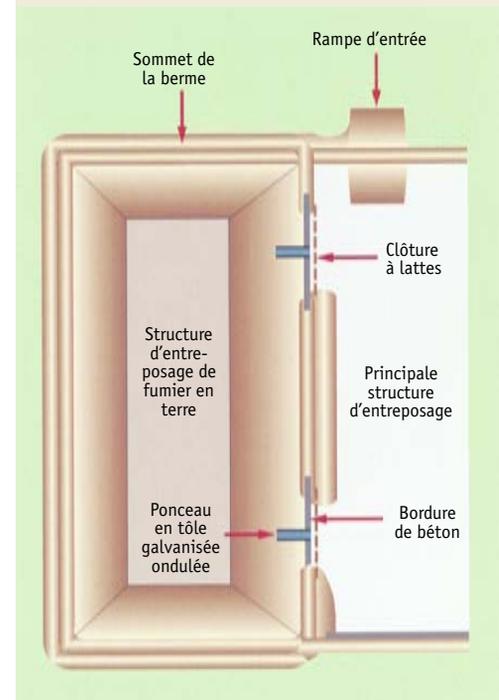
### ÉTABLE LAITIÈRE À STABULATION LIBRE



### ÉTABLE LAITIÈRE À STABULATION ENTRAVÉE



### GRAND PARC D'ENGRAISSEMENT



Les structures rectangulaires à ciel ouvert doublées d'une structure distincte pour la collecte des eaux de ruissellement sont utilisées dans les exploitations laitières ainsi que pour les élevages de bovins de boucherie, de volailles et de porcs. La structure d'entreposage des liquides peut prendre la forme de l'une ou l'autre des structures d'entreposage de fumier liquide mentionnées plus haut. La structure d'entreposage de fumier solide peut être dimensionnée en fonction d'une surface de fumier plane ou conique selon le mode de remplissage de la structure.

## SYSTÈMES DE COLLECTE ET DE TRANSFERT DE FUMIER LIQUIDE

### CANIVEAUX À ÉCOULEMENT CONTINU PAR GRAVITÉ

Les caniveaux destinés à l'écoulement continu par gravité sont des caniveaux plats, de niveau, dotés d'un bourrelet à la sortie. Le bourrelet est important puisqu'il retient les liquides dans le caniveau, ce qui permet aux matières sèches de s'écouler ou de flotter sur le liquide. Dans un caniveau à écoulement continu, il faut éviter que le fumier ne s'assèche. Le fond du caniveau doit être de niveau sur toute sa longueur et doit être plat transversalement.

Les caniveaux à écoulement continu par gravité sont efficaces dans les étables à stabulation entravée où les caniveaux sont raclés ainsi que dans les systèmes de transfert situés sous le caillebotis dans les étables à stabulation libre. Leur efficacité dépend beaucoup de la gestion de la litière. Une trop grande quantité de litière occasionnera une accumulation de matières sèches. Les eaux de lavage des salles de traite et de la laiterie peuvent être évacuées en amont du caniveau pour favoriser l'écoulement.



Les caniveaux à écoulement continu donnent les meilleurs résultats lorsqu'on utilise un minimum de litière.

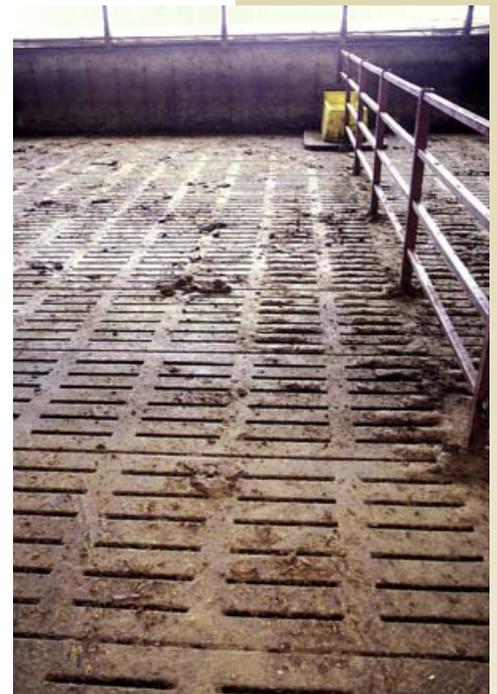
### CAILLEBOTIS

Le piétinement des animaux force le fumier à travers les lattes et le fait tomber dans la structure sous-jacente. Il faut veiller à ce que les lattes soient conçues de façon à ne pas blesser les pieds des animaux et à permettre au fumier de tomber facilement dans la structure.

Il faut éviter la litière à paille longue, car elle ne peut traverser le caillebotis. Pour permettre de bien agiter le fumier, on doit parfois ajouter des eaux de lavage sous le caillebotis.

Des gaz létaux, nuisibles et explosifs peuvent se dégager du fumier qui se trouve sous le caillebotis au moment où celui-ci est agité en vue de son pompage. Comme des animaux peuvent se trouver dans le bâtiment d'élevage pendant l'opération, il est primordial que celui-ci soit bien ventilé. Si les déplacements d'air se font uniquement par ventilation naturelle, on doit veiller à ce qu'elle soit suffisante durant l'agitation et le pompage.

Les lattes peuvent couvrir une partie seulement de la superficie au sol si un réseau de caniveaux à écoulement continu par gravité est installé sous le caillebotis et que ce réseau permet de recueillir et de transporter le fumier vers une structure d'entreposage à long terme distincte.



Le transfert du fumier vers la structure d'entreposage située sous le bâtiment d'élevage se fait par l'action des onglons des animaux.

## RÉSEAUX DE CANAUX SITUÉS SOUS LES CAILLEBOTIS



Les réseaux de canaux sont constitués de deux ou plusieurs canaux interreliés qui acheminent le fumier vers un même point de circulation ou d'agitation.

Ces réseaux sont constitués de deux ou plusieurs canaux interreliés qui acheminent le fumier vers un même point de circulation ou d'agitation. Habituellement, les parois des canaux soutiennent le caillebotis situé au-dessus. Dans les systèmes dotés de canaux, le fumier est agité à l'aide d'un agitateur à hélice qui pousse le fumier le long des canaux jusqu'à ce que le circuit soit complété. Ce mouvement brise la croûte qui se forme en surface et déloge les matières sèches qui se sont déposées au fond.

Faire preuve de prudence au moment d'agiter le fumier dans ce type de système. Le fumier doit circuler aussitôt que débute le pompage, sinon il risque de se former un bouchon capable de faire monter le niveau du fumier jusqu'à soulever les lattes. Comme celles-ci maintiennent en place les parois de séparation des canaux, leur soulèvement pourrait faire bouger les parois d'un côté ou de l'autre et provoquer l'effondrement de la structure. Les lattes et les animaux qui se tiennent dessus tomberaient alors sous le caillebotis.

Il faut bien agiter le fumier dans toute la structure d'entreposage quand celle-ci est à moitié pleine et à nouveau quand elle est tout à fait pleine. Démarrer l'agitateur à basse vitesse et pomper jusqu'à ce que le niveau baisse suffisamment pour que l'agitation puisse se faire en toute sécurité. Commencer à basse vitesse, puis augmenter la vitesse au fur et à mesure que le fumier se met à circuler autour du circuit. Se méfier des bouchons qui peuvent se former.

## NETTOYEURS D'ALLÉES À RACLETTES

Les étables laitières à stabulation libre utilisent souvent des nettoyeurs d'allées entraînés par une chaîne ou un câble. Ceux-ci comportent habituellement une raclette par allée qui fait le va-et-vient périodiquement. Les raclettes se replient ou se soulèvent pour la course de retour.

Les nettoyeurs d'allées à raclettes entraînés par un câble ou une chaîne travaillent par paires, de telle sorte que lorsqu'une raclette nettoie une allée, l'autre effectue sa course de retour. Les deux allées doivent être de même longueur. Il existe aussi des nettoyeurs d'allées à raclettes hydrauliques. Le moteur hydraulique peut faire fonctionner les raclettes individuellement dans des allées de longueurs différentes. Les vaches franchissent facilement les raclettes des nettoyeurs d'allées quand celles-ci sont réglées à basse vitesse. Le fumier recueilli peut tomber directement dans une structure d'entreposage à long terme ou être acheminé vers une pompe de transfert ou un système de transfert par gravité.

Les nettoyeurs d'allées à raclettes mécaniques ont l'avantage d'assurer l'enlèvement automatique et mécanisé du fumier. Des nettoyages fréquents permettent d'utiliser moins de litière et gardent les vaches plus propres. Les coûts d'entretien et de réparation peuvent être élevés en raison des rudes conditions d'utilisation. Par temps froid, on doit parfois faire fonctionner plus souvent les nettoyeurs d'allées à raclettes pour empêcher le fumier de geler sur le plancher des allées. Avec le temps, ces dispositifs provoquent l'usure des planchers et les rendent glissants.



Les nettoyeurs d'allées à raclettes offrent l'avantage de garder les vaches propres avec un minimum de litière.

## TRACTEUR-DÉCAPEUSE

Les allées des étables à stabulation libre peuvent aussi être nettoyées à l'aide d'un tracteur muni d'une chargeuse frontale ou d'une lame racleuse montée à l'arrière. Les allées sont raclées pendant que les vaches se trouvent à l'extérieur de l'étable et pendant la traite. Ce système est plus exigeant en main-d'œuvre et oblige à déplacer les vaches pendant le nettoyage. La propreté des vaches n'est peut-être pas aussi grande qu'avec d'autres systèmes étant donné que le nettoyage ne se fait pas aussi souvent qu'avec un système automatique.



L'ajout d'une arête de bois ou de caoutchouc sur la lame de la décapeuse peut réduire l'usure du plancher.

L'usure des planchers de béton constitue un autre problème d'importance. Après plusieurs années, le béton peut devenir glissant et provoquer la chute des animaux. Le rainurage des surfaces bétonnées améliore la traction.

L'ajout d'une arête de bois ou de caoutchouc sur la lame de la décapeuse réduit le polissage de la surface. Certains exploitants utilisent des lames de décapeuse faites de vieux pneus de grandes dimensions. Ils coupent les pneus en deux et les fendent longitudinalement pour fabriquer des lames.

## ÉVACUATION DU FUMIER PAR CHASSE D'EAU

Les étables à stabulation libre peuvent être nettoyées par chasse d'eau. Le fumier est alors emporté par un volume d'eau considérable qui s'écoule le long d'une allée en pente et est évacué vers une structure d'entreposage située à l'extérieur. Le principe de la chasse d'eau peut être appliqué au nettoyage des allées d'étables à stabulation libre, des aires d'attente et des salles de traite.

En général, on calcule 546 L d'eau/jour (120 gal/jour) par tranche de 454 kg (1000 lb) de poids vif pour obtenir une évacuation convenable du fumier. Utiliser au moins 1350 litres/m ou 90 gal/pi de largeur d'allée. Toute l'eau utilisée pour la chasse d'eau doit être libérée en 10–20 secondes. Le volume d'eau réellement utilisé pour la chasse d'eau et la fréquence des chasses d'eau sont des décisions de gestion qui reposent sur l'expérience de l'ensemble du système. Pour un maximum de résultats, il faut que les matières sèches soient séparées de l'eau utilisée pour la chasse d'eau. Envisager l'utilisation d'un séparateur des liquides et des solides ou des structures d'entreposage en terre multiétages pour la séparation.

Si la température de l'étable tombe sous le point de congélation, le système par chasse d'eau peut nécessiter une protection supplémentaire ou obliger à recourir à un autre système de manutention du fumier.

Pour un certain nombre de raisons, dont la maîtrise des odeurs, les systèmes d'évacuation par chasse d'eau ne sont pas monnaie courante dans les fermes laitières de l'Ontario.



Il est possible de réutiliser les eaux de lavage pour réduire les volumes d'eau considérables nécessaires au fonctionnement efficace des systèmes d'évacuation du fumier par chasse d'eau.

## SYSTÈMES D'ENTREPOSAGE DU FUMIER LIQUIDE

### CARACTÉRISTIQUES DES STRUCTURES D'ENTREPOSAGE DU FUMIER LIQUIDE

CARACTÉRISTIQUE	EN TERRE	EN BÉTON OU EN ACIER, À CIEL OUVERT	EN BÉTON, COUVERTE
DIMENSIONS DE LA STRUCTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>doivent aussi contenir l'eau de pluie et la neige qui tombent dedans</li> <li>doivent être plus grosses que les structures couvertes puisqu'elles recueillent davantage de neige et de pluie à cause de leurs parois inclinées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>doivent aussi contenir l'eau de pluie et la neige qui tombent dedans</li> <li>doivent être plus grosses que les structures couvertes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leur capacité ne tient compte que des eaux contaminées par le fumier qu'elles doivent recevoir</li> </ul>
HAUTEUR AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>enfouies ou partiellement enfouies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>enfouies, au-dessus du sol ou partiellement enfouies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>totalelement enfouies si le dessus est renforcé pour accueillir de lourdes charges</li> <li>minimum de 60 cm (2 pi) au-dessus du sol; panneaux de mise en garde si le dessus n'est pas conçu pour accueillir de lourdes charges</li> </ul>
FACILITÉ D'AGRANDISSEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>possibilité d'excaver une surface plus grande à peu de frais si le terrain est disponible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>agrandissement difficile, nécessitant souvent la construction d'une toute nouvelle structure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nécessite la construction d'une nouvelle structure</li> </ul>
CONSTRUCTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>revêtement de plastique ou d'argile</li> <li>type de sol et techniques de construction devant assurer l'étanchéité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>béton armé ou acier revêtu de verre (structures hors-sol seulement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>habituellement en béton armé</li> <li>couvercles en béton armé ou toit en métal ou à charpente de bois</li> <li>couvercle en béton armé capable de supporter de lourdes charges si à moins de 60 cm (2 pi) au-dessus du sol et dépourvu de panneaux de mise en garde</li> </ul>
COÛT DE LA CONSTRUCTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>coûts initiaux plus faibles pouvant être annulés par des coûts d'entretien et d'épandage plus élevés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>environ la moitié du coût du même réservoir doté d'un couvercle en béton armé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peuvent coûter deux fois plus cher que les mêmes structures à ciel ouvert; les couvercles de béton coûtent cher</li> </ul>
PRODUCTION D'ODEURS	<ul style="list-style-type: none"> <li>odeurs persistantes plus facilement décelables à distance que dans le cas des structures couvertes</li> <li>odeurs réduites par une croûte flottante (fumier de vaches laitières)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odeurs persistantes plus facilement décelables à distance que dans le cas des structures couvertes</li> <li>odeurs réduites par une croûte flottante (fumier de vaches laitières)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odeurs réduites par le couvercle pendant les périodes d'entreposage, mais puissantes durant l'agitation, la vidange et l'épandage</li> </ul>
SÉCURITÉ DES HUMAINS ET DES ANIMAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>clôture périmétrique obligatoire</li> <li>panneaux de sécurité obligatoires à tous les points d'accès</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>clôture obligatoire (ou parois de la structure) d'une hauteur d'au moins 1,5 m (5 pi) au-dessus du sol</li> <li>panneaux de sécurité obligatoires à tous les points d'accès</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obligation de verrouiller les couvercles des ouvertures d'accès et d'y installer des chaînes de sécurité</li> <li>couvercles faits obligatoirement de béton armé si la structure a moins de 60 cm (2 pi) au-dessus du niveau du sol</li> <li>obligation d'installer des panneaux de sécurité à tous les points d'accès et de bien faire comprendre les dangers aux employés et aux membres de la famille</li> </ul>

## STRUCTURES RECTANGULAIRES COUVERTES

- ▶ Leurs couvercles doivent être faits de béton armé.
- ▶ Ces structures sont ordinairement utilisées pour stocker les fumiers de porcs, de vaches laitières et de bovins de boucherie.
- ▶ Souvent, le bâtiment d'élevage est construit directement au-dessus de la structure d'entreposage.

### Avantages

- ▶ contribuent à limiter les odeurs;
- ▶ fournissent par leurs parois les murs de fondation des bâtiments d'élevage;
- ▶ ne laissent pas entrer les précipitations.

### Inconvénients

- ▶ dangers liés aux émanations de gaz si le bâtiment d'élevage est situé au-dessus de la structure;
- ▶ agitation difficile à réaliser;
- ▶ coûts accrus, surtout si le couvercle de la structure doit supporter du matériel roulant.



Les structures d'entreposage du fumier liquide couvertes dégagent moins d'odeurs.

## STRUCTURES CIRCULAIRES COUVERTES

- ▶ Ces structures sont couramment utilisées dans les élevages de porcs.
- ▶ Les structures couvertes ne sont plus fréquentes; il arrive qu'on voie des couvercles flottants ou des couvercles gonflables.

### Avantages

- ▶ contribuent à limiter les odeurs;
- ▶ facilitent l'agitation.

### Inconvénients

- ▶ coûtent plus cher, surtout si le couvercle doit supporter du matériel roulant;
- ▶ se prêtent mal à des projets d'agrandissement.



Les couvercles flottants peuvent constituer des solutions de rechange intéressantes pour les structures circulaires.



Les structures circulaires à ciel ouvert conviennent à la plupart des conditions et des types de sol.

## STRUCTURES CIRCULAIRES À CIEL OUVERT

- Elles sont couramment utilisées sur les exploitations d'élevage de porcs, de vaches laitières et de poules pondeuses.
- Elles sont fabriquées en béton et en acier.

### Avantages

- coûtent moins cher que les systèmes couverts;
- offrent une solidité structurelle, sans toit;
- conviennent à la plupart des types de sol;
- facilitent l'agitation;
- peuvent éventuellement être recouvertes.

### Inconvénients

- offrent une protection limitée contre les odeurs;
- s'agrandissent difficilement;
- reçoivent en plus les précipitations.

## STRUCTURES EN TERRE À CIEL OUVERT



Même si elles coûtent moins cher que les structures en béton, les structures en terre à ciel ouvert obligent à faire effectuer une étude de caractérisation du site approfondie et peuvent nécessiter des revêtements destinés à protéger les eaux souterraines de tout risque de contamination.

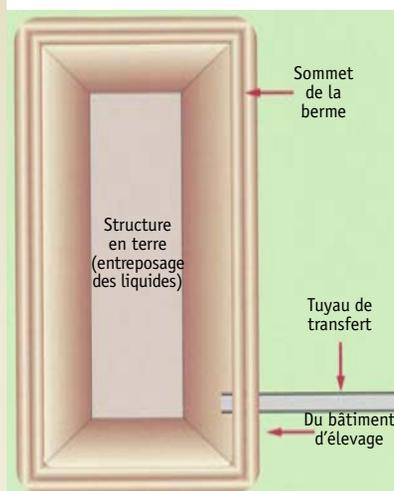
- Elles sont couramment utilisées sur les exploitations d'élevage de porcs, de vaches laitières et de poules pondeuses.

### Avantages

- coûts des immobilisations plus faibles.

### Inconvénients

- piètre maîtrise des odeurs en raison de l'importante superficie occupée par la structure;
- pénétration dans la structure de gros volumes de précipitations à cause de ses parois en pente;
- exigences d'installation variant selon le type de sol; un revêtement est exigé dans la majorité des cas;
- caractère fastidieux de l'entretien des revêtements.



Structure en terre.

## SITES DE STRUCTURES D'ENTREPOSAGE PERMANENTES

Les systèmes d'entreposage de fumier décrits plus haut doivent répondre aux normes applicables aux installations permanentes d'entreposage de fumier, telles qu'elles sont prescrites par la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, son règlement d'application et les protocoles qui s'y rattachent. Ces normes visent à garantir que les installations d'entreposage de fumier ne constituent pas de risques pour la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines.

Les structures d'entreposage de fumier permanentes nouvelles ou en voie d'agrandissement doivent être conçues et inspectées par un ingénieur agréé.

### RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES SUR L'EMPLACEMENT D'UNE INSTALLATION PERMANENTE D'ENTREPOSAGE DE FUMIER

- ▶ être située au delà de la limite d'inondation régionale ou centennale, à moins de l'obtention d'un permis en application de l'article 28 de la *Loi sur les offices de protection de la nature*;
- ▶ être pourvue d'une voie d'écoulement d'au moins 50 m (164 pi) jusqu'à une eau de surface (à moins qu'il s'agisse d'une installation fabriquée pour capter les eaux de ruissellement);
- ▶ se situer sur un emplacement ayant un type de sol et une profondeur du sol conformes aux exigences prévues selon le type d'installation (p. ex. en terre, en béton);
- ▶ être située à au moins : 15 m (49 pi) d'un puits creusé, 100 m (328 pi) d'un puits municipal, et 30 m (98 pi) de tout autre puits;
- ▶ respecter les distances minimales de séparation II par rapport aux autres utilisations des terres (p. ex. habitations, écoles).

### Déclassement

Le propriétaire d'une structure d'entreposage de fumier est tenu de veiller à ce que l'installation soit bien entretenue et fonctionne de façon sécuritaire. Quand des installations permanentes d'entreposage de fumier ne sont plus utilisées, elles doivent être déclassées, ce qui suppose l'élimination de toutes les matières résiduelles qu'elles renferment. Le site doit ensuite être remis en état.

Marche à suivre pour la remise en état d'une installation d'entreposage d'éléments nutritifs déclassée :

- 1 Comblé le trou avec des couches de terre propre ou des matériaux de remblai offrant un taux d'infiltration comparable à celui du sol avoisinant;
- 2 Épaissir la couche arable en prévision du compactage inévitable du sol;
- 3 Végétaliser l'emplacement;
- 4 Empêcher l'eau de s'accumuler dans la zone.

Quand des installations permanentes d'entreposage de fumier ne sont plus utilisées, il faut procéder à leur déclassement, ce qui suppose l'élimination de tout fumier qui pourrait encore s'y trouver.



Pour des renseignements à jour sur les prescriptions de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, consulter le site Web <http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html>.



Il faut confier à un ingénieur la supervision de la construction d'une nouvelle structure d'entreposage de fumier liquide.



## LISTE DE VÉRIFICATION POUR LA CONCEPTION ET LA CONSTRUCTION

### Construction d'une nouvelle structure d'entreposage de fumier ou expansion d'une structure existante

- ✓ Un ingénieur conçoit la construction ou l'agrandissement, le système de surveillance et le système de transfert dans les cas des systèmes de gestion sur fumier liquide.
- ✓ Un ingénieur supervise la construction et veille à ce que les détails de conception soient respectés.
- ✓ L'installation est conçue pour réduire au minimum les fuites et la corrosion, et elle est solide et sûre.
- ✓ Un ingénieur suivra les normes et modes de construction énoncés dans le Règlement 267/03, tel que modifié, et pris en application de la LGEN.

### Qualité du béton

- ✓ Pour construire une installation permanente d'entreposage d'éléments nutritifs en béton, il faut que le béton respecte les exigences précisées dans le Règlement 267/03, tel que modifié, pris en application de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*.

## REVÊTEMENTS

- ✓ Quand des revêtements sont souhaitables ou exigés, ceux-ci doivent respecter les exigences précisées dans le Règlement 267/03, tel que modifié, pris en application de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*.
- ✓ Tous les revêtements doivent être continus sous le plancher et couvrir les parois jusqu'à la surface du sol.
- ✓ Les revêtements de sol compacté doivent respecter les normes de la LGEN et du Règlement 267/03, tel que modifié.



Les revêtements synthétiques doivent être ancrés ou liés à l'installation. Tout dommage ou toute perforation constaté doit être réparé conformément aux instructions de l'ingénieur.

Pour des renseignements à jour sur les prescriptions de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, consulter le site Web <http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html>.

**Les exploitations visées par la Loi devraient consulter le tableau du Règlement 267/03, tel que modifié, qui indique la période maximale de stockage des sites d'entreposage temporaire. Remplir le tableau présenté dans cette section pour déterminer la durée maximale d'entreposage temporaire, en nombre de jours.**

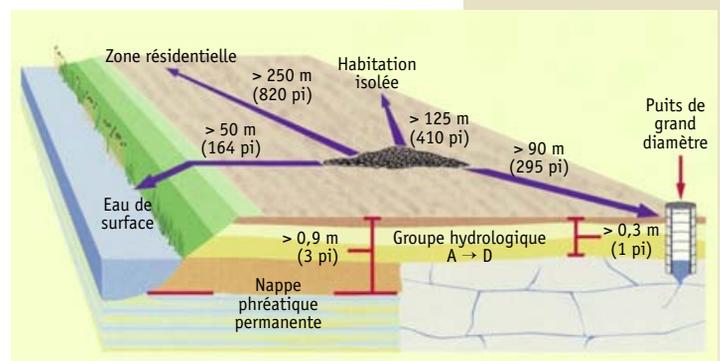
## SITES DE STRUCTURES D'ENTREPOSAGE TEMPORAIRES

Les sites temporaires d'entreposage de fumier au champ doivent être utilisés strictement pour le fumier solide. La quantité de fumier entreposé sur le site temporaire ne doit pas dépasser la quantité nécessaire à la croissance des cultures pratiquées sur l'unité agricole, telle qu'elle est indiquée dans le plan de gestion des éléments nutritifs.

Le site temporaire d'entreposage du fumier devrait avoir les caractéristiques suivantes :

- ▶ une pente inférieure à 3 %;
- ▶ un groupe hydrologique de sol A-D, et non un sol AA, qui possède un taux d'infiltration rapide;
- ▶ un emplacement situé au delà de la limite d'inondation centennale de la région;
- ▶ une profondeur minimale de sol au-dessus de la roche-mère de 0,3 m (1 pi), et 0,9 m (3 pi) de sol non saturé au-dessus de la nappe phréatique permanente;
- ▶ une voie d'écoulement qui, d'une part, se situe à au moins 50 m (164 pi) de l'eau de surface la plus proche, d'autre part, se situe à au moins 0,3 m (1 pi) au-dessus de la roche-mère;
- ▶ une distance : d'au moins 45 m (148 pi) de tout puits foré à la sondeuse ayant une profondeur minimale de 6 m (20 pi) et doté d'un tubage étanche jusqu'à une profondeur minimale de 6 m (20 pi) sous le niveau du sol, d'au moins 100 m (330 pi) de tout puits municipal, et d'au moins 90 m (295 pi) de tout autre puits;
- ▶ une distance d'au moins 125 m (410 pi) de toute habitation isolée et d'au moins 250 m (820 pi) de toute zone résidentielle, si le site NE sert PAS à l'entreposage de biosolides égouttés mécaniquement provenant d'égouts municipaux;
- ▶ une distance d'au moins 200 m (656 pi) de toute habitation isolée et d'au moins 450 m (476 verges) de toute zone résidentielle, si le site sert à l'entreposage de biosolides égouttés mécaniquement provenant d'égouts municipaux.

Garder des registres des emplacements et des dates d'établissement, de retournement et d'enlèvement des tas de fumier.



**Les sites d'entreposage temporaires doivent être choisis avec soin afin de réduire le risque de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines.**

# GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT PROVENANT DES ENCLOS ET DES SILOS

DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

les eaux de ruissellement : en quoi elles consistent, quels risques elles posent et comment en évaluer les volumes

les solutions, notamment la protection des enclos par des toits, les systèmes de collecte et d'entreposage des eaux de ruissellement, les bandes filtrantes de végétation, et les marais artificiels

les mesures particulières employées pour gérer les jus d'ensilage, une autre source d'eaux de ruissellement.

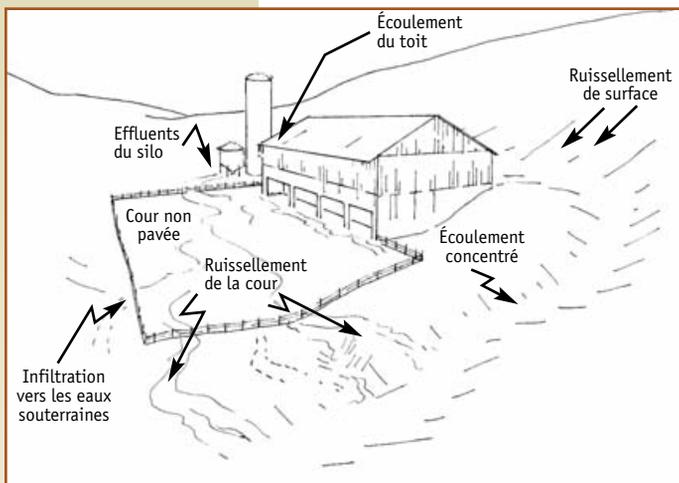


Les **enclos à bétail** et les **parcs d'engraissement** sont des aires aménagées à l'extérieur qui servent à l'engraissement, à l'exercice ou à la stabulation libre des animaux. Ces éléments sont fréquents dans les élevages de bovins laitiers, de bovins de boucherie, d'ovins et de caprins.

On considère les **zones de confinement** du bétail comme étant des enclos à bétail ou des parcs d'engraissement là où le pacage et le pâturage répondent à moins de 50 % des besoins alimentaires du bétail.

Le problème posé par les eaux de ruissellement vient de ce que, dans les parcs d'engraissement ou les enclos à bétail en béton, ces « eaux » ont été en contact avec du fumier en solution ou en suspension. Les eaux de ruissellement peuvent provenir :

- directement des précipitations;
- de la neige et de la fonte des neiges;
- de gouttières;
- du débordement des abreuvoirs;
- du fumier entreposé ou mis en tas;
- de l'écoulement des eaux de surface.



Sans une gestion convenable, les eaux de ruissellement peuvent s'écouler à la surface du sol et contaminer les eaux de surface, comme les ruisseaux. Elles peuvent aussi s'infiltrer dans le sol et risquer de contaminer l'eau potable.

Bien des établissements possèdent de grands enclos à bétail qui n'ont pas été conçus pour assurer la gestion des déchets ou qui ne sont pas entretenus de manière à réduire le volume des eaux de ruissellement.

Les eaux de ruissellement comportent une fraction solide et une fraction liquide. En général, la fraction liquide est constituée d'urine, d'eaux de lavage et d'eaux contaminées, et la fraction solide, de fumier, de litière, d'aliments et de terre.

Bon nombre des contaminants que l'on retrouve dans les eaux de ruissellement sont présents dans le fumier liquide. En général, les eaux de ruissellement renferment très peu de matières solides (matière sèche). Par conséquent, elles renferment des concentrations de constituants beaucoup plus faibles que le fumier liquide.

## VOLUME DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Les structures d'entreposage de fumier solide, les enclos à bétail en béton et les zones de confinement extérieures permanentes devraient être pourvus d'un système de gestion des eaux de ruissellement qui capte toutes les eaux de ruissellement produites par les installations. L'objectif est d'empêcher les eaux de ruissellement de polluer les eaux de surface.

Les dernières versions du logiciel NMAN produit par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) permettent de calculer le volume des eaux de ruissellement. Ce volume varie en fonction des facteurs indiqués ci-dessous.

« On voit ici un réseau de gouttières qui éloigne l'eau propre de l'enclos extérieur. » – Bob Stone, ingénieur agricole, MAAARO.



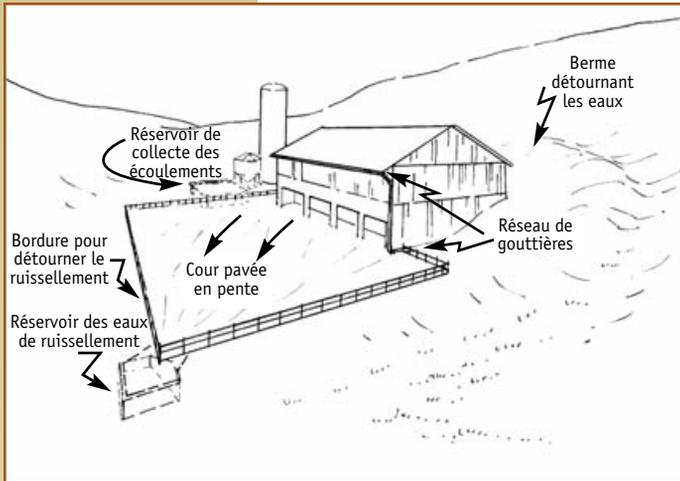
### FACTEURS PRIS EN COMPTE DANS LE CALCUL DU VOLUME DES EAUX DE RUISSELLEMENT

FACTEUR DE CONCEPTION	EXPLICATION
INTENSITÉ, DURÉE ET FRÉQUENCE DES PRÉCIPITATIONS	Le logiciel NMAN utilise la moyenne des précipitations annuelles établie pour la province
SUPERFICIE DU PARC D'ENGRAISSEMENT OU DE LA STRUCTURE D'ENTREPOSAGE DE FUMIER	Plus petite est la superficie, plus petite sera la capacité nécessaire du système d'entreposage ou de traitement des eaux de ruissellement
TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE DU FUMIER SOLIDE	Cette teneur varie selon le type d'élevage et la quantité de litière utilisée ou d'eau ajoutée

En général, les volumes d'eaux de ruissellement produits par les enclos extérieurs et les structures d'entreposage de fumier solide dépassent largement les prévisions des producteurs. Par exemple, sur une période de 240 jours, un enclos extérieur peut produire une hauteur d'eaux de ruissellement allant jusqu'à 36,6 cm (1,2 pi) pour chaque pied carré de superficie du parc d'engraissement.

Cette quantité d'eaux de ruissellement varie selon la teneur en matière sèche du fumier et selon la quantité de fumier produite par le parc d'engraissement au cours de la période. Le fumier solide absorbe un pourcentage important des liquides qui tombent à la surface d'un enclos extérieur. Par conséquent, s'il y a peu de fumier solide dans l'enclos extérieur, il faut s'attendre à un ruissellement plus important.

Avant d'envisager l'aménagement d'un système de gestion des eaux de ruissellement, il faut d'abord détourner toutes les sources d'eau propre des structures d'entreposage de fumier solide, des enclos à bétail ou des zones de confinement extérieures permanentes. Par « eau propre », on entend la pluie, la neige fondue ou toute autre eau qui n'a pas été en contact avec le fumier. Le fait de diriger les sources d'eau propre loin des installations réduit le volume des eaux de ruissellement contaminées à gérer.



Les pratiques de gestion optimales permettant de détourner les sources d'eau propre comprennent : bermes en terre et structures de détournement; tuyaux de descente en amont de l'enclos à bétail; voies d'eau gazonnées; et réseaux de gouttières sur les toits des installations d'élevage.

Nous étudierons ici quatre grandes PGO des eaux de ruissellement. Chaque exploitation peut choisir l'une, ou mieux, une combinaison de ces pratiques :

- enclos protégés par des toits;
- systèmes de collecte et d'entreposage des eaux de ruissellement;
- bandes filtrantes de végétation;
- marais artificiels.

### STRUCTURES D'ENTREPOSAGE OU ENCLOS EXTÉRIEURS PROTÉGÉS PAR DES TOITS



La présence d'un toit au-dessus d'un enclos à bétail ou d'une structure d'entreposage de fumier solide empêche la pluie et la neige d'y pénétrer. La pluie et la neige fondue augmentent le volume des eaux de ruissellement qui doivent être entreposées ou traitées. L'eau qui s'ajoute peut aussi modifier la teneur du fumier en matière sèche et obliger à utiliser un autre type de système de traitement.

Toute zone de confinement extérieure, tout enclos en béton et toute structure d'entreposage de fumier solide devrait posséder un système de gestion des eaux de ruissellement pouvant capter l'ensemble des eaux de ruissellement produites pendant une période de 240 jours (à quelques exceptions près).

## SYSTÈMES DE COLLECTE ET D'ENTREPOSAGE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Il existe deux possibilités :

- détourner les eaux vers une structure d'entreposage de fumier liquide existante (une solution qui convient aux enclos pavés et à certains parcs secs), ou
- détourner les eaux vers une structure distincte.

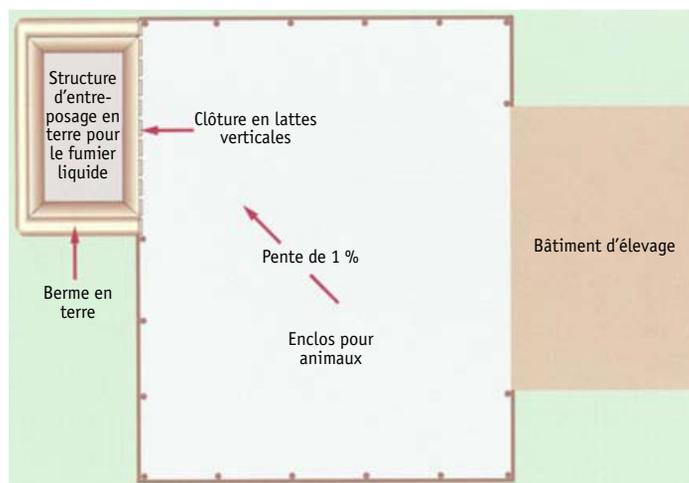
### DÉTOURNEMENT DES EAUX VERS UNE STRUCTURE D'ENTREPOSAGE DE FUMIER LIQUIDE

- La structure d'entreposage existante devrait avoir une capacité suffisante pour accueillir le volume additionnel représenté par les eaux de ruissellement.
- Les enclos devraient être conçus de manière à acheminer les eaux contaminées et toutes les précipitations (y compris celles des gros orages) vers la structure d'entreposage de fumier liquide.
- La conception des enclos pavés peut comprendre des bordures en béton, des caniveaux et un exutoire doté d'une clôture en lattes verticales.
- Ces systèmes donnent un maximum de résultats à condition que soient raclés périodiquement le fumier, la litière et les aliments gaspillés, et que soient enlevées les particules piégées dans le « peigne » que constitue la clôture à l'exutoire.

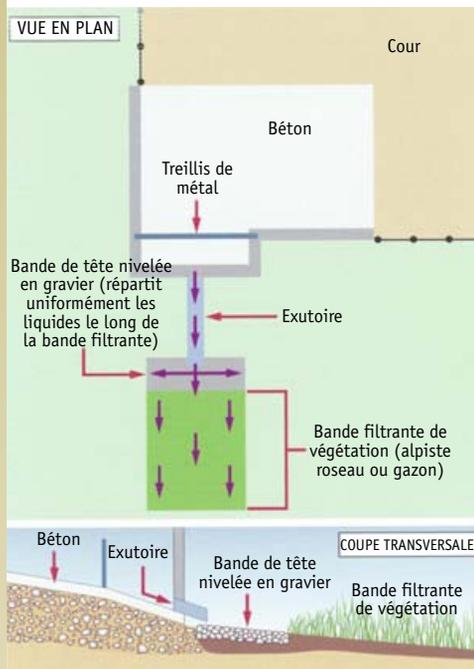
### DÉTOURNEMENT DES EAUX VERS UNE STRUCTURE DISTINCTE

- La forme des enclos doit permettre de diriger les eaux contaminées et toutes les précipitations (y compris celles des gros orages) vers la structure d'entreposage prévue.
- Les enclos pavés peuvent comprendre des caniveaux en béton et des bordures en béton spécialement conçus ou des canaux de dérivation gazonnés et un exutoire doté d'une clôture en lattes verticales.
- Ces systèmes donnent de bons résultats uniquement à condition que soient raclés périodiquement le fumier, la litière et les aliments gaspillés, et que soient enlevées les particules piégées dans le « peigne » que constitue la clôture à l'exutoire.

**Les systèmes d'entreposage des eaux de ruissellement dans une structure distincte sont plus efficaces si l'on empêche une partie des matières solides d'y pénétrer.**



## BANDES FILTRANTES DE VÉGÉTATION



Les bandes filtrantes de végétation sont conçues et aménagées de manière à ce que les eaux de ruissellement soient captées, puis traitées par sédimentation, par filtration, par dilution et absorption des polluants, et par infiltration dans le sol.

Le captage et le transfert des eaux de ruissellement se font au moyen de structures de détournement, de bordures, de caniveaux et du pavage et, dans certains cas, par pompage.

La gestion des eaux de ruissellement se fait en deux étapes : l'une qui vise les matières solides, l'autre, les liquides. Le retrait des matières solides nécessite un bassin de sédimentation ou une structure d'entreposage. Les liquides sont évacués vers une zone de végétation où ils subissent une filtration avant de pénétrer dans le sol.

**Les bandes filtrantes de végétation sont des zones de végétation conçues de manière à ce que les eaux de ruissellement soient captées, puis traitées par sédimentation, par filtration, par dilution et absorption des polluants, et par infiltration dans le sol.**

## BASSIN DE SÉDIMENTATION

Le bassin de sédimentation permet de retenir les eaux de ruissellement et de limiter la vitesse d'écoulement pour que les solides se déposent. Les liquides sont évacués vers une zone filtrante de végétation et les solides restent dans le bassin de sédimentation pour s'assécher et être retirés plus tard en vue de leur épandage. Le bassin de sédimentation garde les matières solides hors de la zone filtrante et empêche l'obstruction, notamment, des pompes et des tuyaux.

Il existe deux types de bassins de sédimentation :

### Bassin de sédimentation à même l'enclos pavé

Une bordure en béton est construite autour de la partie basse de l'enclos pavé jusqu'à une hauteur suffisante pour permettre de retenir le volume de pluie reçu en 24 heures au cours du pire orage en 25 ans. Les eaux de ruissellement peuvent être emmagasinées à cet endroit pendant une période de 4-10 heures pour permettre aux sédiments de se déposer. Les matières qui se sont ainsi déposées peuvent être raclées en même temps que le fumier solide. Un grillage ou treillis à la sortie du bassin permet de retenir encore mieux les matières solides qui se sont déposées sur la surface pavée. La fraction liquide est évacuée vers un puisard d'où elle est transférée par gravité ou par pompage vers une zone filtrante.

### Bassin de sédimentation externe

Un bassin de sédimentation externe peut convenir davantage à certaines exploitations, même si sa construction coûte beaucoup plus cher que le bassin de sédimentation situé à même l'enclos pavé. La fraction liquide des eaux de ruissellement est évacuée vers le bassin de sédimentation externe après s'être échappée de l'enclos pavé par un exutoire doté d'une clôture en lattes verticales qui sert à retenir les particules grossières. Le bassin de sédimentation est suffisamment grand pour ralentir l'écoulement de manière à permettre aux particules solides de se déposer. La fraction solide est ensuite retirée du bassin en vue de son épandage sur les champs. Le bassin de sédimentation empêche les matières solides d'être évacuées vers la zone filtrante et prévient ainsi l'obstruction, notamment, des pompes et des tuyaux.

Le bassin de sédimentation optimal a une superficie relativement grande et est peu profond (habituellement moins de 1 m ou 3 pi). Le bassin de sédimentation devrait être fait de béton ou avoir à tout le moins un fond en béton pour retenir les matières solides. En général, les particules solides mettent une trentaine de minutes à se déposer. Il faut donc prendre ce fait en considération dans la conception du bassin. L'exutoire du bassin doit être grillagé convenablement pour empêcher l'obstruction du puisard, de la pompe, des tuyaux et de la zone filtrante. Il existe sur le marché différents tuyaux, dont les tuyaux perforés et les tuyaux à fentes, qui sont utilisés pour évacuer les liquides du fond du bassin et pour déshydrater les matières solides. Il faut en principe nettoyer le bassin après chaque épisode de ruissellement et veiller, au besoin, à débloquer les sorties. En général, le bassin externe nécessite davantage d'entretien que le bassin à même l'enclos pavé.



**Des tuyaux perforés peuvent servir à évacuer les liquides vers la zone filtrante de végétation.**

## ZONE FILTRANTE DE VÉGÉTATION

À partir du bassin de sédimentation, les eaux de ruissellement peuvent soit s'écouler par gravité soit être pompées vers une zone filtrante de végétation. Les eaux de ruissellement se trouvent traitées au fur et à mesure qu'elles s'écoulent sur la bande gazonnée et qu'elles s'infiltrent dans le sol.

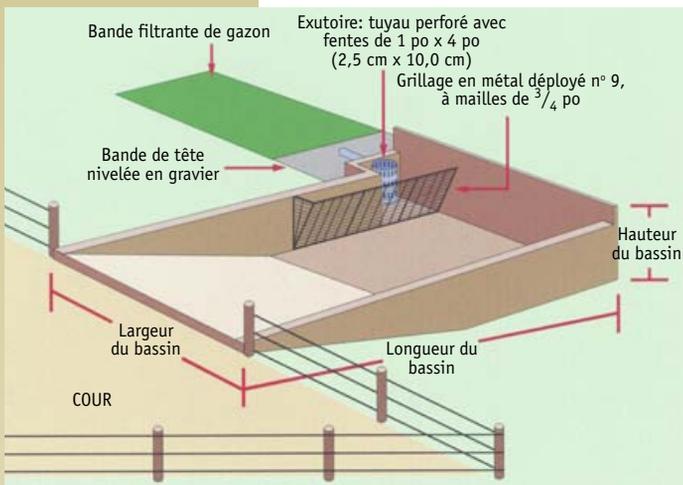
Il est indispensable que les matières solides se déposent avant que les eaux de ruissellement ne pénètrent dans la zone filtrante. Pour être efficace, la zone filtrante de végétation doit être conçue, aménagée, végétalisée et entretenue convenablement. En général, cette zone est gazonnée et se situe sur un terrain ayant une pente qui s'éloigne du point d'entrée des eaux de ruissellement.

Une berme en terre entoure la bande filtrante pour empêcher les eaux de surface de s'y engouffrer et veiller à ce qu'elle ne reçoive, outre les précipitations directes, que les eaux de ruissellement provenant de l'enclos.

**Une autorisation en vertu de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* peut être exigée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario pour l'aménagement d'une bande filtrante de végétation.**



Préparer un plan des travaux pour chaque site. Le succès de la bande filtrante repose sur une bonne planification et la prise en compte des caractéristiques du site (p. ex. infiltration dans le sol, conductivité hydraulique). Les bandes filtrantes de végétation doivent être convenablement aménagées et entretenues. Leur couvert végétal est important.



Une zone filtrante de végétation bien conçue prend en compte le volume des liquides et les caractéristiques du terrain, et tient les eaux propres à l'écart.

#### UNE VOIE D'ÉCOULEMENT ARTIFICIELLE NE CONSTITUE PAS UNE PRATIQUE DE GESTION OPTIMALE

Une voie d'écoulement artificielle n'assure qu'un traitement minimal et ne retient pas les eaux de ruissellement provenant de l'enclos. Une voie, un chenal ou une dépression conduit le liquide à distance des enclos et des zones de confinement extérieures.

Les voies d'écoulement sont des zones qui sont en permanence peuplées de végétation et qui ne sont pas dotées de drains souterrains. Elles s'étendent de l'installation jusqu'à l'eau de surface ou aux entrées des drains souterrains. Les eaux subissent un certain traitement durant leur circulation le long de la voie d'écoulement. Les voies d'écoulement peuvent convenir à des zones où la densité des animaux d'élevage est faible et où la distance par rapport à l'eau de surface est supérieure à 300 mètres (984 pi).

## MARAIIS ARTIFICIELS

On sait depuis longtemps que les marais naturels assurent le traitement des eaux contaminées grâce à l'intervention de différents phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Ces phénomènes naturels peuvent être reproduits dans les marais artificiels.

Les marais artificiels sont des réseaux conçus, aménagés et gérés par l'homme de manière à simuler les marais naturels ou leur principe de fonctionnement, dans le but d'atteindre les objectifs recherchés par les humains et de répondre aux besoins de ces derniers. Ils créent des conditions optimales pour que l'action des organismes naturels soit le plus efficace possible.

Les marais artificiels constituent ni plus ni moins que des réseaux de traitement des eaux usées conçus pour transformer de nombreux polluants en des gaz qui sont libérés dans l'atmosphère ou pour piéger d'autres polluants dans le substrat. Ils traitent efficacement les eaux contaminées renfermant de fortes concentrations d'azote, de phosphore, de bactéries, de matière organique et de sédiments en suspension.

Cette technique de bioingénierie utilise la végétation aquatique pour épurer les eaux usées. La végétation aquatique transporte l'oxygène jusque dans la zone racinaire, créant une région aérobie qui supporte diverses activités microbiologiques. Cette zone aérobie permet la décomposition des bactéries et la dégradation de différents polluants auxquels sont associés de l'azote, du soufre et d'autres matières organiques produites par les activités humaines (demande biologique d'oxygène, DBO).

Les marais artificiels aménagés pour le traitement des eaux usées sont de deux types :

- les marais à écoulement en surface et
- les marais à écoulement sous la surface.

Dans le cas des marais à écoulement en surface, les eaux usées qui entrent dans le marais circulent bien au-dessus de la surface du substrat, que forment les sols et argiles indigènes. Dans le cas des marais à écoulement sous la surface, l'écoulement de l'effluent se fait entièrement au travers du substrat, qui est composé de gravier, de pierre concassée, de sol, etc. L'effluent est donc maintenu sous la surface du sol. La plupart des marais artificiels qui ont été aménagés en Ontario jusqu'ici sont des marais à écoulement en surface.

Sur les fermes, les marais artificiels occupent 0,4–0,8 hectare (1–2 ac). Au moment de leur planification, une étude complète du site doit être faite pour déterminer les conditions de sol et la profondeur de la nappe phréatique, car il est important de réduire au minimum leurs répercussions environnementales sur les eaux souterraines.

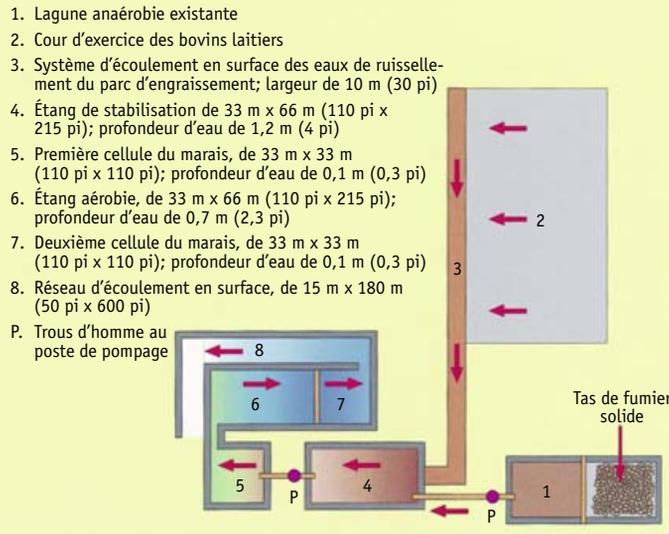
Il en coûte cher d'aménager convenablement des marais artificiels destinés à traiter les eaux de ruissellement et les eaux usées (p. ex. eaux de lavage des laiteries). Plusieurs des marais artificiels aménagés sur des fermes en Ontario l'ont été à titre expérimental. Une conception irréprochable de ces marais est absolument indispensable.

Consulter le ministère de l'Environnement de l'Ontario au sujet de l'obtention d'une autorisation visant l'aménagement d'un marais artificiel.

## ÉLÉMENTS DU SYSTÈME

On trouvera ci-dessous les grands éléments des marais artificiels à écoulement en surface servant au traitement des eaux. Les nombres entre parenthèses renvoient à l'illustration de la page 82.

ÉLÉMENT	RÔLE
BASSIN OU FOSSE DE PRÉTRAITEMENT OU DE SÉDIMENTATION (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>sert à la sédimentation ou au prétraitement des eaux usées à l'entrée du marais artificiel de manière à retirer solides, débris et autres particules, et agit comme dispositif d'entrée pour le prochain élément du système</li> <li>permet d'emmagasiner les eaux usées durant les périodes de l'année où le marais n'est pas en mesure d'offrir le niveau de traitement recherché</li> <li>permet de stocker les précipitations ou les eaux de ruissellement produites par celles-ci</li> </ul>
BASSIN DE STABILISATION FACULTATIF (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit la demande biologique d'oxygène (DBO) des eaux usées à un niveau acceptable pour la végétation du marais</li> <li>assure l'élimination des matières solides qui peuvent s'y déposer</li> <li>présente une profondeur d'eau d'environ 1,2 m (4 pi)</li> <li>régularise le débit et sert de réserve d'eaux usées durant la saison sèche, c.-à-d. juillet et août</li> </ul>
RÉSEAU MARAIS-BASSIN AÉROBIE-MARAIS (5, 6, 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit encore davantage la DBO et les teneurs en éléments fertilisants</li> <li>assure la dégradation de la matière organique soluble grâce à la végétation hydrophile (c.-à-d. quenouilles) qui retient la biomasse</li> <li>transfère l'oxygène au sol entourant les racines, créant ainsi des sites favorables à la digestion aérobie et à la nitrification</li> </ul>
CHAMP D'INFILTRATION OU D'ÉVAPORATION (8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>complète le système de traitement</li> <li>retire le phosphore par adsorption au sol tandis que les autres éléments fertilisants sont retirés avec la récolte du foin</li> </ul>



## GESTION DU FUMIER PROVENANT D'ENCLOS ET DE ZONES DE CONFINEMENT EXTÉRIEURES PERMANENTES

Le fumier peut être mis en tas, afin de faciliter le déplacement et la manutention du bétail dans la zone de confinement. À moins qu'il ne soit mis en tas, le fumier devrait être enlevé de la zone de confinement extérieure.

## GESTION DE LA NEIGE CONTENANT DU FUMIER

La neige contenant du fumier qui est enlevée d'un enclos à bétail ou d'un parc d'engraissement extérieur occupe un gros volume et renferme peu d'éléments fertilisants.

La gestion optimale de cette neige passe par :

- la prévention des accumulations — en recouvrant d'un toit la zone de confinement extérieure;
- la réduction des accumulations — par des brise-vent et un entretien fréquent;
- la collecte des eaux usées — en entreposant cette neige dans la structure d'entreposage du fumier liquide ou dans une structure distincte d'entreposage des eaux de ruissellement; ou
- par l'épandage — en épandant le fumier sur les champs, sous réserve des restrictions indiquées ci-dessous.

Avant d'épandre sur un champ de la neige contenant du fumier, il faut s'assurer que :

- la pente soutenue maximale du champ est inférieure à 3 %;
- la neige n'est pas épandue en deçà de 40 m (130 pi) du haut de la berge la plus rapprochée de toute eau de surface qui se trouve dans le champ;
- une zone tampon de végétation de 6 m (20 pi) longe toute eau de surface se trouvant dans le champ ainsi que les bords du pied de la pente du champ;
- le taux d'épandage correspond à la moitié du taux maximal d'épandage prévu pour les éléments nutritifs et établi par ailleurs pour le champ.

Gérer toutes les matières solides en les raclant vers le système d'entreposage du fumier solide (se référer à la section consacrée à ces systèmes). Faire un nettoyage fréquent. Des enclos propres réduisent la production d'eaux de ruissellement contaminées et d'émissions de méthane et d'oxyde nitreux (des gaz à effet de serre), en plus de réduire les risques de blessures chez les animaux et de propagation des maladies animales.



## GESTION DES JUS D'ENSILAGE

Les matières qui peuvent être ensilées comprennent : maïs, petites céréales, luzerne, déchets de conserveries, dont les déchets de la transformation du maïs sucré.

Si les conditions de récolte et d'entreposage sont bonnes, l'ensilage risque peu de nuire à la qualité de l'approvisionnement en eau. Par contre, une quantité excessive de jus d'ensilage non recueillis présente des risques de contamination des eaux souterraines et des eaux de surface. Les effluents des silos sont attribuables à une trop grande quantité d'eau ou une trop forte pression dans les silos.

**Tout ensilage entreposé à une teneur en eau supérieure à 65 % produira un lixiviat. La plus grande partie du lixiviat est produite au cours des trois premières semaines d'entreposage. Le lixiviat produit par les graminées ensilées à une teneur en eau de 75 % peut se résumer à un filet d'eau seulement, tandis qu'il peut atteindre 353 L/tonne (79 gal/t. imp.) quand les graminées sont ensilées à une teneur en eau de 85 %.**

Les liquides qui s'échappent des matières ensilées renferment de fortes concentrations :

- ▶ de nitrates,
- ▶ d'ammoniac,
- ▶ de fer,
- ▶ d'acide et
- ▶ de composés organiques.

S'il atteint un cours d'eau, ce lixiviat, riche en éléments fertilisants, risque d'appauvrir l'eau en oxygène et de nuire ainsi à la vie des poissons et des autres formes de vie aquatique.

Dans les silos-tours de moins de 12 m (40 pi) de haut, la teneur en eau de l'ensilage devrait être inférieure à 65 %. Dans les silos plus hauts, la teneur en eau devrait se situer sous la barre des 60 %. Dans les silos horizontaux, la teneur en eau devrait être inférieure à 70 %.

La première chose à faire avant d'envisager un système de gestion des jus d'ensilage est de détourner les eaux propres du site d'ensilage. Comme dans le cas du fumier et des eaux de ruissellement des enclos, le fait d'éloigner l'eau propre des installations réduit le volume des liquides contaminés à gérer.

Voici des moyens de détourner l'eau :

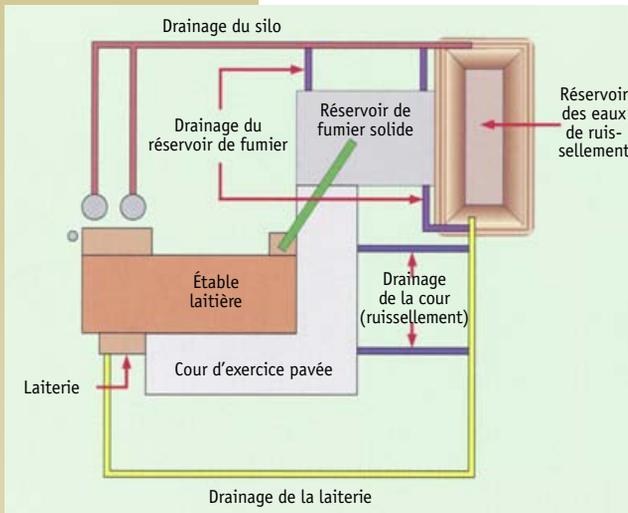
- ▶ recouvrir le silo;
- ▶ aménager des bermes en terre et des structures de détournement;
- ▶ installer des tuyaux de descente en amont du silo;
- ▶ aménager des voies d'eau gazonnées.

Voici un aperçu des solutions qui s'inscrivent parmi les PGO et dont la mise en place doit être compatible avec le mode de gestion des eaux de ruissellement des enclos et des parcs d'engraissement :

- ▶ réduire les jus d'ensilage au moyen d'un obstacle physique comme une berme de détournement;
- ▶ recueillir les jus d'ensilage dans un réservoir distinct;
- ▶ entreposer ces jus avec les eaux de ruissellement ou le fumier liquide; et/ou
- ▶ diriger l'écoulement concentré vers le réservoir d'entreposage et le fort écoulement dilué vers une bande filtrante de végétation approuvée.



## RÉDUCTION DES JUS D'ENSILAGE



Une méthode de gestion des jus d'ensilage consiste à les entreposer avec le fumier liquide ou les eaux de ruissellement des enclos.



Les dimensions des structures d'entreposage des jus d'ensilage devraient être conformes aux recommandations données dans la fiche technique n° 04-032 du MAAARO, *Le stockage des effluents d'ensilage*.

Récolter les fourrages destinés à l'ensilage et à l'ensilage mi-fané aux bonnes teneurs en eau, soit à une teneur inférieure à 60 % dans le cas des silos-tours et à une teneur inférieure à 70 % dans le cas des silos horizontaux. Semer des cultivars de maïs de saison plus courte, afin d'augmenter les taux de matière sèche du fourrage.

Réduire, voire éliminer, les jus d'ensilage par l'ajout de substances absorbantes telles que : paille, farine d'avoine, sucre déshydraté, pulpe de betterave, rafles de maïs déshydratées, maïs concassé et cubes de foin. Pour obtenir de bons résultats, on doit les ajouter en quantités suffisantes pour absorber les jus d'ensilage prévus.

Trop souvent, le préfanage ou la récolte à la bonne teneur en eau est impossible. Si le fourrage est trop humide, on peut craindre des jus d'ensilage. Les substances absorbantes sont alors tout indiquées.

## SYSTÈME DE COLLECTE ET D'ENTREPOSAGE DES JUS D'ENSILAGE

Tous les silos, qu'ils soient verticaux ou horizontaux, devraient s'assortir d'un système de collecte et d'entreposage des jus d'ensilage. Ce système serait relié au système qui sert à gérer les eaux de ruissellement provenant de la structure d'entreposage du fumier solide ou des enclos.

Les réservoirs d'entreposage des jus d'ensilage doivent être situés à bonne distance des puits d'eau et des sources d'eau de surface (cours d'eau, fossés, étangs), afin de réduire les risques de contamination. Se référer à la page 30 pour plus de précisions.

De la même façon, les structures d'entreposage des ensilages mi-fanés (ensachés, en tubes ou enveloppés dans du plastique) devraient se situer à bonne distance des puits d'eau et des sources d'eau de surface (cours d'eau, fossés, étangs) pour réduire les risques de contamination.

La formation de jus d'ensilage se produit pendant toute la période d'entreposage, au fur et à mesure que les fourrages sont prélevés du silo. Si le silo est doté d'un bon système de drainage interne, le gros de l'écoulement se produira au cours des 30 premiers jours d'entreposage. Les dimensions des structures servant à l'entreposage de ces jus d'ensilage concentrés devraient respecter les recommandations données dans la fiche technique n° 04-032 du MAAARO, *Le stockage des effluents d'ensilage*.

Au delà de la période de 30 jours, l'effluent dilué qui s'échappe de l'ensilage peut être acheminé vers une structure d'entreposage extérieure réservée au fumier liquide ou aux eaux de ruissellement. En l'absence d'une structure d'entreposage de fumier liquide sur la ferme, on peut aménager un réservoir d'une capacité suffisante pour recueillir les eaux de ruissellement et les effluents d'ensilage produits pendant une période d'entreposage d'au moins 240 jours. Une autre solution consiste à traiter le liquide dilué au moyen d'une bande filtrante de végétation approuvée.

**Mise en garde :** Ne jamais mélanger l'effluent d'ensilage dans un réservoir clos, surtout si celui-ci se situe à l'intérieur d'un bâtiment d'élevage, car une fois mélangé au fumier, l'effluent d'ensilage accélère la libération de sulfure d'hydrogène. N'ajouter l'effluent d'ensilage qu'aux structures extérieures à ciel ouvert.

# ÉPANDAGE DU FUMIER

## DANS CE CHAPITRE, NOUS ÉTUDIERONS :

la composition du fumier et les besoins de la culture

le comportement des éléments nutritifs une fois épandus

les effets du fumier sur la vie des organismes terricoles

les façons d'évaluer et de réduire au minimum les risques de contamination des ressources en eau

la pertinence de l'analyse du fumier, la méthode d'échantillonnage et la façon d'interpréter les résultats

le taux d'application et le calendrier à respecter

les techniques d'épandage

les conséquences éventuelles pour les cultures

les mesures d'urgence

les analyses économiques.

La planification de la gestion des éléments nutritifs n'est pas qu'un exercice de calcul. Même si la tenue de registres et le calcul des taux d'épandage sont nécessaires, il faut aussi savoir où, comment et quand épandre les éléments nutritifs de manière à ce qu'ils profitent au maximum aux cultures et qu'ils aient le moins de répercussions possible sur l'environnement. En d'autres mots, il faut s'assurer que le but poursuivi est atteint.

## GESTION DU FUMIER ET DE LA FERTILITÉ DU SOL

Le fumier fournit aux cultures les mêmes éléments nutritifs que les engrais chimiques. Le principal inconvénient que présente le fumier tient au fait qu'il est impossible d'en modifier la composition de manière à offrir les éléments nutritifs aux cultures dans les proportions qui correspondent à leurs besoins. Le fumier s'utilise tel quel.

**En termes de valeur nutritive, le fumier solide de volaille est relativement concentré, tandis que le fumier liquide de bovins des races laitières se trouve dilué.**



## LE FUMIER COMME SOURCE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

### AVANTAGES

- renferme bon nombre des éléments nutritifs dont les végétaux ont besoin
- fournit des éléments nutritifs biodisponibles plusieurs années après l'épandage
- enrichit le sol de matière organique, ce qui contribue à améliorer la santé du sol
- peut être produit à la ferme même

### INCONVÉNIENTS

- sa teneur en éléments nutritifs est variable et relativement faible
- sa composition ne répond pas toujours bien aux besoins des cultures
- engendre des odeurs
- comporte des risques de contamination de l'eau
- risque de provoquer le compactage du sol si l'épandage est fait au mauvais moment

## TENEURS DU FUMIER EN N, P ET K

### Azote (N)

L'azote contenu dans le fumier se présente sous forme **ammoniacale** (l'ammonium) et sous forme **organique**. La proportion de l'une et de l'autre formes dépend du type de fumier ainsi que de la quantité et de la nature de la litière que celui-ci renferme.

C'est sous forme ammoniacale que se présente habituellement la fraction minérale, ou inorganique, de l'azote contenu dans le fumier. Sous cette forme, l'azote est facilement assimilable par les cultures. En général, toutefois, il s'en échappe au moins 30 % dans l'atmosphère durant l'épandage. L'azote ammoniacal peut être toxique pour les poissons si les eaux de ruissellement provenant du fumier gagnent l'eau de surface.

Selon le type de fumier et la teneur de celui-ci en litière, jusqu'à 30 % de l'azote organique devient assimilable au cours de la première année de culture.

Au mieux, entre 50 et 60 % de la quantité totale d'azote contenue dans le fumier est assimilable par les cultures dans l'année suivant l'épandage. Ce pourcentage est plus élevé dans le cas du fumier de volaille étant donné que celui-ci renferme davantage d'azote sous forme ammoniacale. Le pourcentage de l'azote assimilable dans l'année suivant l'épandage est ainsi de 75 à 85 % dans le cas du fumier liquide de volaille (il est de 60 % dans le cas du fumier solide de volaille).

Pour obtenir une valeur estimative de l'azote libéré à la suite d'épandages de fumier antérieurs, utiliser le logiciel NMAN ou le *Cahier de gestion des éléments nutritifs* préparés par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.



La matière organique contenue dans le fumier continue à enrichir le sol d'azote pendant toutes les années qu'elle met à se décomposer. Des méthodes permettent d'avoir une idée approximative de la quantité d'azote libéré, mais pour obtenir une mesure précise, rien ne vaut le dosage de l'azote des nitrates obtenu par une analyse de sol.

L'analyse de sol permet d'évaluer la quantité d'azote des nitrates disponible au cours de la saison de croissance. Les résultats d'analyse aident à calculer le taux des épandages en bandes latérales nécessaires, s'il y a lieu.

## Phosphore (P)

Le phosphore (P) est présent sous forme organique et sous forme minérale dans la fraction solide du fumier. Le P contenu dans le fumier n'a pas du tout la même biodisponibilité que le P contenu dans l'engrais. Cette différence tient surtout à la mise en place, celle de l'engrais permettant une proximité plus grande avec les racines des plants en croissance.

Seulement 40 % du P contenu dans le fumier est assimilable la première année. C'est-à-dire que 100 lb de  $P_2O_5$  provenant du fumier équivaut à 40 lb de  $P_2O_5$  provenant d'un engrais. Du point de vue de la variation à long terme de la teneur du sol en P assimilable (teneur en P révélée par l'analyse de sol), le P contenu dans le fumier n'est pas tellement différent de celui que contient l'engrais. Avec le temps, 80 % du P contenu dans le fumier devient assimilable par les cultures.

## Potassium (K) et autres éléments nutritifs

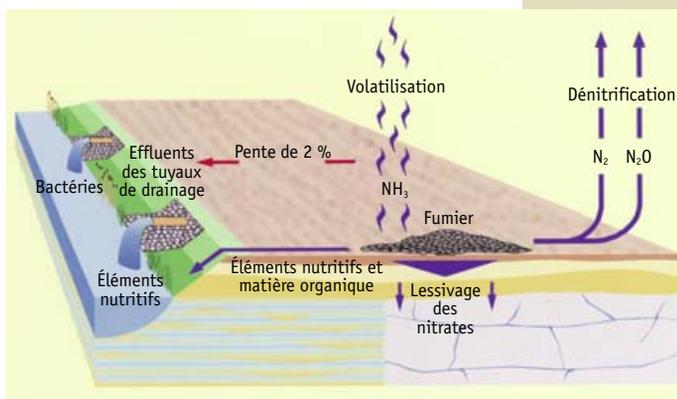
Le fumier renferme des quantités considérables de potassium et d'oligo-éléments qui peuvent être très profitables aux cultures. Pourvu que les quantités épandues correspondent aux prélèvements par les cultures, ces éléments nutritifs ne sont pas considérés comme des sources de problèmes environnementaux. Dans certains cas, une application excessive de potassium sur des fourrages peut engendrer des problèmes de nutrition chez les bovins et les ovins.

## PERTES AU CHAMP

Dans le fumier, les éléments fertilisants qui sont le plus préoccupants pour l'environnement sont l'**azote** et le **phosphore**. Chacun se comporte de façon distincte une fois épandu sur le sol. Par conséquent, l'azote et le phosphore empruntent des voies différentes pour atteindre les réserves d'eau.

L'azote, quand il est sous forme de nitrates ( $NO_3^-$ ), se déplace assez rapidement dans l'eau du sol. Aussi peut-il traverser la zone racinaire et finir par atteindre la nappe phréatique.

Le phosphore, par contre, se lie étroitement aux particules de sol. Il n'est donc pas emporté aussi facilement par l'eau du sol, à moins que sa concentration dans le sol ne soit anormalement élevée. Par conséquent, c'est le plus souvent par l'érosion du sol que le phosphore gagne les eaux de surface.



Les terres agricoles peuvent s'appauvrir en éléments fertilisants par lessivage (c'est le cas par exemple des nitrates), par ruissellement (comme dans le cas des phosphates), par volatilisation (de l'ammoniac, par exemple) et par formation de gaz (à la suite, par exemple, de la dénitrification des composés azotés). Certaines de ces pertes surviennent quelle que soit la source des éléments nutritifs (p. ex. le lessivage des nitrates et les pertes de P par ruissellement). D'autres sont particulières au fumier ou à un type particulier de fumier. C'est le cas notamment de l'écoulement préférentiel du fumier liquide vers les tuyaux de drainage.

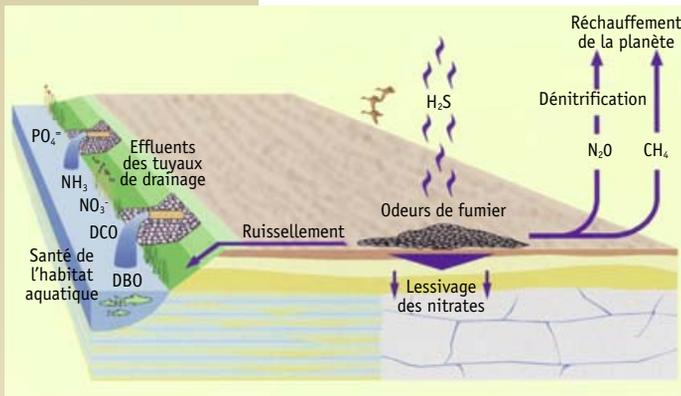
Bien des facteurs influencent les possibilités de migration de l'azote et du phosphore vers les eaux de surface et les eaux souterraines, notamment :

- ▶ le type de sol, sa texture, la pente du terrain;
- ▶ la proximité de l'eau de surface ou de la nappe phréatique;
- ▶ la fertilité du sol; et
- ▶ les pratiques de gestion.

Pour établir le risque de contamination des eaux par les éléments nutritifs épandus sur les terres, il faut d'abord évaluer au cas par cas l'influence que peuvent exercer les facteurs qui précèdent et leur importance relative. Une fois pondérés, ces facteurs permettent d'en arriver à un « indice » de risque.

Un indice-phosphore (indice-P) et un indice-azote (indice-N) ont été établis pour l'Ontario.

Pour plus de renseignements sur le devenir des éléments nutritifs du fumier dans l'environnement, se référer à la page 26.



La **GESTION DÉFICIENTE** du fumier peut contribuer à :

- la détérioration des habitats aquatiques à cause des eaux de ruissellement contaminées par du fumier et les effluents des tuyaux de drainage contenant des éléments nutritifs, des agents pathogènes, et de la matière organique, dont on évalue la quantité au moyen de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biologique d'oxygène (DBO);
- la contamination des eaux souterraines due au lessivage des nitrates;
- le dégagement d'odeurs indésirables par les gaz de fumier;
- le dégagement de gaz à effet de serre — l'oxyde de diazote ( $N_2O$ ) et le méthane ( $CH_4$ ).

## INDICE DES RISQUES LIÉS À LA CHARGE EN PHOSPHORE (INDICE-P)

Le but de l'indice-P est de quantifier le risque de contamination des eaux de surface par le phosphore provenant des épandages d'éléments nutritifs sur les terres. Ainsi, sur les terres pour lesquelles les analyses de sol révèlent déjà de fortes teneurs en P, le risque de contamination des eaux de surface par le phosphore provenant des épandages de fumier sera d'autant plus grand que le potentiel d'érosion sera élevé. Il faudra alors limiter les épandages de fumier sur le champ en fonction de la quantité de phosphore qui pourra être prélevée par la culture.

Le tableau qui suit fait état des facteurs inhérents au champ et aux pratiques de gestion qui sont pris en compte dans l'établissement de l'indice-P.

Souvent l'indice-P établi pour un champ donné peut être élevé sans qu'il faille nécessairement limiter les épandages de fumier sur toute la surface du champ. Une partie seulement du champ, soit celle qui borde le plan d'eau, constitue un risque de contamination pendant les périodes d'écoulement concentré. Par conséquent, il suffit d'éviter les zones adjacentes aux plans d'eau ou celles qui présentent les risques les plus grands d'entraînement des sédiments.

### FACTEURS PRIS EN COMPTE DANS L'INDICE-P POUR ÉTABLIR LES DISTANCES DE SÉPARATION MINIMALES À RESPECTER LORS DES ÉPANDAGES DE FUMIER LE LONG DE PLANS D'EAU

FACTEUR DÉTERMINANT	INDICE-P RELATIF AU CHAMP OU DONNÉES NÉCESSAIRES À SON CALCUL
<b>CARACTÉRISTIQUES NATURELLES DU CHAMP</b> – révélatrices du potentiel d'érosion du sol et des risques de ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• texture ou érodabilité du sol</li> <li>• longueur de la pente</li> <li>• inclinaison de la pente (le long du cours d'eau)</li> <li>• répercussions des précipitations</li> <li>• distance par rapport aux cours d'eau</li> </ul>
<b>PRATIQUES DE GESTION DU CHAMP</b> – interventions visant à contrer l'érosion du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• système de travail du sol (p. ex. semis direct)</li> <li>• travail du sol en contre-pente et suivant les courbes de niveau</li> </ul>
<b>PRATIQUES DE GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS</b> – renseignent sur les concentrations de P dans le sol, le mode d'épandage du P et la quantité à épandre sur un champ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fertilité du sol</li> <li>• type de fumier (liquide ou solide)</li> <li>• taux d'épandage du fumier</li> <li>• mise en place du fumier et des engrais (p. ex. incorporé ou épandu en surface)</li> </ul>

**Le risque de ruissellement du P augmente avec l'inclinaison et la longueur de la pente.**

**Il n'y a pas lieu de se soucier de l'indice-P si l'analyse d'un échantillon de sol donne une valeur inférieure à 30 pour le dosage du P. Toutefois, pour adopter une pratique de gestion optimale, on voudra peut-être se conformer à l'indice-P pour s'assurer qu'aucune pratique n'entraîne un déplacement notable de phosphore vers des eaux de surface.**



### INDICE DES RISQUES LIÉS À LA CHARGE EN AZOTE (INDICE-N)

L'indice-N est un outil qui sert à réduire les risques de contamination des eaux souterraines par les nitrates. Il évalue l'influence qu'exercent les pratiques de gestion des éléments nutritifs sur les déplacements des nitrates. L'indice-N tient compte des facteurs liés à la fois à la source des nitrates et à leur transport pour évaluer, champ par champ, le risque de migration des nitrates vers les eaux souterraines.

## DÉTERMINATION DES RISQUES DE MIGRATION DES NITRATES VERS LES EAUX SOUTERRAINES

Pour qu'il y ait contamination des eaux souterraines, il doit y avoir :

- une **source** de nitrates dans le sol, c.-à-d. une quantité nette de nitrates dans le sol une fois la culture parvenue à maturité;
- une possibilité pour les nitrates de **migrer** vers les eaux souterraines, c.-à-d., en fait, qu'il doit y avoir un taux d'infiltration net positif et une façon pour l'eau de pénétrer dans le sol jusqu'à la nappe phréatique.

Le cycle de l'azote est complexe et les facteurs qui se rapportent à la fois à la source des nitrates et à leur interaction sont complexes. Quand l'azote contenu dans le fumier se convertit en nitrates, il est emporté par l'eau à travers le sol plutôt que de se lier aux particules de sol.

### Facteurs liés à la source des nitrates

Les nitrates présents dans le sol après la récolte peuvent provenir de l'azote qui a été épandu au profit de la culture de l'année, ou des éléments nutritifs épandus au sol après la récolte. Dans le premier cas, il faut tenir compte de la quantité d'azote épandue en excédent des besoins de la culture.

L'autre grande source de nitrates présents dans le sol l'automne et l'hiver est l'épandage de fumier ou d'autres sources organiques d'azote après la récolte. Il y a de nombreux avantages à faire des épandages de fumier en fin d'été ou en automne. La charge de travail se trouve ainsi mieux répartie, il faut une moins grande capacité d'entreposage et on évite le compactage du sol. Dans certains sols, toutefois, cette pratique s'assortit d'un risque accru de migration des nitrates vers les eaux souterraines. Le choix du moment et les méthodes d'application ont aussi des répercussions sur les pertes potentielles.

Les fumiers ne renferment pas tous les mêmes proportions d'azote ammoniacal et d'azote organique. L'azote ammoniacal peut se volatiliser et libérer du gaz ammoniac dans l'air lorsque le fumier est épandu à la surface du sol, à moins qu'il ne soit enfoui, auquel cas, il est rapidement converti en nitrates dans les sols chauds et bien aérés.

L'azote organique doit être minéralisé en ammonium avant de pouvoir être converti en nitrates, un processus qui met généralement passablement de temps à s'accomplir. Comme la vitesse à laquelle s'opèrent ces deux transformations dépend de la température, le fumier épandu l'été a plus de chances d'être converti en nitrates que celui qui est épandu tard l'automne. Le traitement du fumier, notamment dans des digesteurs anaérobies, accélère la conversion de l'azote en ammonium.

L'épandage du fumier en automne, après la récolte, constitue une source importante de nitrates dans le sol.



## Facteurs liés au transport de l'azote

En Ontario, durant la saison de croissance, comme les cultures prélèvent habituellement plus d'eau qu'elles n'en reçoivent sous forme de précipitations, le lessivage n'est en général pas à craindre.

L'automne et l'hiver, les précipitations apportent plus d'eau qu'il ne s'en évapore, si bien que l'eau risque de s'infiltrer dans le profil de sol. C'est d'ailleurs ce qui explique les craintes quant aux concentrations de nitrates dans le sol après la saison de croissance, alors que les risques de pertes sont élevés et qu'il n'y a plus de culture pour prélever les nitrates. Les cultures de couverture semées après la récolte d'une culture principale contribuent à réduire ces risques de pertes.

La vitesse de migration de l'eau dans le sol dépend de la porosité du sol. Les sols graveleux et les sols sableux sont plus poreux que les sols limoneux et les sols argileux. Les sols peu profonds protègent moins bien les eaux souterraines, étant donné que les contaminants ne sont plus filtrés une fois qu'ils atteignent les fractures dans la roche-mère.



**Du fait de leur faible pouvoir filtrant, les sols peu profonds n'offrent qu'une protection minimale des eaux souterraines.**

## UTILISATION EFFICACE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

L'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs s'entend de la façon dont une culture utilise les éléments nutritifs présents dans le sol. Plus une culture prélève d'éléments nutritifs et en utilise, moins il en reste qui sont immobilisés dans le sol et exposés à des pertes (par lessivage ou volatilisation).

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

- ▶ fournissent à la culture la bonne quantité d'éléments nutritifs sous des formes que celle-ci peut assimiler et au moment où elle en a besoin;
- ▶ mettent en place les éléments nutritifs là où les racines sont à même de les prélever;
- ▶ réduisent la quantité d'éléments nutritifs (p. ex. les nitrates) présents dans le sol au moment où la culture n'est pas à même de les prélever;
- ▶ tiennent compte de toutes les sources d'éléments nutritifs biodisponibles et les gèrent;
- ▶ interviennent au niveau d'autres pratiques et conditions culturales (comme la gestion de l'eau et des sols).

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

- ▶ d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des produits;
- ▶ de réduire les apports d'engrais commerciaux;
- ▶ de réduire le ruissellement et la contamination des eaux souterraines.

L'atteinte de ces objectifs est compromise par la variabilité des besoins des cultures et des conditions culturales ainsi que par l'imprécision dans la détermination des besoins précis et des taux d'application.



**On peut améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs en adaptant le taux d'épandage aux conditions édaphiques qui existent dans le champ.**

## PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR UNE UTILISATION PLUS EFFICACE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

PRATIQUE	DESCRIPTION
ROTATION DES CULTURES	<ul style="list-style-type: none"> <li>faire pousser une légumineuse ou une culture fourragère avant une culture ayant de grands besoins en azote               <ul style="list-style-type: none"> <li>la fixation d'azote provenant de ces cultures peut réduire les besoins azotés requis l'année suivante</li> </ul> </li> </ul>
SÉLECTION VARIÉTALE	<ul style="list-style-type: none"> <li>sélectionner les cultivars en fonction d'une plus grande efficacité d'utilisation des éléments nutritifs et d'une plus grande valorisation de l'eau</li> </ul>
TRAVAIL DU SOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>le travail réduit du sol améliore la mise en place des éléments nutritifs dans la zone racinaire (par rapport à l'épandage à la volée à la surface du sol)</li> </ul>
SOURCE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>il ne faut pas nécessairement essayer de combler tous les besoins d'une culture au moyen de l'azote fourni par le fumier</li> </ul>
CHOIX DU MOMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>fractionner les applications dans le cas des cultures pourvues de systèmes racinaires peu efficaces ou dans le cas des cultures à fort rapport économique (p. ex. pomme de terre)</li> </ul>
CULTURES DE COUVERTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>installer des cultures de couverture durant la contre-saison pour piéger et recycler le N biodisponible.</li> </ul>



Durant la contre-saison, les cultures de couverture servent à piéger les éléments nutritifs et à en faire profiter la culture de la saison suivante.



**Si les épandages de fumier visent à combler tous les besoins de la culture en azote, les concentrations de phosphore et de potassium dans le sol vont s'accroître. Après plusieurs saisons, cette pratique se traduit par des concentrations excessives et des risques de pollution de l'environnement. L'accroissement des concentrations se produit plus rapidement si la valeur fertilisante du fumier n'est pas calculée et si l'on épand également des engrais.**

## OLIGO-ÉLÉMENTS ET ÉLÉMENTS À L'ÉTAT DE TRACE

Les fumiers sont riches en oligo-éléments comme le bore, le chlore, le fer, le molybdène et le zinc dont les végétaux ont besoin. Ils sont aussi une source d'oligo-éléments nécessaires à la santé animale, dont le sélénium, le zinc, le cuivre, le chrome, l'iode et le cobalt. Le type de fumier et la gestion qui en est faite ont une influence directe sur les concentrations d'éléments nutritifs dans les végétaux et les animaux. Par exemple, les teneurs en zinc, en cuivre, en sélénium et en manganèse des fumiers de porcs et de volaille sont le plus souvent entre 10 et 100 fois plus élevées que celles des fumiers de bovins laitiers.

Pour la fertilité des sols, cela signifie que les épandages annuels de fumier destinés à répondre aux besoins en P et en N peuvent entraîner des concentrations plus élevées que prévues de certains oligo-éléments dans le sol.

Des études internationales montrent qu'il y a accumulation dans le sol d'éléments comme le cuivre, le zinc ou l'arsenic dans les champs ayant reçu des épandages massifs de fumier. Selon des études récentes des teneurs des fumiers en éléments nutritifs, cette situation ne serait pas à craindre en Ontario. Toutefois, le message à retenir est que l'utilisation d'oligo-éléments dans les aliments pour le bétail au delà des besoins nutritionnels peut à long terme avoir des répercussions négatives sur la qualité des sols.

Voici les pratiques de gestion optimales à privilégier en ce qui a trait aux concentrations d'oligo-éléments dans les sols :

- ▶ surveiller les sources d'oligo-éléments dans les aliments pour animaux et les traitements;
- ▶ faire analyser le fumier et le sol pour connaître les concentrations d'oligo-éléments;
- ▶ apporter les modifications nécessaires au plan de gestion des éléments nutritifs et, s'il y a lieu, aux opérations d'épandage, de manière à combler les déficits et à éviter les concentrations excessives.

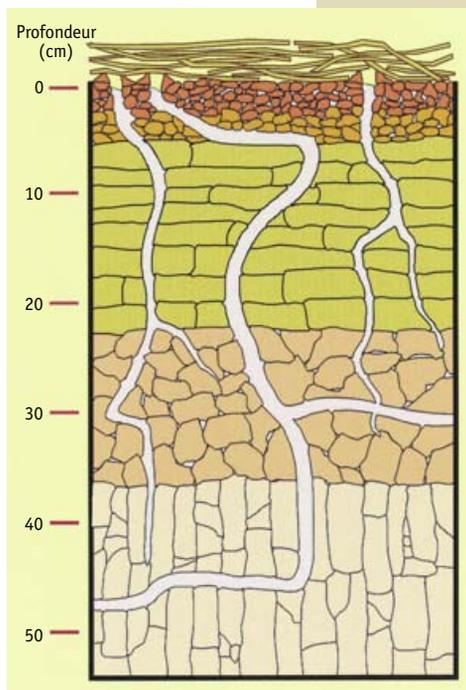
## AGENTS PATHOGÈNES

Le fumier renferme un vaste éventail de bactéries, de virus et de parasites. La diversité des micro-organismes que le fumier renferme en fait un amendement de sol intéressant. Il reste qu'un petit nombre de ces micro-organismes peuvent provoquer des infections chez les animaux et les humains. Ces agents pathogènes vont des parasites comme les vers ronds et les espèces du genre *Giardia* à des bactéries telles que *Salmonella* et *E. coli*.

L'action des agents pathogènes dépend de l'espèce en cause ainsi que de la nature et de la durée de l'exposition. Par exemple, l'organisme *Giardia* présent dans le fumier de bovins ne survivra même pas une journée après son épandage sur des sols froids. La bactérie *E. coli* 0157:H7 peut quant à elle survivre toute une année sur des sols très froids et même gelés, mais ne tolère pas les conditions chaudes et sèches qui règnent au moment des épandages.

Le sol est généralement considéré comme étant un bon filtre qui piège les bactéries et autres organismes. Toutefois, l'écoulement préférentiel à travers les infractuosités du sol et les trous faits par les vers de terre peut entraîner le fumier et les microbes qu'il contient. Ce risque est particulièrement grand quand des quantités importantes de fumier liquide sont épandues sur des terres non travaillées au-dessus des tuyaux de drainage souterrains. Une partie du fumier peut alors s'écouler directement dans le réseau de drainage et entraîner ainsi la contamination des eaux qui y circulent. On peut aussi craindre que le fumier épandu à la surface du sol ou incorporé au sol ne pénètre dans les tuyaux de drainage par écoulement préférentiel ou ne contamine les eaux souterraines à la faveur des fortes pluies.

**Les agents pathogènes provenant des épandages de fumier peuvent s'infiltrer dans les sols par des infractuosités, les trous creusés par les vers et les réseaux de drainage. Avant d'épandre du fumier liquide, il est possible dans certains cas de réduire ces risques en travaillant au préalable les sols qui ont tendance à se fissurer.**



Comparativement aux maladies d'origine alimentaire, les maladies transmises dans l'eau sont rares. Par contre, quand elles se déclarent, elles peuvent atteindre humains et animaux et même causer la mort.

Plusieurs stratégies permettent de réduire le risque de dissémination hors des terres agricoles des agents pathogènes contenus dans le fumier qu'on épand.

**Réduire le risque.** Prévoir des visites périodiques par le vétérinaire comme mesure préventive.

**Traiter le fumier.** L'entreposage et le traitement du fumier réduisent la charge pathogène en exposant les organismes à des conditions anaérobies, au gel ou à la chaleur.

**Réduire le déplacement du fumier** et les risques de ruissellement.

- ▶ Dans l'élaboration du plan de gestion des éléments nutritifs, identifier les moments et les endroits où épandre le fumier.
- ▶ Respecter les distances de retrait par rapport aux puits, aux eaux de surface et aux puisards, ainsi que les profondeurs de sol minimales par rapport à la roche-mère dans le cas des sols saturés et des sols peu profonds.
- ▶ Augmenter la rugosité de la surface du sol en y laissant des résidus de culture.
- ▶ Incorporer le fumier au sol au moment et aux endroits où le risque d'érosion du sol est minimal.
- ▶ Faire le travail préalable du sol avant d'épandre du fumier liquide sur des champs dotés d'un réseau de drainage souterrain ou respecter un taux d'application maximal de 3600 gallons/acre. Attendre qu'il n'y ait pas d'écoulement dans les tuyaux de drainage, surveiller le réseau de drainage et se tenir prêt à interrompre l'écoulement en cas de contamination (voir le point suivant).
- ▶ Limiter les déversements accidentels par des mesures préventives et une planification d'urgence visant à atténuer les répercussions.

### EFFETS BIOLOGIQUES DU FUMIER SUR LA VIE DES ORGANISMES TERRICOLES



L'écologie d'un tas de fumier solide rappelle celle d'un sol sain bien enrichi de fumier.

Bon nombre des organismes qui peuplent le sol peuvent aussi se retrouver dans le fumier. On peut classer ces organismes suivant leurs fonctions :

- ▶ les décheteteurs que sont les arthropodes — ils décomposent les résidus en particules plus petites;
- ▶ les décomposeurs ou détritiphages que sont les bactéries et champignons — ils digèrent et réduisent les composés complexes en formes plus simples;
- ▶ les brouteurs et prédateurs, que sont les êtres vivants comme les nématodes et les protozoaires — ils se nourrissent d'organismes détritiphages.

Dans l'ensemble, les épandages de fumier sont bénéfiques à la vie terricole. Les teneurs accrues en matière organique procurent de la nourriture aux organismes vivant dans le sol. Une plus grande fertilité des sols apporte des éléments nutritifs aux organismes terricoles. Les apports de fumier solide et de fumier liquide améliorent les propriétés physiques des sols et, par conséquent, en font un habitat de meilleure qualité pour les organismes qui y vivent. Un habitat de qualité favorise à son tour la présence d'un plus grand nombre d'espèces et améliore en général la biodiversité.

Un apport excessif de fumier liquide risque d'avoir des répercussions négatives, notamment :

- ▶ un plus grand degré de saturation et une moins bonne respiration du sol;
- ▶ la dénitrification et la production de méthane à un rythme accéléré;
- ▶ la réduction de la vie dans le sol.

Les effets sont habituellement provisoires, puisque la vie terricole se manifeste à nouveau dès que les conditions de saturation du sol sont remplacées par des conditions aérobies. Mais des apports excessifs répétés peuvent aussi avoir des effets à long terme.

#### **Voici les pratiques de gestion optimales qui permettent aux épandages de fumier d'avoir des effets positifs sur la vie terricole :**

- ▶ faire en sorte que les taux d'application correspondent aux besoins des cultures ou s'en approchent;
- ▶ faire les épandages de manière uniforme sur la superficie cultivée;
- ▶ appliquer des doses plus fortes là où des mesures correctives sont nécessaires (p. ex. fumier solide sur collines érodées);
- ▶ recourir à des méthodes ou à des techniques d'application qui dérangent le moins possible la surface du sol.

## **PLANIFICATION DES ÉPANDAGES**

### **ÉLABORATION DU PLAN DE GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET MÉTHODES D'APPLICATION**

Le plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) sert à déterminer les taux d'application qui combleront les besoins des cultures ou augmenteront le niveau de fertilité du sol, tout en protégeant les ressources en eaux de surface et en eaux souterraines. Quand du fumier est épandu sur des zones sensibles, un bon PGEN précisera la méthode à privilégier pour réduire au minimum les risques de contamination des eaux.

**Il y a des zones dans les champs et le long des berges des cours d'eau où aucun épandage de fumier ne doit se faire.**



## ÉCHANTILLONNAGE DU FUMIER AUX FINS D'ANALYSE

### Échantillonnage

Comme l'analyse de sol, l'analyse de fumier exige avant tout un bon échantillonnage. La composition du fumier peut varier considérablement en différents points de la structure d'entreposage. Pour que l'échantillon soit représentatif de tout le volume du fumier, il faut recueillir les sous-échantillons en plusieurs endroits des structures d'entreposage et à différentes profondeurs.

#### *Fumier liquide*

- 1 Agiter complètement le fumier avant de prélever les échantillons.
- 2 Recueillir au moins cinq échantillons ponctuels provenant de différentes parties de la structure.
  - Dans le cas des grosses structures, recueillir au moins un sous-échantillon supplémentaire par 200 m<sup>3</sup> (18 000 gal) de la matière.
  - Les échantillons ponctuels peuvent être recueillis soit directement de la structure d'entreposage, soit au moment de la vidange de celle-ci.
  - Utiliser un seau propre non métallique (p. ex. un seau de plastique de 20 L) pour recueillir les échantillons.
- 3 Placer les échantillons ponctuels dans un contenant non métallique plus grand (p. ex. une poubelle en plastique) et garder ce contenant couvert, sauf pour y déposer d'autres échantillons.
- 4 Mélanger à fond l'échantillon composite obtenu.
- 5 Prélever de ce mélange l'échantillon à expédier au laboratoire.
- 6 S'abstenir de remplir les bouteilles d'échantillonnage plus qu'au tiers ou aux deux tiers, de manière à ce que l'espace libre soit suffisant pour accueillir une éventuelle augmentation de pression des gaz sans risque d'éclatement de la bouteille. Normalement, une bouteille d'échantillonnage de 500 mL suffit.

#### *Fumier solide*

- 1 Prélever les échantillons à des profondeurs différentes. Le mieux est de procéder à l'échantillonnage au moment de la vidange de la structure d'entreposage. En d'autres temps, se munir du matériel nécessaire pour extraire des carottes sur toute la profondeur du tas.
- 2 Prélever au moins 10 échantillons ponctuels pour les tas de 100 m<sup>3</sup> (par t. imp.) ou moins. Pour les tas plus gros, prélever proportionnellement plus d'échantillons ponctuels. Ou prélever simplement le contenu d'une fourche tous les trois chargements et mélanger les échantillons tel qu'il est indiqué ci-dessous :  
NB : 1 m<sup>3</sup> = 1000 L = 220 gal imp.; 1 gal pèse 10 lb.
- 3 Placer les échantillons ponctuels dans un contenant non métallique plus grand (p. ex. une poubelle en plastique) et garder ce contenant couvert, sauf pour y déposer d'autres échantillons.
- 4 Une fois que tous les échantillons ont été recueillis, les vider sur une grande surface pour les mélanger.
- 5 Mélanger et hacher la matière avec une pelle propre, puis diviser le tas en quatre.
- 6 Jeter deux quarts opposés, combiner les deux quarts restants et répéter le procédé jusqu'à l'obtention d'un échantillon composite de 1 kg.



## EXPÉDITION

Après avoir bien mélangé les sous-échantillons :

- 1 Remplir à moitié une bouteille d'échantillonnage en plastique propre et bien fermer le couvercle.
  - ▶ Se procurer des bouteilles d'échantillonnage d'un laboratoire qui effectue l'analyse du fumier.
- 2 Placer la bouteille dans un sac de plastique épais et le fermer solidement.
- 3 Emballer le sac contenant la bouteille et la feuille d'information dans une boîte suffisamment protégée par du matériel d'emballage.
- 4 Garder l'échantillon au frais jusqu'au moment de l'apporter au laboratoire ou de l'y expédier par messagerie :
  - ▶ les gaz qui se forment dans l'échantillon par suite d'une élévation de sa température peuvent provoquer l'éclatement de la bouteille;
  - ▶ l'activité biologique dans un échantillon soumis à la chaleur peut en modifier la valeur nutritive avant son arrivée au laboratoire.
- 5 Veiller à ce que l'échantillon parvienne au laboratoire dans les 2 jours qui suivent son expédition.
  - ▶ Expédier l'échantillon à un moment où il ne risque pas d'être retenu toute une fin de semaine par le service de messagerie.

## INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU FUMIER

Les résultats d'analyse du fumier indiqueront les teneurs en éléments nutritifs à l'aide des mêmes valeurs numériques qu'une analyse de sol, mais ils n'indiqueront pas de taux d'application recommandés. On doit se servir des résultats d'analyse du fumier pour s'aider à déterminer les taux d'application totaux.

Le logiciel NMAN calcule les taux d'application du fumier et d'autres matières fertilisantes à partir des résultats des analyses de sol et de fumier.



Voici les principes à retenir au moment d'interpréter les résultats d'analyse du fumier :

- ▶ la fraction d'azote organique qui sera assimilable par la culture dans l'année de l'épandage se limite à :
  - ▷ 20 % dans le cas du fumier liquide;
  - ▷ 15 % dans le cas du fumier solide (< 50 % de matières sèches);
  - ▷ 5 % dans le cas du fumier solide (> 50 % de matières sèches);
  - ▷ 30 % dans le cas du fumier de volaille;
  - ▷ 25 % dans le cas du fumier solide de porcs;
  - ▷ 30 % dans le cas des biosolides liquides et solides;
- ▶ l'ammonium biodisponible correspond à l'azote ammoniacal diminué des pertes d'ammonium;
- ▶ l'azote total assimilable par les cultures correspond à la somme de l'ammonium biodisponible et de l'azote organique biodisponible;
- ▶ l'azote s'accumulera dans le sol sous l'effet des épandages répétés de fumier :
  - ▷ comme l'azote résiduel provient de la fraction organique du fumier, il se trouve en plus grande quantité dans le fumier solide;
- ▶ dans l'année de l'épandage, la biodisponibilité du  $P_2O_5$  contenu dans le fumier correspond à 40 % de celle du  $P_2O_5$  contenu dans les engrais; au moins 80 % du  $P_2O_5$  deviendra assimilable avec le temps et s'ajoutera à la réserve totale de phosphore biodisponible dans le sol;
- ▶ environ 90 % du potassium est biodisponible dans l'année de l'épandage.

Le tableau de la page suivante permet de calculer la perte d'ammonium.



**Les possibilités d'incorporation offertes par le matériel d'épandage influencent considérablement les pertes d'azote. Les pertes d'ammonium sont minimales si le fumier est immédiatement incorporé au sol. Les pertes les plus grandes se produisent par temps chaud et ensoleillé, tandis que les conditions fraîches et nuageuses sont associées aux pertes les moins importantes.**

PERTE D'AMMONIAC ESTIMATIVE (EN %)					
MODE D'APPLICATION	MOYENNE	TEMPS FRAIS ET HUMIDE	TEMPS FRAIS ET SEC	TEMPS CHAUD ET HUMIDE	TEMPS CHAUD ET SEC
INJECTION EN SAISON	0	0	0	0	0
INCORPORATION EN MOINS DE 1 JOURNÉE	25	10	15	25	50
INCORPORATION EN MOINS DE 2 JOURS	30	13	19	31	57
INCORPORATION EN MOINS DE 3 JOURS	35	15	22	38	65
INCORPORATION EN MOINS DE 4 JOURS	40	17	26	44	73
INCORPORATION EN MOINS DE 5 JOURS	45	20	30	50	80
AUCUNE INCORPORATION					
PRINTEMPS/ÉTÉ/DÉBUT D'AUTOMNE					
sol nu	66	40	50	75	90
résidus de culture	50	30	35	60	70
culture sur pied	33	20	25	40	50
FIN D'AUTOMNE (temp. de l'air < 10 °C)	25	25	25	S.O.	S.O.

Adapté de Beauchamp, 1995

## TAUX D'APPLICATION

Établir les taux d'application en ne perdant pas de vue qu'il faut :

1. améliorer l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs (UEN); voir page 91;
2. tenir compte des contraintes environnementales.

### Si l'objectif est d'améliorer l'UEN :

- établir les taux en fonction de maximiser la biodisponibilité des éléments nutritifs et leur prélèvement par les cultures, de manière à répondre aux besoins de ces dernières;
- ne pas trop se soucier des contraintes environnementales (relatives aux concentrations d'éléments nutritifs), sauf en ce qui a trait aux distances de retrait et éventuellement aux charges en liquides si la matière est diluée (comme les eaux de lavage);
- cibler certains des éléments nutritifs dont la culture a besoin et que renferme le fumier, échantillonner le fumier au moment de l'application, déterminer la quantité réelle d'éléments nutritifs épandus, puis combler les besoins de la culture par des engrais.



Un travail préalable du sol avant l'épandage de fumier liquide facilite l'absorption.

**Si l'objectif est d'épandre à un taux qui dépasse l'UEN optimale**, se concentrer sur les contraintes environnementales pour déterminer le taux maximal à épandre. L'une ou l'autre des contraintes suivantes peut constituer un facteur limitatif obligeant à fixer le taux d'application maximal à un niveau suffisamment bas pour éviter de nuire à l'environnement :

- ▶ capacité d'absorption du sol;
  - ▷ le fumier liquide devrait être épandu sur le sol à des taux qui garantissent qu'il « colle » à la surface du sol;
  - ▷ au moment d'utiliser des liquides très dilués comme ceux provenant d'une structure d'entreposage des eaux de ruissellement, les sols deviennent saturés et le fumier s'écoulera avant que le taux d'application souhaité ne soit atteint;
- ▶ limites relatives au phosphore;
- ▶ limites relatives à l'azote.

**Voici des pratiques de gestion optimales destinées à accroître la capacité d'absorption :**

- épandre le fumier liquide 2-3 fois par année, pourvu que l'odeur ne soit pas un problème;
- travailler préalablement le sol en surface avant l'épandage;
- épandre le fumier sur des fourrages, des cultures de couverture et des résidus de culture, de manière à réduire le ruissellement.

**Pour s'assurer que des volumes convenables de fumier liquide sont épandus :**

- tenir compte des besoins des cultures;
- régler le matériel de manière à s'assurer que les besoins des cultures seront comblés;
- surveiller la surface du champ dans les 30 premières minutes suivant l'épandage; si des déplacements sont perceptibles à la surface ou si des eaux s'écoulent dans les tuyaux de drainage, réduire le taux d'épandage.



Épandre le fumier liquide sur une épaisse couche de résidus de manière à favoriser l'absorption et à réduire le ruissellement.

## TAUX D'APPLICATION DES MATIÈRES PRESCRITES LIQUIDES

Les matières liquides (celles dont la teneur en matières sèches est inférieure à 18 % et qui se prêtent au pompage) ne devraient pas être appliquées à des taux tels qu'ils occasionnent un ruissellement hors des lieux d'épandage.

Le taux d'application maximal est défini par le potentiel de ruissellement du site, qui, à son tour, dépend de la pente du champ et de la perméabilité du sol. Le risque de ruissellement est beaucoup plus grand si le terrain est en pente que s'il est plat, et si le sol est argileux plutôt que graveleux. Ces influences sont décrites dans les tableaux qui suivent.

POTENTIEL DE RUISSÈLEMENT				
GROUPE HYDROLOGIQUE DE SOL (CATÉGORIE DE DRAINAGE)	PENTE MAXIMALE À MOINS DE 150 M D'UNE EAU DE SURFACE			
	< 3 %	3 à < 6 %	6 à < 9 %	9 à 12 %
A (RAPIDE)	Très faible	Très faible	Faible	Élevé
B (MOYEN)	Très faible	Faible	Moyen	Élevé
C (LENT)	Faible	Moyen	Élevé	Épandage interdit
D (TRÈS LENT)	Moyen	Élevé	Élevé	Épandage interdit

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

TAUX D'APPLICATION MAXIMAL		
POTENTIEL DE RUISSÈLEMENT	ÉPANDAGE EN SURFACE m <sup>3</sup> /ha (gal/ac)	INCORPORATION OU TRAVAIL PRÉALABLE m <sup>3</sup> /ha (gal/ac)
ÉLEVÉ	50 (4 450)	75 (6 700)
MOYEN	75 (6 700)	100 (8 900)
FAIBLE	100 (8 900)	130 (11 600)
TRÈS FAIBLE	130 (11 600)	150 (13 400)

Le taux d'application ne doit pas dépasser les valeurs inscrites dans ce tableau.

Nota : 1 m<sup>3</sup> = 1000 L

Le phosphore qui n'est pas utilisé par les cultures reste dans le sol. Dans les zones vulnérables à l'érosion, prendre soin d'éviter l'accumulation de phosphore au delà de 60 ppm.

Si le phosphore est présent à des concentrations extrêmement élevées, la fraction soluble risque de se perdre.

Pour déterminer l'indice-P de chaque champ dont la teneur en P établie par l'analyse de sol est supérieure à 30 ppm, se reporter au *Cahier de gestion des éléments nutritifs* (publication 818F). Utiliser la valeur de l'indice-P pour déterminer les distances de séparation recommandées par rapport aux cours d'eau, telles qu'elles sont décrites dans le tableau qui suit.

#### LIMITE AU TAUX D'APPLICATION EN FONCTION DE LA VALEUR DE L'INDICE-P ET DE LA PROXIMITÉ DES TERRES CULTIVABLES AUX SOURCES D'EAU DE SURFACE

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	Épandage interdit	Prélèvements par la culture	Aucune restriction	Aucune restriction
MOYEN 15-30	Épandage interdit	Prélèvements par la culture	Aucune restriction	Aucune restriction
ÉLEVÉ 31-50	Épandage interdit	Prélèvements par la culture	Prélèvements par la culture	Aucune restriction
TRÈS ÉLEVÉ > 50	Épandage interdit	Épandage interdit	Prélèvements par la culture	Prélèvements par la culture

*Nota* : Là où à la fois les distances de séparation et l'indice-P restreignent les applications, envisager de modifier les pratiques de gestion (taux d'application, méthodes d'application et pratiques de conservation des sols et des eaux), de manière à faire baisser l'indice-P.

### COMBLER LES BESOINS EN AZOTE

Le nitrate est mobile. À moins qu'il ne soit utilisé rapidement par une culture, il risque de s'échapper dans l'air ou de gagner les eaux souterraines. Il est recommandé qu'au plus 75 % des besoins en azote d'une culture proviennent du fumier.

Voici les raisons pour lesquelles une fraction de l'azote doit provenir d'engrais minéraux :

- l'azote libéré des matières organiques dépend des conditions météorologiques. Durant les saisons froides et pluvieuses, il se peut que la culture ne reçoive pas suffisamment d'azote des sources organiques pour que sa croissance et son rendement soient optimaux;
- comme le taux d'application du fumier n'est pas toujours uniforme, l'apport de fumier peut être insuffisant dans certaines parties du champ pour répondre aux besoins des cultures; un épandage en pleine surface d'un engrais azoté minéral contribue à accroître les rendements globaux en veillant à ce que toutes les parties du champ reçoivent un peu d'azote.

Quand on se base sur l'azote pour déterminer le taux d'application, on peut contribuer à équilibrer les accumulations de phosphore et de potassium dans le sol en évitant d'épandre une quantité d'azote dépassant 75 % des besoins de la culture. Quand on se base sur le phosphore pour déterminer le taux d'application, un apport supplémentaire d'azote peut être nécessaire à certaines cultures (dont le maïs).



**Les épandages de fumier manquent souvent d'uniformité et par conséquent ne comblent pas les besoins de la culture à la grandeur du champ. Un épandage en pleine surface d'un engrais azoté minéral donne l'assurance que toutes les parties du champ ont reçu un peu d'azote.**

## ÉTABLISSEMENT DES DISTANCES DE SÉPARATION FONDÉES SUR L'INDICE-P

Voici deux méthodes fournissant les distances de séparation recommandées entre le lieu d'épandage de fumier et de l'eau de surface. Le choix de la méthode dépend de la concentration de P établie par l'analyse de sol.

**Si la concentration de P dans le sol est inférieure à 30 (P < 30 ppm)**, suivre la méthode indiquée à la page suivante pour déterminer les distances de séparation minimales.

**Si la concentration de P dans le sol est supérieure à 30 (P > 30 ppm)**, suivre la méthode relative à l'indice-P présentée dans le *Cahier de gestion des éléments nutritifs*, le logiciel NMAN 2004 ou la fiche technique n° 03-110, AGDEX 531/743, du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, *Détermination de l'indice-phosphore dans un champ*.



Les distances de séparation établies pour les épandages de fumier devraient tenir compte de la présence d'entrées de drainage telles que des bassins collecteurs.

### COMPARAISON DES SOLS PAUVRES ET DES SOLS RICHES EN PHOSPHORE

CARACTÉRISTIQUE / OBJECTIF	TENEUR EN P FAIBLE	TENEUR EN P ÉLEVÉE
ADSORPTION DU P PAR LE SOL	plus élevée	plus faible
VARIABILITÉ DU P DANS LE CHAMP	plus faible	plus élevée
OBJECTIF AGRONOMIQUE	épandre du P pour optimiser les rendements	limiter les apports de P aux prélèvements par la culture pour réduire au minimum les répercussions sur l'environnement
CONCENTRATION DE P DANS LES SOLS ÉRODABLES	plus faible	plus élevée

En général, il est acceptable de maintenir une distance de séparation plus faible par rapport aux eaux de surface lorsque :

- ▶ les concentrations de P sont plus faibles et que
- ▶ les risques d'érosion et de ruissellement dus au type de sol, aux pratiques culturales et de travail du sol, à la pente et à la proximité du cours d'eau sont moins grands.

La pente représente le quotient, exprimé en pourcentage, de l'élévation sur la distance horizontale. Une élévation de 0,5 m (1,6 pi) sur une distance horizontale de 100 m (328 pi) correspond à une pente de 0,5 %, c.-à-d. à un terrain presque plat. Une élévation de 5 m (16,4 pi) sur une distance horizontale de 100 m correspond à une pente de 5 %. Les risques de contamination des eaux de surface augmentent au fur et à mesure que la pente augmente.

### Si la concentration de P dans le sol est inférieure à 30 ppm

Les sols ayant une teneur en P inférieure à 30 ppm ne doivent pas recevoir une quantité de P qui dépasse les recommandations fournies avec l'analyse de sol (exigences agronomiques) ni qui dépasse de plus de 78 kg/ha (70 lb/ac) les prélèvements par la culture.

Pour déterminer les risques de contamination des eaux de surface, se référer au premier tableau de la page 101. Repérer la texture du sol dans la première colonne, puis lire, en regard de celle-ci, le risque de ruissellement dans la colonne de la pente du terrain. À l'aide du tableau suivant, déterminer ensuite la distance de séparation recommandée.

#### DISTANCES DE SÉPARATION MINIMALES PAR RAPPORT AUX EAUX DE SURFACE POUR ÉVALUER LES RISQUES\* DE CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE PAR LES EAUX DE RUISSELLEMENT PROVENANT DES FUMIERS LIQUIDE ET SOLIDE

##### DISTANCE DE SÉPARATION MINIMALE (avec zone tampon établie)

POTENTIEL DE RUISSELLEMENT	ÉPANDAGE EN SURFACE		INCORPORATION IMMÉDIATE OU PRÉALABLE	
	Fumier liquide	Fumier solide	Fumier liquide	Fumier solide
ÉLEVÉ	30,5 m (100 pi)	15,2 m (50 pi)	18,3 m (60 pi)	9,1 m (30 pi)
MOYEN	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 m (43 pi) *	13 m (43 pi) *	3,0 m (10 pi)	3,0 m (10 pi)

*Nota* : La distance de séparation à observer dans le cas du fumier n'empêche pas l'épandage de P de source commerciale. La distance de séparation à observer dans le cas des engrais chimiques est de 3 m (10 pi). Il s'agit de la zone tampon de végétation qui doit être établie entre le lieu d'épandage et toute eau de surface. Quand un engrais chimique est épandu en surface, il est recommandé d'observer une distance de séparation de 13 m (43 pi) par rapport à l'eau de surface (à moins que l'épandage ne se fasse sur une culture sur pied ou sur un champ dont au moins 30 % de la surface est recouverte de résidus de culture.



Les pratiques de conservation des sols et des eaux comme le travail réduit du sol et la culture en bandes réduisent les valeurs de l'indice-P.

## DISTANCES DE SÉPARATION PAR RAPPORT AUX PUIITS ET AUX BÂTIMENTS

Il n'y a pas que les eaux de surface qui commandent le respect d'une distance de retrait pendant les épandages de fumier. Il y a aussi des distances de retrait à respecter par rapport aux puits (privés et municipaux), aux habitations, aux zones résidentielles (de quatre habitations et plus), aux installations de soins de santé et aux écoles.

La distance de retrait à respecter varie selon le type de matière épandue sur les terres. En général, plus le risque de contamination est grand, plus la distance à respecter l'est également. Choisir la combinaison (type d'élément nutritif et habitation ou puits) dans le tableau ci-dessous pour trouver la distance de retrait à respecter dans ce cas précis. Par exemple, si l'on épand du fumier sur une terre où se trouve un puits privé foré et une habitation isolée, le fumier ne doit pas être épandu à moins de 15 mètres (50 pi) d'un puits foré à la sondeuse, ni à 30 mètres (100 pi) d'un puits creusé ou foré à la tarière, ni à moins de 25 mètres (82 pi) de l'habitation.

Si l'on épand des éléments nutritifs à proximité d'habitations, on doit tenir compte de l'odeur dégagée par la matière épandue et établir des distances de retrait appropriées.



Aucun fumier ne devrait être appliqué dans les 30 mètres (100 pi) de tout puits privé de grand diamètre.



Certaines pratiques de conservation des sols et de l'eau comme le travail réduit et la culture en bandes aident à réduire l'indice-P.

### DISTANCES DE RETRAIT\* DES PUIITS AUX FINS DE L'ÉPANDAGE D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

DISTANCE DE RETRAIT DES...	ENGRAIS	FUMIER	BIOSOLIDES	AUTRES ÉLÉMENTS NUTRITIFS PRODUITS PAR LES FERMES
PUITS PRIVÉS	3 m (10 pi)	15 m (50 pi) (foré) 30 m (100 pi) (autre)	15 m (50 pi) (foré) 90 m (300 pi) (autre)	15 m (50 pi) (foré) 30 m (300 pi) (autre)
PUITS MUNICIPAUX	100 m (330 pi)	100 m (330 pi)	interdiction d'épandage dans le périmètre de protection de 2 ans	100 m (330 pi)

\* Toutes ces distances sont mesurées sur le plan horizontal, à la surface du sol.

Des distances de retrait des ressources en eau souterraine ont aussi été établies. Cela signifie qu'il y a une profondeur minimale à respecter par rapport à la roche-mère, à la nappe phréatique ou au sol saturé, lorsqu'on applique des éléments nutritifs sur les terres.

#### PROFONDEUR MINIMALE À RESPECTER PAR RAPPORT AUX CARACTÉRISTIQUES SOUTERRAINES

DISTANCE MINIMALE (VERTICALE) PAR RAPPORT...	FUMIER	BIOSOLIDES	AUTRES ÉLÉMENTS NUTRITIFS PRODUITS PAR LES FERMES
À LA ROCHE-MÈRE	0,3 m (1 pi)	1,5 m (5 pi)	30 cm (1 pi)
À LA NAPPE PHRÉATIQUE	0,9 m (3 pi)	0,9 m (3 pi)	0,9 m (3 pi)
AU SOL SATURÉ	0,3 m (1 pi)	0,3 m (1 pi)	0,3 m (1 pi)

#### PRÉCAUTIONS À PRENDRE AVEC LES CULTURES POUR LES ÉPANDAGES DE FUMIER

Les épandages de fumier peuvent représenter des dangers pour certaines cultures.

#### ÉPANDAGE DE FUMIER

PROBLÈME	PRÉCISIONS
VERSE (céréales + soya)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les besoins en azote de certaines cultures sont faibles</li> <li>• des taux élevés augmentent les risques de verse; utiliser des taux réduits et épandre le fumier le plus uniformément possible</li> <li>• les cultivars sélectionnés devraient avoir des tiges fortes (plus courtes) et présenter une résistance à la verse</li> </ul>
MOISSISSURE BLANCHE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les risques les plus grands se manifestent dans les champs fertiles où la croissance est luxuriante; choisir des cultivars résistants à la moisissure blanche et à la verse</li> </ul>
BRÛLURE PAR L'AZOTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les applications estivales de fumier sur des tissus verts augmentent les risques de brûlure par l'azote ou de brûlure du feuillage               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pour réduire ces risques, les épandages de fumier liquide réalisés durant l'été en surface sur des cultures sur pied doivent respecter un taux maximal de 4000 gal/ac ou doivent se faire à l'aide d'un fumier moins concentré</li> </ul> </li> </ul>



La croissance surabondante sur les sols fertiles augmente considérablement les risques de moisissure blanche dans le soya.

## MOMENT DE L'ÉPANDAGE

L'objectif de l'épandage est de mettre les éléments nutritifs contenus dans le fumier à la disposition de la culture au moment où elle en a besoin et selon la quantité dont elle a besoin, avec un minimum de répercussions environnementales. Un petit mot aux voisins évite de leur causer de mauvaises surprises. Le tableau suivant résume les points à retenir dans la planification des épandages de fumier.

SAISON	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	POINTS À SURVEILLER
PRINTEMPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• épandre le fumier sur les cultures ayant le plus besoin d'azote; les cultures à haut rendement utilisent cet élément plus efficacement</li> <li>• travailler des bandes (c.-à-d. épandage avec travail par zones) avant l'injection, de manière à réduire l'effluent sortant des tuyaux de drainage</li> <li>• incorporer au sol dans les 24 heures le fumier solide épandu, le fumier liquide épandu à la volée ou le fumier liquide appliqué au moyen du système d'irrigation</li> <li>• entretenir de bons rapports avec les voisins</li> <li>• faire un épandage en bandes latérales, p. ex. par aspersion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le compactage du sol causé par le poids et la circulation des citernes</li> <li>• le ruissellement provoqué par des taux excessifs ou de mauvaises pratiques de conservation des sols</li> <li>• la dénitrification, soit la perte de N gazeux dans l'atmosphère sur les sols humides et mal drainés</li> <li>• l'effluent des tuyaux de drainage; en présence d'un réseau de drainage souterrain, être aux aguets et cesser l'application dès qu'un écoulement est observé</li> <li>• l'érosion en rigoles le long des bandes et le ruissellement</li> <li>• les fuites dans le cas des systèmes par irrigation ou montés sur le tracteur</li> <li>• les odeurs et la dérive excessives</li> <li>• les pertes d'ammoniac; faire l'incorporation en moins de 24 heures</li> </ul>
ÉTÉ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• épandre le fumier liquide sur des pâturages de graminées et des prairies de fauche, qui sont des terrains secs et moins vulnérables au compactage</li> <li>• épandre le fumier liquide sur des fourrages et des pâturages destinés à être réensemencés ou à être inclus dans une rotation</li> <li>• épandre le fumier liquide en bandes latérales sur les cultures en rangs</li> <li>• épandre le fumier liquide sur le chaume de céréales</li> <li>• épandre le fumier liquide sur les cultures fourragères le plus tôt possible après la récolte, avant la repousse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le risque de perte d'ammoniac s'il n'y a ni incorporation ou si aucune pluie n'est prévue</li> <li>• l'érosion en rigoles et le ruissellement le long des bandes d'injection</li> <li>• l'étouffement des fourrages (surtout à craindre dans le cas des épandages de fumier solide qui manquent d'uniformité et/ou dans le cas des épandages à des taux élevés)</li> <li>• l'écoulement préférentiel (du fumier dans les tuyaux de drainage) quand l'épandage se fait sur des sols secs ou fissurés à des taux élevés et sans travail préalable</li> </ul>
AUTOMNE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• épandre le fumier solide ou liquide avant l'établissement des céréales d'automne ou des cultures de couverture</li> <li>• épandre le fumier après la récolte du maïs et du soya et faire suivre l'épandage d'une incorporation au sol dans les 24 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le risque de pertes d'ammoniac s'il n'y a ni incorporation ni pluie et si la température monte à plus de 10 °C</li> <li>• le risque de lessivage si le fumier n'est pas absorbé par des cultures de couverture en croissance active; éviter tout épandage sur des sols sableux</li> <li>• le risque de dénitrification sur les sols détrempés et mal drainés</li> <li>• le ruissellement et l'écoulement préférentiel (fumier dans les tuyaux de drainage)</li> <li>• le compactage du sol par le poids et la circulation des citernes</li> </ul>
HIVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ne pas épandre de fumier sur des sols gelés ou enneigés; l'entreposer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le ruissellement et les risques pour la qualité de l'eau</li> </ul>

### ÉPANDAGE HIVERNAL

Épandre du fumier en hiver n'est pas une pratique de gestion optimale. Il est possible d'épandre du fumier sur un sol qui n'est ni gelé ni enneigé et de l'y incorporer, mais ces conditions se présentent rarement. L'hiver, aucune culture n'est en place pour absorber les éléments nutritifs épandus à la surface du sol. Le risque est alors trop grand de voir le fumier emporté vers les eaux de surface sous l'effet du ruissellement, surtout pendant les périodes où la neige fond et où il pleut.

Il peut y avoir des moments toutefois où l'épandage hivernal est nécessaire et justifié. C'est le cas notamment lorsque la structure d'entreposage s'est remplie prématurément. Il vaut alors mieux épandre un peu de fumier durant l'hiver que de s'exposer à un débordement de la structure.

Au moment des épandages de fumier en hiver :

- n'épandre le fumier que sur des terrains plats et uniquement lorsque les champs ne sont ni enneigés (l'épaisseur moyenne de la couche de neige doit être inférieure à 5 cm ou 2 po) ni gelés (la couche de glace ne doit pas atteindre 5 cm ou 2 po dans les 15 premiers cm ou 6 premiers po de sol);
- réduire les taux d'application;
- augmenter les distances de retrait des eaux de surface;
- faire l'épandage sur une épaisse couche de résidus ou sur une culture sur pied.

Une solution préférable consiste à prévoir un volume d'entreposage supplémentaire pour le cas où la structure se remplirait prématurément.



### ÉPANDAGE PRINTANIER — LE CHOIX DU MOMENT EST CRUCIAL

Le fait d'épandre le fumier au printemps avant le départ des cultures devrait permettre une utilisation maximale des éléments nutritifs. Il n'en reste pas moins que les applications printanières comportent certains dangers, notamment le risque d'un compactage grave causé par la circulation d'une citerne pleine lorsque le sol est mouillé. Ce compactage du sol annule du coup tous les bienfaits que procure le fumier. La plus grosse erreur que commettent les producteurs est de se dire qu'il vaut mieux faire les épandages tandis que le sol est encore trop détrempé pour être travaillé. Le compactage qui en résulte peut durer jusqu'à cinq ans.

Attendre que le sol soit prêt est également pénalisant compte tenu des baisses de rendement qu'entraînent des semis tardifs. Pour des rendements optimaux, les semis de maïs doivent se faire avant le 10 mai dans le sud-ouest de l'Ontario. Dans le centre de l'Ontario, si le producteur veut réaliser les semis avant cette date, deux années sur trois, il n'aura à sa disposition que 5 jours pour travailler les champs. Cela signifie qu'en moins de 5 jours, il doit être à même d'épandre son fumier, de l'incorporer au sol et de procéder aux semis, sans quoi, le rendement en souffrira. Le mieux est sans doute d'identifier les champs de maïs qui recevront des épandages de fumier et de prévoir d'y semer des cultivars de saison plus courte.



**Le compactage est l'un des principaux problèmes à gérer lorsqu'on procède à des épandages printaniers.**

## TECHNIQUES D'ÉPANDAGE

Le fumier est épandu à l'état solide ou liquide. En Ontario, on dit du fumier qu'il est solide s'il renferme au plus 82 % de liquide, en poids, et qu'il est liquide, s'il renferme plus de 82 % de liquide.

Toutes les techniques d'épandage du fumier devraient respecter les critères suivants : côté pratique, durabilité, caractère économique, schéma de répartition souhaitable et répercussions environnementales minimales.

Nous nous pencherons dans la présente section sur les différents types de matériel d'épandage en ayant ces critères à l'esprit.

### FUMIER SOLIDE

#### Épandeurs à caisson

L'épandeur à caisson est le type d'épandeur le plus couramment utilisé pour l'épandage du fumier solide. Même si ces épandeurs peuvent être montés sur camion, la plupart sont tirés par un tracteur. Ces épandeurs ont des capacités variant entre 2,5 à 18,4 m<sup>3</sup> (90 à 650 pi<sup>3</sup>).

Les unités mues par la prise de force du tracteur sont celles qui sont les plus courantes, même s'il existe aussi des unités à entraînement hydraulique. Les caissons sont faits de bois ou de métal et devraient être étanches pour éviter les fuites de liquide.

Pour les épandages de fumier solide ayant une teneur relativement élevée en eau, les fabricants offrent souvent la possibilité d'installer un hayon arrière à entraînement hydraulique qui garantit que les liquides seront entièrement retenus.

Dans le cas du fumier solide ayant une très faible teneur en eau (comme le fumier de volaille), les systèmes à déchargement latéral sont couramment employés.

Les mécanismes d'épandage situés à l'arrière de l'unité :

- ▶ peuvent prendre la forme de palettes, de hérissons, de fléaux ou de vis sans fin ou d'une combinaison de ces dispositifs;
- ▶ tournent sur un arbre perpendiculaire au chargement, brisent le fumier et en assurent le déchargement;
- ▶ peuvent, selon leur nombre et leur type, influencer passablement l'uniformité avec laquelle les fumiers de certaines consistances sont épandus.

Le tablier de l'épandeur qui déplace le fumier sur toute la longueur du caisson vers les épandeurs situés à l'arrière est souvent à vitesse variable. Sur certaines unités et pour le fumier ayant une teneur en eau plus élevée, on utilise parfois un poussoir hydraulique ou une butée frontale pour pousser le fumier vers l'arrière.



**Les épandeurs à caisson conviennent surtout à l'épandage de fumier de bovins dont la teneur en eau est de 70 à 80 %.**



Les épandeurs à caisson à déchargement latéral conviennent surtout à l'épandage du fumier de volaille et d'autres matières à faible teneur en eau.

Depuis des citernes, le fumier liquide peut être épandu à la volée ou par aspersion ou il peut être injecté dans le sol.



Avec les systèmes d'irrigation à trajectoire basse, le fumier est épandu à moins de 1,2 m (4 pi) au-dessus de la surface du sol.

## Épandeurs à trémie

L'épandeur à trémie est une autre forme d'épandeur de fumier solide. Il possède un caisson en V et une grosse vis sans fin qui en parcourt le fond. Cette vis sans fin déplace le fumier jusqu'au point où le rotor projette le fumier vers une ouverture latérale.

En général, la valeur nutritive du fumier solide est plus variable que celle du fumier liquide produit par le même type d'élevage, du fait de la variabilité d'une ferme à l'autre de l'utilisation de la litière et de la quantité de liquide qui s'échappe du tas de fumier. Cette variabilité complique l'obtention d'une répartition uniforme des éléments nutritifs à l'aide des épandeurs qui existent actuellement.

## FUMIER LIQUIDE

Le transfert du fumier liquide se fait par pompage dans des citernes, des systèmes montés sur des tracteurs ou des rampes d'irrigation. Dans le cas des citernes et des systèmes montés sur des tracteurs, le fumier est habituellement injecté ou épandu à la volée; il existe de nouvelles technologies d'épandage à la volée à trajectoire basse et d'irrigation par aspersion. Les systèmes d'irrigation utilisent des lances (ou canons) ou une série de petites buses.

### Citernes

Les citernes, qu'elles soient tirées par un tracteur ou portées par un camion, sont à chargement par le haut ou à remplissage par le vide. Les citernes à chargement par le haut sont plus fréquentes. Une pompe à fumier liquide est nécessaire pour assurer le transfert du fumier de la structure d'entreposage vers la citerne à chargement par le haut. Cette même pompe sert souvent à agiter le fumier entreposé avant le chargement. Les citernes à remplissage par le vide tirent parti des différences de pression d'air pour le chargement et le déchargement.

Les citernes nécessitent beaucoup de puissance et d'énergie, obligent à beaucoup de va-et-vient entre le champ et la structure d'entreposage et comportent donc un risque de compactage du sol. Certaines citernes sont dotées, à l'arrière, de dispositifs de travail du sol ou d'injecteurs. Des réservoirs ravitailleurs sont parfois utilisés pour transporter le fumier de la structure d'entreposage au champ afin que la citerne reste le plus possible dans le champ.

### Systèmes d'irrigation

#### Application par pulvérisation à trajectoire basse

Les lances d'irrigation sont peu à peu remplacées par des lances d'irrigation à trajectoire basse. La pulvérisation de fumier est la principale cause (dans plus de 60 % des cas) des déversements de fumier. L'utilisation de lances d'irrigation à trajectoire haute est interdite en Ontario en vertu de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*. Elles peuvent toutefois servir à appliquer des matières liquides très diluées (renfermant moins de 1 % de matière sèche), comme les eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice d'animaux d'élevage.

Avec les systèmes d'irrigation à trajectoire basse, le fumier est épandu à moins de 1,2 m (4 pi) au-dessus de la surface du sol, ce qui procure les avantages suivants :

- ▶ diminution de la taille des gouttelettes;
- ▶ diminution de la dérive causée par le vent;
- ▶ diminution des odeurs et application plus uniforme du fumier (surtout sur les pourtours du champ et le long des routes).

### Systèmes d'épandage par écoulement direct

Le fumier et les éléments nutritifs liquides sont épandus directement sur les terres depuis la structure d'entreposage. Ce système comporte de hauts risques et doit faire l'objet d'une surveillance attentive. Il doit pouvoir être arrêté en l'espace d'une minute s'il se produit un déversement accidentel ou une autre situation problématique. Différents moyens permettent d'intervenir rapidement pour obtenir l'arrêt du système, notamment en faisant opérer le système par deux personnes qui, en tout temps, sont en communication radio l'une avec l'autre, ou en reliant le système à un dispositif de télécommande, ou une combinaison de ces deux solutions.

### UTILISATION D'UN BOYAU FLEXIBLE

Si un réseau de tuyaux rigides est déjà installé sur la ferme, il est possible d'ajouter un tuyau flexible entre la canalisation existante et le tracteur comme solution de rechange à un système d'épandage à trajectoire basse. Cette solution évite d'avoir à passer entièrement à un système d'épandage par boyaux traînés. Le tuyau flexible ne gêne ni les déplacements ni les virages du tracteur. Par comparaison, un tuyau rigide attaché directement à une rampe d'application montée sur un tracteur n'offre aucune souplesse et est peu résistant.



## Systemes d'injection

Dans la plupart des exploitations produisant du fumier liquide, l'injection est le mode d'application privilégié, surtout si l'on appréhende le ruissellement ou les nuisances occasionnées par les odeurs. Ces systèmes ont besoin de certaines mises au point pour donner de bons résultats. Les injecteurs qui permettent d'épandre le fumier sur une bande le plus large possible sont préférables à ceux qui concentrent le fumier dans une bande étroite. Voici pourquoi :

- même si un épandeur à injection peut être réglé pour épandre le bon taux d'application sur la largeur de passage de l'épandeur, il reste que si chaque injecteur épand le fumier sur une bande très étroite, la quantité de fumier peut être très grande sur les bandes atteintes par les injecteurs — entre ces bandes, se trouvent des bandes intercalaires n'ayant reçu aucun fumier;
- les zones recevant les quantités importantes de fumier liquide risquent davantage de provoquer le déplacement du liquide à travers le profil de sol et éventuellement sa pénétration dans les tuyaux de drainage;
- les risques de ruissellement sont plus grands le long des bandes étroites de fumier;
- indépendamment de ce qui arrive au fumier dans les bandes étroites, il en résulte un épandage non uniforme des éléments nutritifs.



Certains des systèmes d'injection les mieux conçus font le travail du sol et l'injection en un seul passage.

### SYSTÈMES D'ÉPANDAGE DU FUMIER

MÉTHODE	TYPE	DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>FUMIER SOLIDE</b>				
ÉPANDÉUR À CAISSON	mu par la prise de force	<ul style="list-style-type: none"> <li>• épandeur à caisson courant doté d'un tablier et de palettes</li> <li>• nécessite un tracteur de plus de 40 hp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• est facilement accessible et relativement peu coûteux</li> <li>• convient à différents types de fumier</li> <li>• est simple à utiliser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la vidange d'une structure d'une capacité de 200 jours nécessite de nombreux chargements</li> <li>• risque de provoquer le compactage du sol</li> <li>• réalise un épandage à la volée qui manque d'uniformité</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• épandeur à fond en V</li> <li>• fond parcouru par une grosse vis sans fin</li> <li>• fumier déchargé latéralement par un rotor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• épand uniformément le fumier sur une bande large</li> <li>• résiste aux fuites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risque de provoquer le compactage du sol</li> <li>• coûte plus cher</li> <li>• nécessite beaucoup de puissance</li> <li>• ne convient pas toujours à des fumiers très secs</li> </ul>

#### FUMIER SOLIDE

ÉPANDÉUR À CAISSON

mu par la prise de force

- épandeur à caisson courant doté d'un tablier et de palettes
- nécessite un tracteur de plus de 40 hp

- est facilement accessible et relativement peu coûteux
- convient à différents types de fumier
- est simple à utiliser

- la vidange d'une structure d'une capacité de 200 jours nécessite de nombreux chargements
- risque de provoquer le compactage du sol
- réalise un épandage à la volée qui manque d'uniformité

ÉPANDÉUR À TRÉMIE

mu par la prise de force

- épandeur à fond en V
- fond parcouru par une grosse vis sans fin
- fumier déchargé latéralement par un rotor

- épand uniformément le fumier sur une bande large
- résiste aux fuites

- risque de provoquer le compactage du sol
- coûte plus cher
- nécessite beaucoup de puissance
- ne convient pas toujours à des fumiers très secs

MÉTHODE	TYPE	DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>FUMIER SOLIDE</b>				
CITERNE	à la volée	<ul style="list-style-type: none"> <li>projette le fumier sur une bande large, d'un côté, des deux côtés ou à l'arrière de la citerne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>est simple à utiliser</li> <li>coûte moins cher que les méthodes avec des injecteurs</li> <li>nécessite moins de puissance qu'avec des injecteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cause souvent le compactage du sol</li> <li>requiert beaucoup de puissance pour les déplacements</li> <li>nécessite beaucoup de temps pour les déplacements</li> <li>engendre passablement d'odeurs et de pertes par volatilisation</li> <li>cause de grandes pertes s'il vente ou que l'enfouissement est retardé</li> </ul>
CITERNE	injection	<ul style="list-style-type: none"> <li>constituée de dents de cultivateur ou de socs sur des bras rigides</li> <li>ouvre le sol et y dépose le fumier sous la surface</li> <li>peut être montée à l'avant ou à l'arrière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduit les odeurs au minimum</li> <li>réduit au minimum les pertes dans l'atmosphère</li> <li>met en place les éléments nutritifs dans la zone racinaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cause souvent le compactage du sol</li> <li>requiert beaucoup de puissance pour les déplacements et l'enfouissement</li> <li>répartit mal le fumier dans le sol</li> <li>nécessite beaucoup de temps pour les déplacements</li> <li>sans travail préalable du sol, le fumier risque d'entrer dans les tuyaux de drainage souterrains</li> </ul>
CITERNE	aspersion	<ul style="list-style-type: none"> <li>consiste en une toile ou un morceau de caoutchouc qui recouvre la buse pour que les applications à bas volume ruissellent; l'épandage se fait souvent en bandes latérales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>engendre peu d'odeurs</li> <li>peut être combiné à un sarclage des entre-rangs permettant de lutter contre les mauvaises herbes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cause souvent le compactage du sol</li> <li>requiert beaucoup de puissance pour les déplacements</li> <li>nécessite beaucoup de temps pour les déplacements; cause peu de pertes par volatilisation (fumier non enfoui)</li> </ul>
BOYAU TRAÎNÉ PAR LE TRACTEUR	injection	<ul style="list-style-type: none"> <li>l'injecteur est monté sur le tracteur et le boyau est traîné</li> <li>la puissance nécessaire augmente avec la distance par rapport à la canalisation principale</li> <li>un tuyau rigide pivotant protège des dommages possibles par le tracteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>engendre un minimum d'odeurs et de pertes par volatilisation</li> <li>nécessite moins de puissance que les citernes</li> <li>risque peu de provoquer le compactage du sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblige à soulever les injecteurs avant les virages</li> <li>impose la contrainte de la distance par rapport au champ</li> <li>s'assortit d'un risque de déversement accidentel aux extrémités des bandes</li> </ul>
BOYAU TRAÎNÉ PAR LE TRACTEUR	à la volée	<ul style="list-style-type: none"> <li>l'unité montée sur le tracteur consiste en un tuyau, une buse et un déflecteur</li> <li>répartit le fumier sensiblement comme les citernes qui épandent à la volée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>est de conception simple et facile à opérer</li> <li>est relativement peu coûteux</li> <li>nécessite relativement peu de puissance pour tirer le boyau</li> <li>risque peu de provoquer le compactage du sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>engendre passablement d'odeurs et de pertes par volatilisation</li> <li>cause de grandes pertes s'il vente ou que l'enfouissement est retardé</li> </ul>
IRRIGATION	rampe mobile	<ul style="list-style-type: none"> <li>tuyaux souples ou rigides</li> <li>le fumier est amené dans le champ par des tuyaux d'irrigation rigides</li> <li>s'apparente à la technologie de l'irrigation; buses à bas volume sur rampe mobile pour épandage sur des bandes de champ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque peu d'épandre des quantités excessives</li> <li>engendre moins d'odeurs et de pertes par volatilisation</li> <li>entraîne moins de pertes si le temps est venteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nécessite un fumier renfermant moins de 4 % de matières sèches</li> <li>nécessite une surveillance et un calibrage périodique</li> <li>coûte moyennement cher</li> <li>limite la largeur de la bande traitée</li> <li>comporte toujours un risque de déversement depuis les tuyaux</li> </ul>

## NOUVELLE TECHNOLOGIE D'ÉPANDAGE

### Épandage de fumier solide



L'épandage de fumier mouillé et en mottes est plus uniforme si le fumier est attaqué par des palettes.



Les épandeurs centrifuges montés sur des épandeurs à caisson sont conçus pour épandre les fumiers secs et les composts plus uniformément dans le champ. Certains épandeurs sont aussi conçus pour épandre de très bas volumes.

### Épandage de fumier liquide

Le matériel utilisé pour l'application du fumier liquide nous confronte avec le dilemme suivant : la possibilité d'épandre le chargement rapidement contre celle d'utiliser de la façon la plus économique les éléments nutritifs en réduisant les taux d'épandage ou en améliorant davantage la localisation. La nouvelle technologie a favorisé la localisation améliorée.

Ce système repose sur la technologie de l'épandage à taux variable. Il intègre un système GPS, un dispositif de commande informatisé et un robinet-vanne pneumatique à manchon déformable. Ces caractéristiques techniques aident le producteur à se faire une idée précise du moment et de l'endroit où le fumier répond à un besoin.



La technique d'injection à l'aide de coutres été mise au point pour briser les macropores, injecter le fumier dans le lit de semence et perturber suffisamment le sol pour réduire les odeurs et les pertes d'éléments nutritifs. Cette technique permet d'épandre le fumier et de préparer le terrain à l'automne en vue des semis qui se feront au printemps à l'aide d'un semoir à semis direct. Elle peut être modifiée pour épandre également le fumier dans des cultures sur pied au moment de l'épandage en bandes latérales.



Les aérateurs, conçus pour percer des trous dans le sol, facilitent l'infiltration des liquides. Ils s'utilisent bien dans les cultures sur pied s'ils sont modifiés pour travailler les entre-rangs. Un inconvénient de cet outil est qu'il augmente le risque de compactage des sols détrempés ou à texture fine.



La technique d'injection de faible perturbation peut être utilisée dans les systèmes de semis direct, pour l'épandage en bandes latérales dans les cultures de céréales et entre les coupes de cultures fourragères.

## TRANSFERT ET TRANSPORT DU FUMIER

Le **transfert du fumier** s'entend du transfert du fumier liquide des structures d'entreposage à long terme aux appareils d'épandage (p. ex. citernes, réservoirs ravitailleurs, pipelines).

Le transport du fumier s'entend du déplacement du fumier, qu'il soit solide ou liquide, d'une unité à une autre, à l'aide de matériel roulant circulant sur la voie publique ainsi que sur les allées de la ferme. Ici, les principales préoccupations sont la sécurité des humains et la protection de l'environnement.

### Pratiques de gestion optimales des citernes et des réservoirs de ravitaillement

Les citernes et les réservoirs de ravitaillement sont des structures d'entreposage temporaires mobiles utilisées au champ pour entreposer les matières liquides dans l'intervalle entre leur transport et leur épandage sur les terres.

Les citernes et réservoirs de ravitaillement devraient être :

- à l'épreuve des fuites;
- dotés de robinets d'urgence;
- dotés de grilles de sécurité pour en interdire l'entrée par des humains.

De plus, les réservoirs de ravitaillement devraient être situés à un point du champ qui respecte les distances de séparation suivantes :

- au moins 150 m (492 pi) de toute eau de surface, dans le cas des gros réservoirs (d'une capacité de plus de 45 400 L ou 10 000 gal);
- au moins 50 m (164 pi) de toute eau de surface, dans le cas des petits réservoirs;
- 125 m (410 pi) de toute habitation isolée (peut être difficile si le réservoir de ravitaillement emprunte l'allée qui mène aux champs);
- 250 m (820 pi) de toute zone résidentielle;
- 15 m (49 pi) de tout puits foré;
- 30 m (98 pi) de tout puits creusé.



Tuyau de transfert de fumier.



Les bras de chargement sous vide sont utiles pour décharger les réservoirs de ravitaillement. Il est recommandé de les inclure lorsque c'est possible dans les plans d'urgence, en cas de déversement.

### PGO pour pipelines temporaires ou mobiles

Les pipelines temporaires, ou mobiles, sont habituellement faits de tuyaux d'aluminium rigides ou de boyaux de gros diamètre pourvus de raccords filetés. Ils peuvent être démantelés et déplacés d'un champ à l'autre ou d'une ferme à l'autre. Même s'ils représentent de faibles coûts d'immobilisations, leur déplacement se traduit par des coûts de fonctionnement élevés.

- ▶ Veiller à ce que les tuyaux et boyaux supportent une vitesse d'écoulement de 0,8–2,5 m/s.
  - ▷ Ceux-ci ne doivent pas avoir moins de 75 mm de diamètre; les tuyaux de 100–150 mm de diamètre sont les plus courants.
- ▶ Veiller à ce que les raccords des tuyaux et des boyaux puissent supporter toutes les conditions de chargement prévisibles, notamment la pression de refoulement de la pompe.
- ▶ Aménager des ponceaux sous les voies publiques pour faire passer le pipeline.
  - ▷ Aménager des talus de retenue parallèles aux routes pour retenir d'éventuels déversements ou fuites.
  - ▷ Éviter dans la mesure du possible les raccords à proximité des ponceaux (utiliser la même longueur de tuyau flexible, d'une seule pièce).
- ▶ Rincer le système avec de l'eau ou le purger avec de l'air, ou boucher le tuyau flexible et le sortir du ponceau avant de le démonter.
  - ▷ Mise en garde : Utiliser le bon équipement et s'assurer d'avoir la formation voulue avant de purger un pipeline avec de l'air, car l'énergie emmagasinée dans les tuyaux d'air comprimé peut provoquer des coups de bélier. Les tuyaux peuvent aussi se mettre à tourner dans l'air s'ils sont mal débranchés.



Tous les systèmes devraient être opérés par deux personnes adéquatement formées ou par une personne formée munie d'un dispositif télécommandé d'arrêt automatique du système.

- ▶ Utiliser les routes ou ponts existants pour faire franchir les cours d'eau par le pipeline.
- ▶ Confier le fonctionnement de tous les systèmes à deux opérateurs formés ou à un opérateur formé qui se trouve en communication bidirectionnelle avec une autre personne ou qui peut compter sur un dispositif télécommandé d'interruption automatique du système.
- ▶ Recourir au refoulement d'air pour expulser le fumier du système (tuyaux ou boyaux) avant de déplacer le pipeline.

*Nota :* Les pipelines permanents sont enfouis sous la surface du sol et des colonnes montantes ou des prises sont installées à des endroits prévus de la ferme. Ils sont habituellement faits de polychlorure de vinyle (PVC) ou l'équivalent. Ils représentent des coûts d'immobilisations importants, mais leurs coûts de fonctionnement sont faibles lorsqu'ils font l'objet d'un entretien régulier.

## PRÉPARATION

### RÉGLAGE DU MATÉRIEL D'ÉPANDAGE DU FUMIER

Bien des producteurs font une estimation de la quantité de fumier qu'ils épandent sur un champ en se fiant à la capacité de l'épandeur. Malgré sa fiabilité apparente, cette méthode ne tient pas compte des différentes densités du fumier ni du fait que l'épandeur n'est peut-être pas chargé conformément aux directives du fabricant.

Plusieurs méthodes permettent de mesurer les taux d'épandage. Une méthode rapide pour le fumier solide consiste à peser celui-ci après l'avoir épandu sur une membrane de plastique. Dans le cas du fumier liquide, on utilise un seau à parois verticales pour mesurer la profondeur d'application. Le tableau à la page suivante montre comment interpréter les mesures.

De nouvelles méthodes permettent maintenant de déterminer rapidement et avec précision les quantités épandues. Ainsi existe-t-il un débitmètre en ligne qui fournit instantanément le taux d'application en gallons/heure. Une autre méthode en cours d'élaboration combine le débitmètre et la largeur de la bande d'épandage ainsi que l'information sur la vitesse au sol pour fournir une lecture immédiate du nombre de gallons/acre.

#### Pour régler les épandeurs de fumier liquide :

1. Disposer une série de seaux à parois verticales dans la trajectoire de l'épandeur de fumier liquide.
2. Mesurer la profondeur de liquide dans les seaux. Calculer la moyenne.
3. Consulter le tableau de la page suivante pour évaluer le taux d'application en gallons/acre.

#### Pour régler les épandeurs de fumier solide :

1. Étaler plusieurs membranes de plastique d'environ 1 m x 1,20 m (40 po x 48 po) dans la trajectoire de l'épandeur.
2. Faire avancer l'épandeur sur les membranes de plastique à vitesse normale.
3. Ramasser les membranes et les peser. Calculer la moyenne.
4. Utiliser le tableau de la page suivante pour déterminer le taux d'application en t. imp./acre.



## RÉGLAGE DES ÉPANDEURS DE FUMIER

FUMIER SOLIDE — Réglage à l'aide d'une membrane de 40 po x 48 po (sac de moulée ouvert)		FUMIER LIQUIDE Réglage à l'aide d'un seau à parois verticales	
FUMIER PAR MEMBRANE en lb (kg)	TAUX D'APPLICATION en t. imp./ac (t./ha)	PROFONDEUR DE FUMIER DANS LE SEAU en po (cm)	TAUX D'APPLICATION en gal/ac (L/ha)
1 (0,45)	1,6 (3,6)	1/10 (0,25)	2 250 (25 200)
2 (0,91)	3,2 (7,2)	1/8 (0,3)	3 000 (33 600)
3 (1,4)	4,8 (10,7)	– –	5 500 (616 000)
4 (1,8)	6,4 (14,3)	3/8 (0,9)	8 500 (952 000)
5 (2,3)	8,0 (17,9)	– –	11 250 (126 000)
7 (3,2)	11,2 (25)	5/8 (1,6)	14 000 (156 000)
10 (4,5)	16 (35,9)	– –	17 000 (190 400)
15 (6,7)	24 (53,8)	1 (2,5)	22 500 (252 000)

Dans le cas du fumier liquide, une autre méthode consiste à peser le fumier et à appliquer la méthode des membranes de plastique utilisée habituellement pour le fumier solide. Si l'on utilise un contenant à parois verticales, mesurer le diamètre intérieur au haut du contenant. La surface est égale au produit de 3,1417 par le rayon au carré. On prend pour acquis que un gallon de fumier liquide a un poids de 10 lb.

TYPE DE FUMIER	POIDS en lb/pi <sup>3</sup>	POIDS en lb/boisseau
LIQUIDE	62,4	80
SEMI-LIQUIDE	60	76
FUMIER SOLIDE ÉPAIS	50	64
FUMIER SOLIDE LÉGER	20–35	26–45

1 boisseau = approx. 1,25 pi<sup>3</sup>

Pour plus d'information, voir la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario n° 01-078, *Réglage du matériel d'épandage de lisier*. On y trouve les équations servant à déterminer la vitesse de déplacement au sol en fonction du taux d'application nécessaire, de la largeur de la bande traitée et du temps nécessaire pour vider un chargement.

À noter que la capacité des citernes à fumier est exprimée en gallons US. Toutefois, à moins d'indication contraire, on fait référence dans ce fascicule à des gallons imp. (anglais). Pour convertir des gal. imp. en gal. US, on multiplie par 1,2.

## ENTRETIEN DE LA MACHINERIE

À l'exception des tracteurs, le matériel agricole et les outils aratoires sont pour la plupart utilisés intensément, mais sur une courte période. Le matériel d'épandage du fumier ne fait pas exception à cette règle. Il doit donc être prêt et en bon état au moment voulu.

L'entretien préventif est indispensable pour réduire les risques de pannes et les défaillances graves de nature à causer des blessures corporelles ou des dommages à l'environnement. On trouvera ci-dessous les points à vérifier au moment de préparer le matériel d'épandage de fumier en vue de son entreposage, de manière à s'assurer qu'il sera en bon état à la prochaine utilisation. Nettoyer le matériel le plus tôt possible après l'épandage (dans les heures qui suivent) pour éviter que le fumier n'y sèche et ne complique le nettoyage. S'il s'agit de fumier liquide, il faut aussi éviter que sa forte teneur en sels ne fasse rouiller le métal.

### Pompes

- ✓ les faire fonctionner avec de l'eau claire, puis les purger complètement pour éviter tout bris qui pourrait être occasionné par le gel;
- ✓ huiler les pièces de métal pour les protéger de la rouille;
- ✓ desserrer les courroies en V pour réduire la tension (pompes entraînées par courroie).

### Moteurs électriques

- ✓ lubrifier les coussinets;
- ✓ couvrir le moteur pour le protéger de la poussière et de l'humidité;
- ✓ verrouiller la boîte de commande.

### Moteurs à combustion

- ✓ faire la vidange et le changement d'huile quand le moteur n'est pas utilisé;
- ✓ retirer les bougies d'allumage et placer de l'huile propre dans les cavités des bougies, faire tourner le moteur et remettre les bougies en place;
- ✓ vidanger le système de refroidissement;
- ✓ vider tout le carburant se trouvant dans le moteur et le réservoir;
- ✓ lubrifier toutes les pièces mobiles;
- ✓ enlever la batterie.

### Pipelines

- ✓ les rincer à l'eau claire et évacuer l'effluent dans la structure d'entreposage du fumier ou des eaux de ruissellement OU récupérer les eaux de lavage et les épandre sur les terres;
- ✓ **faire preuve d'une grande prudence pendant l'utilisation d'un système à air comprimé, car l'air comprimé peut faire éclater la canalisation ou la déplacer rapidement; la formation de l'opérateur et l'utilisation de l'équipement approprié sont absolument nécessaires;**
- ✓ rechercher les fuites et les réparer, et vérifier si les réparations sont bien faites;
- ✓ garder les vannes ouvertes;
- ✓ nettoyer tous les raccords;
- ✓ ranger les unités portatives dans un endroit propre et sec.



Rincer les pipelines à l'eau claire et évacuer l'effluent dans la structure d'entreposage du fumier ou des eaux de ruissellement.



Nettoyer toutes les buses et tous les raccords.



Sur certaines citernes, un système de lavage est installé au point d'admission, ce qui prolonge la durée de l'équipement et réduit le risque d'accumulation des gaz létaux.

### Boyaux

- ✓ les rincer avec de l'eau propre pour prévenir l'encroûtement;
- ✓ les enrouler autour de tambours ou de dévidoirs remisés dans un endroit couvert.

### Réservoirs

- ✓ rincer les réservoirs de citernes et les pompes avec de l'eau propre;
- ✓ vidanger les réservoirs et purger les boyaux;
- ✓ lubrifier les roues et toutes les pièces mobiles;
- ✓ **ne jamais pénétrer dans une citerne à moins d'avoir suivi toutes les consignes de sécurité d'usage;**
- ✓ prévenir le déversement de fumier liquide sur les routes au moment du démarrage (depuis la structure d'entreposage ou un arrêt) au moyen d'un tube ou « cheminée » qui prolonge l'ouverture de chargement;
- ✓ vérifier que l'écran de sécurité de la prise de force recouvre les arbres de la prise de force.

*Nota :* Bon nombre de producteurs utilisent des manoccontacts de pression d'huile et des jauges de température de l'eau qui coupent automatiquement l'alimentation électrique de la pompe si une baisse de pression d'huile ou une élévation de la température de l'eau est détectée. Ces dispositifs sont souvent accompagnés d'un système télécommandé d'arrêt automatique du moteur.



Utiliser la trappe (ou plateau) de vidange dont sont dotées certaines citernes près du fond du réservoir pour faciliter l'évacuation de gaz dangereux.

## PLANIFICATION DES ÉPANDAGES ET DES TRAJECTOIRES

Que ce soit pour vidanger la fosse ou pour répondre aux besoins des cultures, le producteur se voit souvent contraint d'épandre le fumier à un moment où le sol est vulnérable au compactage.

Voici une série de mesures destinées à contrer le compactage du sol :

- ▶ augmenter la capacité d'entreposage du fumier afin de pouvoir mieux planifier les épandages;
- ▶ modifier les pratiques culturales et de travail du sol de manière à ce que les épandages puissent se pratiquer sur une période plus longue, pour ne plus avoir à épandre le volume total d'un seul coup (p. ex. au printemps);
- ▶ doter le matériel agricole de pneus à portance élevée;
- ▶ modifier la trajectoire, le sens de déplacement et la fréquence de passage de la machinerie ou aménager des lignes de roulement pour réduire le compactage au minimum;
- ▶ réduire le poids par essieu à moins de 10 tonnes imp. et augmenter le nombre d'essieux et de pneus;
- ▶ savoir que la rotation des cultures et le travail réduit du sol atténuent plus efficacement le compactage du sol que le travail du sol en profondeur.



Réduire le nombre de passages en modifiant le matériel d'épandage ou d'incorporation.

## SÉCURITÉ

Les méthodes d'exploitation axées sur la sécurité sont le meilleur moyen de prévenir les accidents qui se produisent sur les fermes pendant la manutention du fumier.

- ✓ Interdire aux humains, aux animaux de compagnie et aux animaux d'élevage l'accès aux lieux clos et aux aires servant à l'entreposage de fumier liquide, par des entrées verrouillées et par des écriteaux.
- ✓ Veiller à ce que les systèmes de ventilation des aires d'entreposage fonctionnent ou soient fonctionnels.
- ✓ Ne jamais remplir à ras bord un réservoir ou une structure d'entreposage.
- ✓ Évacuer le bétail des installations d'élevage avant d'agiter le fumier ou de faire la vidange de la structure quand celle-ci est située à même le bâtiment d'élevage.
- ✓ Se méfier de toutes les pièces mobiles comme la prise de force du tracteur, les arbres et les rotors.
- ✓ Manipuler avec soin le matériel servant au transfert, car de fortes pressions peuvent s'accumuler dans les boyaux et la canalisation.
- ✓ Poser des écriteaux sur tous les véhicules et le matériel qui circulent sur la voie publique.
- ✓ Vérifier l'état des freins si le matériel doit négocier des pentes.
- ✓ Élaborer des plans d'urgence et les afficher.
- ✓ Former tous les membres de la famille et du personnel.



**Renseigner tous les membres de la famille ainsi que le personnel sur les dangers propres à la ferme et ceux qui sont liés au fumier.**

## PGO POUR L'ÉPANDAGE — VUE D'ENSEMBLE

L'épandage de fumier comporte son lot d'incertitudes. Pour tirer le meilleur parti possible des éléments nutritifs que renferme le fumier (et par le fait même maximiser les profits et réduire au minimum les répercussions environnementales), il faut se doter d'un système qui tienne compte des caractéristiques uniques du fumier.

La difficulté à tirer pleinement parti du fumier vient en partie du fait que le moment le plus propice à l'échantillonnage est celui où le fumier est agité avant d'être épandu sur les terres. Par conséquent, la valeur du fumier n'est connue qu'une fois celui-ci épandu. Et puis, même avec le meilleur réglage, les taux réels d'application du fumier varient toujours un peu.

Voici des suggestions destinées à surmonter ces obstacles :

1. Déterminer quels champs peuvent profiter le plus des épandages de fumier. Ce sont en général les champs dont les sols sont les plus pauvres en P et en K et où poussent les cultures exigeant le plus de N.
2. À partir d'analyses passées ou des valeurs trouvées dans les tableaux, déterminer les concentrations moyennes d'éléments nutritifs dans le fumier.
3. Viser un taux d'application qui comblera  $\frac{2}{3}$ - $\frac{3}{4}$  des besoins en azote de la culture, en tenant compte des teneurs estimatives en éléments nutritifs.
4. Régler le matériel d'épandage.
5. Au moment de la vidange de la structure d'entreposage et après en avoir agité le contenu, recueillir des échantillons de fumier. Si le fumier est épandu sur plus d'un champ, recueillir des échantillons distincts pour chacun.
6. Consigner le taux d'application réel pour chaque champ.
7. Faire analyser les échantillons de fumier.
8. À partir des valeurs d'analyse du fumier et à partir du taux d'application, calculer la quantité réelle d'éléments nutritifs épandue sur chaque champ.
9. Déterminer la quantité éventuelle d'engrais nécessaire pour combler les besoins des cultures en mesurant l'écart entre l'apport d'éléments nutritifs et les prélèvements par la culture. Appliquer au besoin cet engrais en bandes latérales ou en couverture.

## CULTURES

### CONSEILS POUR L'ÉPANDAGE DE FUMIER APRÈS LA RÉCOLTE DE CÉRÉALES

Si des céréales de printemps et d'automne sont inscrites dans la rotation, ce qui est souvent le cas quand le producteur planifie sa gestion des éléments nutritifs, ce dernier a alors la possibilité d'épandre le fumier après la récolte des céréales, soit au moment où il a plus de temps et où les risques de compactage du sol sont les plus faibles.

Que le fumier provienne d'une structure d'entreposage située sur la ferme ou qu'il soit épandu aux termes d'une convention d'épandage, le producteur devrait toujours l'épandre à cette période de l'année en veillant à ce qu'il soit le plus profitable aux cultures et en tâchant de réduire au minimum les risques pour l'environnement et les odeurs.

Cette période est celle qui présente les risques les plus élevés de pertes d'azote. Sur les sols sensibles aux pertes d'azote, on peut soit installer une culture de couverture ou repousser l'épandage à plus tard dans l'année. Ces consignes sont particulièrement indiquées lorsque le fumier est riche en ammonium comme c'est le cas des fumiers de porcs et de volaille.

#### Travail préalable du sol

Toujours travailler les sols au préalable si du fumier liquide doit être épandu sur des sols archi-secs qui sont fissurés. Un léger travail du sol à l'aide de disques favorise l'infiltration dans le sol en plus de réduire le risque de voir le fumier s'écouler le long des infractuosités du sol pour gagner les tuyaux de drainage souterrains et les sources d'eau souterraines. Le travail préalable du sol réduit aussi les odeurs qui se dégagent ainsi que les pertes d'azote, quoique pas autant que l'incorporation au sol après l'épandage.

Quand les doses dépassent 5000 gal/ac sur un sol loameux situé sur un terrain ayant une pente modérée ou sur un sol argileux ou un loam argileux situé sur un terrain ayant une faible pente, le travail préalable du sol est fortement recommandé.

#### Incorporation au sol dans les 24 heures

Quand le fumier est épandu peu après la récolte de blé ou de céréales de printemps, les températures sont habituellement douces et les précipitations faibles. Les pertes par volatilisation peuvent alors être élevées si le fumier n'est pas incorporé au sol dans les 24 à 48 heures qui suivent l'épandage.

Lorsque le fumier est incorporé au sol, la quantité d'azote résiduel biodisponible pour la culture printanière suivante correspond à près de 50 % de la teneur de l'échantillon en azote total.

Toujours travailler les sols au préalable si du fumier liquide doit être épandu sur des sols archi-secs qui sont fissurés.



Réduire les pertes par volatilisation en procédant à l'incorporation aussitôt que l'épandage est terminé.

## Semer des plantes de couverture pour réduire les pertes d'éléments nutritifs

Si certaines cultures de couverture fixent l'azote, bon nombre ont besoin d'azote pour pousser. Les cultures herbacées (comme le seigle) et celles qui appartiennent au genre *Brassica* (comme le radis oléagineux) et qui sont utilisées comme couvre-sol sont excellentes pour capter l'azote non assimilé par la culture principale ou provenant des épandages de fumier.

Les cultures de couverture qui assimilent l'azote peuvent contribuer à réduire les pertes d'azote par lessivage. Leur présence réduit les risques de déplacement des nitrates vers les aquifères superficiels. Quand la culture de couverture meurt, les éléments nutritifs contenus dans les tissus végétaux sont retournés au sol et peuvent servir à la culture suivante.

- ▶ **Les cultures (autres que des légumineuses) utilisées comme engrais verts** (radis oléagineux) peuvent servir de « cultures dérobées » qu'on sème après la récolte pour absorber l'azote inorganique résiduel et minimiser ainsi les pertes.
- ▶ **Le seigle d'automne** croît en tout temps pourvu que la température reste au-dessus du point de congélation. Il absorbe jusqu'à 60 lb d'azote soluble à la fin de l'automne et au début du printemps.
- ▶ **Le ray-grass annuel**, même s'il n'est pas aussi résistant que le seigle, est un excellent capteur d'azote s'il est semé avant le 15 septembre.
- ▶ **L'avoine** semée en août « captera » l'azote à l'automne, puis sera détruite par l'hiver, laissant un résidu facile à travailler le printemps suivant.
- ▶ **Les légumineuses employées comme engrais verts (trèfle rouge)** peuvent absorber l'azote inorganique résiduel ou fixer l'azote :
  - ▷ si elles sont semées au début du printemps;
  - ▷ mais leur croissance peut varier en fonction de la densité du peuplement de céréales et du taux d'humidité pendant l'été.
- ▶ **Faire un sursemis d'une culture dérobée dans une culture légumière** avant la récolte aide à garder le sol couvert en permanence par des végétaux sur pied et, par conséquent, à conserver encore plus l'azote.
- ▶ Les terres qui ont cessé de produire durant l'été peuvent être en partie ensemencées d'une culture de saison chaude (**herbe du Soudan ou sarrasin**, par exemple); comme le sarrasin assimile peu d'éléments nutritifs, l'herbe du Soudan est peut-être la culture à privilégier dans les sols véritablement riches.

Il a été démontré que les cultures dérobées réduisent les pertes d'azote lorsque les épandages d'engrais minéraux ou de fumier se font à des taux normaux (90–110 kg de N/ha). Des recherches montrent que les cultures de couverture intercalées entre deux cultures principales peuvent réduire jusqu'à 60 % le lessivage d'azote par comparaison aux sols qui sont travaillés suivant la méthode traditionnelle en août-septembre.

L'incorporation d'une culture de couverture influence la minéralisation de l'azote, surtout durant la saison de croissance suivant l'incorporation, lorsque environ 20–30 % de l'azote provenant de la culture de couverture est libéré. Au printemps, après l'incorporation au sol de la culture de couverture, un début de minéralisation de l'azote est nécessaire pour compenser l'appauvrissement du sol en azote dû à l'assimilation de celui-ci par la culture de couverture.



Les cultures de couverture semées à la fin de l'été capteront l'azote libéré par le fumier épandu.

## ÉPANDAGE DE FUMIER SUR LES FOURRAGES



Les champs destinés à la culture fourragère ont besoin d'un niveau de fertilité élevé et, par conséquent, du maintien de teneurs élevées en éléments nutritifs. Les éléments nutritifs contenus dans le fumier font tout autant l'affaire que ceux qui proviennent d'engrais chimiques. Ils présentent de plus l'avantage d'être moins coûteux. Voici un aperçu des possibilités qui s'offrent pour l'épandage du fumier en termes de champs se prêtant aux épandages et de moments propices à ceux-ci.

**Commencer par épandre le fumier sur les peuplements les plus vieux ou ceux qui renferment la plus forte proportion de graminées.**

### PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES (PGO) RELATIVES AUX ÉPANDAGES DE FUMIER SUR DES CULTURES FOURRAGÈRES

PGO	PRÉCISIONS
FAIRE ANALYSER LE FUMIER	<p>Une analyse du fumier révélant sa teneur en azote ammoniacal aide à déterminer le meilleur taux d'application :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la teneur du fumier en azote ammoniacal varie selon le type d'élevage et d'une ferme à l'autre;</li> <li>• l'épandage d'un fumier renfermant trop d'azote ammoniacal risque de brûler la repousse;</li> <li>• à défaut de pouvoir compter sur une analyse du fumier, on peut normalement employer un taux de 4000 gallons sans danger pour un peuplement de luzerne (à l'exception du fumier de volaille liquide et d'un fumier liquide de porcs de finition hautement concentré);</li> <li>• comme la teneur en <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> du fumier solide est relativement faible, il n'y a pas à craindre les brûlures par l'azote des repousses (sauf avec des taux élevés de fumier de volaille).</li> </ul>
ÉPANDRE LE FUMIER AU MOMENT DE L'ÉTABLISSEMENT D'UN PEUPEMENT FOURRAGER	<p>On peut épandre du fumier à des taux relativement élevés avant de semer une nouvelle culture fourragère, pourvu qu'on prenne les précautions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• épandre et incorporer le fumier au moins 5 jours avant les semis;</li> <li>• se méfier du fumier renfermant de fortes concentrations d'azote et/ou de sels, car il peut endommager gravement les racines des plantules et réduire du même coût la densité de peuplement;</li> <li>• savoir que l'utilisation du fumier avant les semis risque de soumettre les plantules à une concurrence accrue par les mauvaises herbes.</li> </ul>
ÉPANDRE LE FUMIER EN PREMIER SUR LES PRAIRIES DE FAUCHE DE GRAMINÉES	<p>Commencer par épandre le fumier sur les peuplements les plus vieux ou ceux qui renferment la plus forte proportion de graminées est un bon moyen de s'assurer que ceux-ci auront les apports d'azote et de potasse dont ils ont besoin.</p>
FAIRE L'ÉPANDAGE TOUT DE SUITE APRÈS LA RÉCOLTE	<p>Faire l'épandage avant l'apparition d'une repousse pour éviter que le fumier n'entre en contact avec elle et ne la brûle.</p>
ÉPANDRE LE FUMIER SUR LES FOURRAGES DURANT L'ÉTÉ	<p>Les jours chauds et ensoleillés, épandre le fumier à la fin de l'après-midi ou en début de soirée afin de réduire au minimum les pertes d'azote et les risques de brûlure par l'azote. De 12 à 18 heures sans exposition directe aux rayons du soleil et une rosée réduisent les pertes par volatilisation.</p> <p>S'il n'y a pas d'écoulement d'eau dans les tuyaux de drainage, un taux d'application inférieur à 4000 gal/ac aide à prévenir l'écoulement préférentiel (déplacement par les macropores) vers les tuyaux de drainage.</p>
SURVEILLER LA PLUIE	<p>Une pluie faible (10–12 mm) aide à incorporer l'azote provenant du fumier. Une pluie érosive augmente les risques de contamination des eaux de surface. Comme le fumier épandu sur les cultures fourragères ne l'est qu'en surface, sans incorporation, l'odeur peut constituer un problème, surtout s'il y a des voisins à proximité.</p>

PGO	PRÉCISIONS
ÉVITER D'ÉPANDRE DU FUMIER LORSQUE LES SOLS SONT DÉTREMÉS	Les roues des véhicules lourds risquent d'endommager les collets des plantes et de provoquer le compactage du sol, d'où l'intérêt de faire l'épandage sur les peuplements plus vieux. L'utilisation du système d'irrigation pour épandre le fumier très liquide (< 1 % de matières sèches) endommage moins les collets. L'avantage que représentent les eaux de lavage pour les rendements fourragers peut provenir autant de l'eau que des éléments nutritifs.
MODIFIER LE MATÉRIEL D'ÉPANDAGE	Il est difficile d'épandre le fumier uniformément. L'uniformité des épandages est difficile à réaliser sans modification des applicateurs, surtout à des taux inférieurs à 3000 gal/ac, car le tracteur doit alors se déplacer très rapidement.
SURVEILLER LA FORMATION DE MOTTES	Si du fumier solide est épandu sur des cultures fourragères, renforcer la vigilance : <ul style="list-style-type: none"> <li>• la plupart du temps, l'épandage n'est pas suffisamment uniforme;</li> <li>• quand il se forme des mottes de fumier, on peut craindre une réduction considérable de la densité de peuplement.</li> </ul>
ÉVITER D'ÉPANDRE SUR DU FOIN DESTINÉ À L'ENSILAGE EN BALLES RONDES	Prendre des précautions si le fumier est épandu sur des fourrages qui seront emballés en balles de foin long : <ul style="list-style-type: none"> <li>• dans certains cas, lorsque le fumier est épandu sur la repousse, les bactéries que renferme le fumier nuisent à la fermentation, ce qui peut causer des problèmes dans l'ensilage (zones gâtées).</li> </ul>
SURVEILLER LES MALADIES TRANSMISES PAR LE FUMIER	Si l'on n'a pas eu à craindre jusqu'ici la transmission aux fourrages de maladies provenant du fumier, la question n'en est pas moins soulevée périodiquement : <ul style="list-style-type: none"> <li>• si une maladie est préoccupante, consulter un vétérinaire pour en connaître les modes de transmission;</li> <li>• si la maladie est transmissible par le fumier, voir combien de temps l'organisme pathogène peut survivre dans le sol sous des conditions météorologiques normales.</li> </ul>
NE PAS ÉPANDRE DE BIOSOLIDES SUR DES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES	Les biosolides, en particulier les boues d'épuration, ne renferment presque pas de potasse. Les cultures fourragères ont de grands besoins en azote et en potasse. Comme la nature veut que les légumineuses produisent de l'azote, les légumineuses fourragères ne constituent pas des cibles de choix sur le plan économique pour l'assimilation de l'azote provenant du fumier et des biosolides. Le fumier d'élevage remplace très bien les préparations commerciales de potasse. Les biosolides quant à eux ne constituent pas une bonne source de potasse pour répondre aux besoins des cultures.
SURVEILLER LES CONCENTRATIONS DE POTASSIUM (K) POUR LES VACHES TARIÉS	Précaution : Des concentrations élevées de potasse dans le sol et dans le fumier peuvent conduire à des concentrations élevées de potassium (K) dans les fourrages, ce qui peut occasionner la fièvre de lait (parésie post-partum) chez les vaches laitières; <ul style="list-style-type: none"> <li>• les solutions de rechange aux fourrages riches en K comprennent les fourrages renfermant peu de K qui proviennent d'autres sources que la ferme et/ou leur mélange avec des fourrages renfermant peu de K comme le maïs d'ensilage ou l'équilibrage des anions et des cations.</li> </ul>
RÉDUIRE LES ÉPANDAGES D'ENGRAIS	Si l'on épand du fumier sur des cultures fourragères, réduire les apports d'engrais chimique (surtout de potasse) pour compenser l'apport d'éléments nutritifs provenant du fumier.
SURVEILLER LES CONCENTRATIONS DE CUIVRE	Précaution : Ne jamais épandre sur des pâturages de moutons des fumiers renfermant de fortes concentrations de cuivre (c.-à-d. provenant de fermes administrant aux porcs des rations riches en cuivre et/ou des solutions utilisées dans les pédiluves pour bovins renfermant du sulfate de cuivre). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les moutons ont des besoins en cuivre faibles, et la quantité qu'ils tolèrent correspond presque à la quantité dont ils ont besoin.</li> <li>• Un fumier renfermant 5 ppm de cuivre épandu au taux d'application de 5000 gal pourrait tuer des moutons.</li> <li>• Tout fumier épandu sur des pâturages à moutons devrait être analysé.</li> </ul>



La circulation des citernes risque d'endommager les collets de la luzerne et de provoquer le compactage du sol.



Des concentrations élevées de potasse dans le sol et dans le fumier peuvent conduire à des concentrations élevées de potassium (K) dans les fourrages, ce qui peut occasionner des troubles de la reproduction chez les vaches laitières.

## SEMIS DIRECT ET ÉPANDAGE DE FUMIER : LA CLÉ DE LA RÉUSSITE

Les éleveurs, surtout ceux qui gèrent un système sur fumier solide, y pensent deux fois avant d'adopter le semis direct. Ceux qui pratiquent le semis direct doivent modifier leurs pratiques de travail du sol et d'épandage afin de garantir le succès de l'opération. La gestion du fumier nécessite toujours une planification rigoureuse qui tienne compte des cultures comprises dans la rotation et cela est d'autant plus vrai quand il s'agit de semis direct.

Voici un aperçu des façons de procéder qui ont soulevé le plus d'enthousiasme à ce jour :

### Épandage du fumier sur des champs de blé après la récolte, suivi d'un travail du sol superficiel

- ▶ cette technique assure une décomposition plus rapide des résidus de blé et atténue les risques d'interférence allélopathique pour le semis de maïs tout en dérangeant le sol au minimum et en réduisant le risque de compactage du sol;
- ▶ cette technique fait un bon usage des éléments nutritifs du fumier, surtout si elle se double d'une culture de couverture d'automne;
- ▶ sur les sols sableux vulnérables au lessivage, les taux d'application devraient être fonction de la quantité et du type d'azote épandu;
- ▶ dans la plupart des cas, le fumier solide qui renferme un pourcentage plus élevé d'azote organique comportera moins de risques de pertes par lessivage;

### Utilisation du fumier liquide sur des cultures fourragères

- ▶ même si cette façon de procéder ne constitue pas l'utilisation la plus économique de l'azote compris dans le fumier, la luzerne utilise quand même le phosphore et le potassium compris dans le fumier.

### Épandage en bandes latérales avec injection de fumier liquide dans une culture de maïs sur pied

- ▶ le fumier est épandu au moment où la culture a le plus besoin d'éléments nutritifs et à un moment où, souvent, le risque de compactage du sol est plus faible qu'au moment des semis;
- ▶ le principal inconvénient tient au temps que l'opération demande et au risque accru de réduction du peuplement;
- ▶ certaines applications en bandes latérales peuvent être réalisées par l'irrigation du fumier dans une culture de maïs sur pied;
  - ▷ l'inconvénient réside dans le risque accru de perte d'azote par volatilisation quand le temps est doux;
  - ▷ le producteur expose aussi sa culture à un risque accru de brûlure par l'azote s'il épand du fumier concentré, surtout s'il le fait au moment le plus chaud de la journée.

La gestion du fumier dans un système de semis direct doit être bien planifiée de manière à ce que le sol soit dérangé le moins possible.



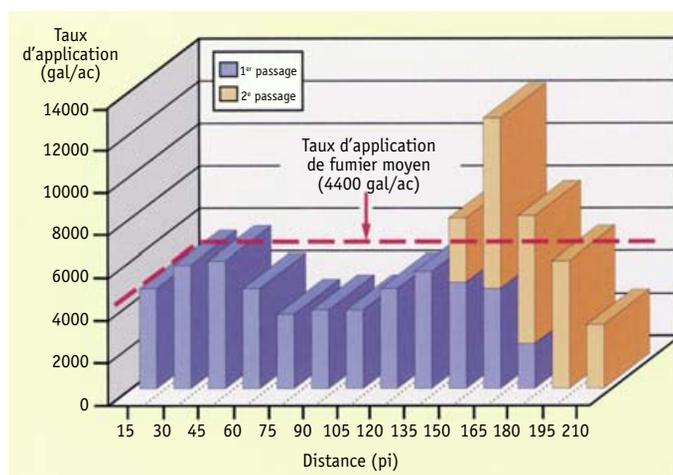
Le fumier peut être épandu par aspersion en bandes latérales dans une culture en rang sur pied, puis incorporé au sol au moment du passage de l'extirpateur destiné à arracher les mauvaises herbes.

## UNIFORMITÉ DES ÉPANDAGES DE FUMIER

L'utilisation du fumier amène une réduction des coûts des engrais, le défi étant de faire un épandage uniforme. On verra ici quelques facteurs qui peuvent aider à obtenir des taux d'application plus uniformes avec un volume qui convient aux besoins des cultures.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, afin d'optimiser les bienfaits des épandages de fumier sur les terres agricoles, il faut que le fumier soit épandu uniformément et à une densité convenable. Les taux d'application variables dans un même champ peuvent amener des variations dans le rendement de la culture.

La quantité de fumier qu'un champ devrait recevoir dépend du niveau de fertilité du sol, des besoins en nutriments de la culture et de la valeur des éléments nutritifs que le fumier contient. Ces dernières années, des mesures ont été faites des taux d'application utilisés dans la plupart des systèmes. Or, ces mesures indiquent que **la plupart des producteurs sous-estiment la quantité qu'ils épandent**. Il n'est pas rare qu'en voulant épandre 8 000 gal/ac, ils laissent en fin de compte plus de 20 000 gal/ac sur le champ. De tels écarts sont non seulement antiéconomiques, mais ils peuvent aussi être nuisibles pour l'environnement.



Ce graphique illustre la variabilité qui peut résulter de l'utilisation d'une lance d'irrigation quand on n'a pas tenu compte du chevauchement. Dans cet exemple, le taux d'application moyen est d'environ 4 400 gal/ac, la fourchette allant de 2 000 à 13 000 gal/ac.

## CONSEILS POUR AMÉLIORER L'UNIFORMITÉ

Les épandeurs de **fumier solide** varient considérablement. Il reste qu'une fois le schéma de répartition établi, celui-ci est relativement constant.

La consistance du fumier influence beaucoup sa répartition. Un fumier dur, tassé serré sort souvent intact des hérissons, laissant de grosses mottes (habituellement de moins de 4,5 kg ou 10 lb) et donnant une répartition impossible à prévoir.

Dans le cas des épandeurs à **déchargement par l'arrière**, les zones situées derrière l'épandeur reçoivent en général 2-3 fois plus de fumier que celles qui sont situées de part et d'autre de celui-ci.

Dans le cas des épandeurs à **déchargement latéral**, la densité de l'application décroît avec l'augmentation de la distance de l'épandeur.



Un fumier dur, tassé serré sort souvent intact des hérissons, laissant de grosses mottes et donnant une répartition inégale.

Pour améliorer l'uniformité d'application du fumier solide :

- ▶ charger le fumier uniformément dans l'épandeur;
- ▶ déterminer la largeur de la bande épandue et le chevauchement nécessaire;
- ▶ incorporer le fumier selon un angle droit ou autre par rapport à la trajectoire;
- ▶ déterminer la différence de débit entre le début et la fin du chargement et modifier la vitesse en conséquence.

On épand le **fumier liquide** au moyen de citernes et de systèmes d'irrigation. La vitesse et la direction du vent ont souvent une influence sur l'épandage. Celui-ci est aussi influencé par la consistance du fumier. Des variations apparemment aléatoires sont souvent attribuables à des changements dans l'épaisseur du fumier. Ces variations sont difficiles à corriger.

**L'utilisation de lances d'irrigation à trajectoire haute est interdite en Ontario en vertu de la Loi sur la gestion des éléments nutritifs. Toutefois, elles peuvent encore servir à appliquer des matières liquides très diluées (renfermant moins de 1 % de matières sèches), comme les eaux de ruissellement provenant des aires d'exercice d'animaux d'élevage.**

Les systèmes d'irrigation couvrent de vastes superficies en relativement peu de temps. Ces systèmes sont ceux qui créent le plus de problèmes de manque d'uniformité des épandages.

Voici les facteurs qui influencent l'uniformité d'application du fumier liquide :

- ▶ d'après les résultats de récents tests d'uniformité, le volume de fumier épandu lorsque la citerne est remplie aux trois quarts ou remplie au quart n'est pas différent de ce qu'il est quand le fumier est pompé afin d'être épandu depuis une hauteur de 2,4 m (8 pi);
- ▶ la vitesse du tracteur modifie le taux d'application; par exemple, on a noté une variation de 60 % dans le taux d'application simplement en passant de 5 à 2 milles par heure (4300–7500 gal/ac);
- ▶ la superficie couverte n'est pas la même des deux côtés de la lance d'irrigation;
- ▶ le jet rétrécit quand le dévidoir est enroulé plutôt que déroulé;
  - ▷ la cause étant la friction et la contraction qui freinent l'écoulement du fumier dans un boyau enroulé;
  - ▷ la vitesse s'accroît quand le dévidoir s'enroule.



**Pour améliorer l'uniformité d'application avec un épandeur à déchargement latéral, déterminer le chevauchement nécessaire et ajuster en conséquence la distance entre les bandes recevant le fumier.**

Certains systèmes d'irrigation viennent avec un compensateur qui, la plupart du temps, ne fonctionne pas. Un compensateur peut modifier la vitesse du moteur de manière à la rendre constante durant tout le passage.



Un débitmètre, dispositif fixé à la partie rigide du boyau près de la structure d'entreposage du fumier, aide à mesurer le taux de pompage et la vitesse d'écoulement.



#### PGO VISANT LA TECHNOLOGIE D'ÉPANDAGE À TAUX VARIABLE

Quand les sols sont échantillonnés par des méthodes d'agriculture de précision (GPS), les différences de fertilité dans les champs sont souvent évidentes, surtout dans les champs qui ont été agrandis. Les champs les plus proches des bâtiments d'élevage affichent souvent une fertilité excessive.



On modifie maintenant le matériel d'épandage de manière à permettre les applications à taux variables. On utilise des débitmètres, des appareils GPS, des cartes, etc. Toutefois, pour la ferme moyenne, ces dépenses demeurent exorbitantes et difficiles à adapter au matériel existant.

## MÉTHODES D'INCORPORATION

**Travail du sol préalable à l'injection** — un travail du sol préalable pour réduire les risques d'écoulement dans les tuyaux de drainage souterrains a aussi pour effet d'ameublir le sol et d'assurer un contact plus étroit entre celui-ci et le fumier.

**Travail superficiel du sol** — quelles que soient les conditions de sol et la couche de résidus, le passage des disques, de cultivateurs et de herse légères suffit la plupart du temps à bien incorporer le fumier.



**Systèmes à passage unique** — pour l'application de fumier liquide :

- ▶ les systèmes d'injection avec outils de travail du sol ou
- ▶ les techniques d'épandage à la volée au moyen de citernes ou de dispositifs montés sur le tracteur avec disques ou couteaux incorporés sont considérés comme étant supérieurs aux systèmes à deux passages étant donné qu'ils mélangent les matières avec la terre arable au fur et à mesure de leur épandage.

**Un épandage à la volée à l'aide d'une citerne dotée de disques est un exemple d'un système à un seul passage qui réduit les pertes de fumier.**

## APPLICATION SUR DES TERRES DOTÉES D'UN RÉSEAU DE DRAINAGE SOUTERRAIN

Quand du fumier ou d'autres matières prescrites liquides sont épandus sur des terres dotées d'un réseau de drainage souterrain, il faut surveiller les sorties de drainage à la recherche d'indices visibles de contamination. Au moment de l'installation de nouveaux tuyaux de drainage, on devrait prévoir une façon de surveiller le réseau et faire en sorte que des interventions soient possibles pour endiguer d'éventuelles contaminations.

Il est souvent impossible de surveiller les sorties de drainage. Il faut alors évaluer le champ avant l'épandage afin de déterminer s'il existe de grosses crevasses ou d'autres voies d'écoulement préférentiel vers les tuyaux souterrains. Si ces voies d'écoulement existent, voici les possibilités qui s'offrent :

- ▶ Faire un travail préalable du sol (p. ex. au moyen d'un cultivateur ou d'un pulvérisateur tandem) dans les 7 jours qui précèdent l'épandage.
- ▶ Réduire le taux d'application à moins de 40 m<sup>3</sup>/ha (< 3600 gal/ac ou 4300 gal US/ac).
- ▶ Faire l'épandage à condition que :
  - ▷ il n'y ait pas d'eau qui s'écoule dans les tuyaux de drainage;
  - ▷ les tuyaux de drainage soient bloqués;
  - ▷ l'effluent du réseau de drainage soit évacué vers un bassin de retenue ou qu'il soit surveillé et qu'on cesse l'application dès qu'on note un changement dans sa couleur;
  - ▷ un chargement ait été épandu au taux souhaité sur une section de champ représentative des superficies drainées et qu'on ait surveillé l'effluent à la sortie de drainage.



**Il faut surveiller les sorties de drainage afin de pouvoir se rendre compte rapidement de la présence d'effluents contaminés.**

### Guide de surveillance des sorties de drainage :

Surveiller un changement de couleur de l'effluent par rapport à la couleur qu'il avait avant l'épandage.

Voici la fréquence à laquelle doivent se faire ces vérifications :

- ▶ 10–20 minutes après le début de l'épandage;
- ▶ une fois par heure si le taux est supérieur à 20 000 gal/h (24 000 gal US/h);
- ▶ une fois par tranche de 20 000 gallons épandus si le taux d'application est moins grand.

Il est conseillé d'utiliser des appareils de surveillance automatique.

Cesser immédiatement l'application dès qu'un changement de couleur est observé. Mettre en œuvre le plan d'urgence (pour plus d'information sur la planification d'urgence, voir le dernier chapitre).



L'utilisation de lances d'irrigation à trajectoire basse est un autre moyen de réduire les odeurs et la dérive du fumier.



Planter des arbres servant de brise-vent pour freiner la dispersion des odeurs engendrées par les épandages.

## ANALYSES ÉCONOMIQUES

### ASPECTS ÉCONOMIQUES DES MÉTHODES D'ÉPANDAGE

La manutention du fumier représente un coût associé aux activités d'élevage de la ferme. Plusieurs autres coûts s'ajoutent à celui-ci, notamment :

- ▶ les coûts d'acquisition et d'entretien du matériel;
- ▶ les coûts d'application sur les champs; et
- ▶ les responsabilités engagées lorsque quelque chose tourne mal et qu'il y a déversement accidentel.

Des coûts supplémentaires s'ajoutent s'il faut louer des terres ou s'il faut conclure des conventions d'épandage.

Le fumier a une valeur. Même s'il la tire essentiellement de sa teneur en azote, en phosphore et en potassium, il vaut aussi son pesant d'or comme source de matière organique (surtout s'il s'agit de fumier solide à forte teneur en matières sèches) et comme source d'oligo-éléments.

Les concentrations d'azote, de phosphore et de potassium dans le fumier ont d'autant plus de valeur que le fumier est épandu sur des terres peu fertiles. L'épandage de fumier sur de telles terres représente une réelle économie du fait qu'il rend superflus les engrais chimiques. Dans les champs renfermant déjà des concentrations excessives d'éléments nutritifs, toute fertilisation supplémentaire comporte des risques pour l'environnement. Exception faite de l'azote, les éléments nutritifs fournis par le fumier mettent de nombreuses années à être utilisés.

La matière organique contenue dans le fumier enrichit le sol de résidus bruts de végétaux et de microorganismes qui agissent comme une réserve d'éléments nutritifs renouvelable en plus d'améliorer la structure du sol et de garder le sol meuble. L'ajout de fumier aide à maintenir les concentrations de matière organique dans le sol, ce qui en améliore la capacité de rétention d'eau et favorise l'assimilation des éléments nutritifs par les cultures.

La plupart des sols de l'Ontario ont une teneur en matière organique qui se situe dans la fourchette des 2-5 %. Ces teneurs entraînent une décomposition et une minéralisation des éléments nutritifs qui libèrent autour de 40-80 lb d'azote/acre/an. En maintenant les niveaux de matière organique dans le sol par l'utilisation du fumier sur une longue période, la santé du sol s'améliore et les chances sont plus grandes que la demande d'azote des cultures diminue, ce qui représente une réduction des coûts engagés au titre des engrais azotés, de l'ordre de 12 à 24 \$/acre.

#### COÛT D'APPLICATION MOYEN DES ENGRAIS CHIMIQUES

MÉTHODE D'APPLICATION DE L'ENGRAIS	N <sup>BRE</sup> DE SOURCES CONSULTÉES	COÛT (\$/ACRE)
ENGRAIS SEC ÉPANDU À FORFAIT	119	6,00 \$
LOCATION D'UN APPLICATEUR D'ENGRAIS SEC EN VRAC	13	8,50 \$
ÉPANDAGE D'ENGRAIS ANHYDRE	54	11,50 \$
APPLICATION LIQUIDE EN BANDES LATÉRALES	30	8,50 \$

Source : MAAARO, Enquête sur les tarifs perçus en 1997 et 2000 pour les travaux agricoles à forfait et la location de matériel.



**L'activité biologique attribuée à des épandages réguliers de fumier améliore la santé du sol et l'utilisation des éléments nutritifs.**

## COÛT MOYEN DE L'ÉPANDAGE DE FUMIER

TYPÉ D'ÉPANDEUR	N <sup>BRE</sup> DE SOURCES CONSULTÉES	COÛT MOYEN
CHARGEMENT SEULEMENT — FUMIER SOLIDE	28	44 \$/h
ÉPANDAGE SEULEMENT — FUMIER SOLIDE	59	57 \$/h
CHARGEMENT ET ÉPANDAGE — FUMIER SOLIDE	34	82 \$/h
FUMIER LIQUIDE — IRRIGATION EN SURFACE	16	7,90 \$/1000 gal
FUMIER LIQUIDE — IRRIGATION EN SURFACE	3	167 \$/h
FUMIER LIQUIDE — ÉPANDAGE PAR BOYAUX TRAÎNÉS ET INJECTION	2	8 \$/1000 gal
FUMIER LIQUIDE — ÉPANDAGE PAR BOYAUX TRAÎNÉS ET INJECTION	1	145 \$/h
FUMIER LIQUIDE — CITERNE ET ÉPANDAGE EN SURFACE	9	8 \$/1000 gal
FUMIER LIQUIDE — CITERNE ET ÉPANDAGE EN SURFACE	34	102 \$/h
FUMIER LIQUIDE — CITERNE ET INJECTION	1	165 \$/h
TRANSPORT PAR CAMION	3	62 \$/h
LOCATION D'ÉPANDEUR À FUMIER	3	150 \$/jour

Source: MAAARD, Enquête sur les tarifs perçus en 1997 et 2000 pour les travaux agricoles à forfait et la location de matériel.

- ▶ Les tarifs perçus pour l'application de fumier liquide à forfait varient de 6 à 15 \$/1000 gal selon l'équipement, la distance à parcourir et le volume à épandre.
- ▶ Coûts approximatifs des engrais (novembre 2005) : azote = 0,48 \$/lb; phosphore = 0,41 \$/lb; potasse = 0,26 \$/lb.



Les tarifs perçus pour les travaux agricoles à forfait utilisés dans le logiciel NMAN varient entre 6 et 15\$/1000 gallons pour le fumier liquide et de 3 \$/tonne imp. pour l'épandage de fumier solide.

## RÉSUMÉ DES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES RELATIVES AUX ÉPANDAGES



Faire un travail préalable du sol pour réduire les pertes de fumier.

- ✓ Se rappeler que les odeurs sont plus intenses et que les pertes d'ammoniac augmentent avec une hausse des températures, de l'humidité et la vitesse du vent.
- ✓ Avoir des égards pour les voisins au moment de faire des épandages à proximité de chez eux.
- ✓ Si le fumier est épandu par irrigation, utiliser des lances à trajectoire basse.
- ✓ Dans la mesure du possible, travailler les champs dotés d'un réseau de drainage souterrain avant d'y épandre du fumier liquide. Ce travail préalable brise les grosses pores et freine l'infiltration vers les tuyaux de drainage. Adopter des pratiques de conservation du sol en maintenant le plus possible le sol couvert de résidus.

*Nota :* Le travail préalable du sol peut être superflu s'il existe un système de surveillance des sorties de drainage et si l'on n'a observé aucun signe d'effluent de drainage.

- ✓ Incorporer le fumier le plus rapidement possible (24 heures) suivant l'épandage.
- ✓ Si l'on craint qu'un sol ne devienne saturé à la suite d'un épandage de fumier liquide, fractionner les applications. Attendre que le sol se soit asséché avant de faire le deuxième épandage.
- ✓ Ne pas épandre de fumier sur des sols détremés ou par temps pluvieux afin d'éviter les pertes d'éléments nutritifs, le ruissellement, le compactage du sol et la contamination des effluents de drainage. Plus précisément, éviter d'épandre du fumier si :
  - ▶ de la pluie tombe peu avant l'épandage ou
  - ▶ de fortes pluies sont prévues dans les 12–24 heures suivant l'épandage sur des terres dotées d'un réseau de drainage souterrain.
- ✓ Éviter d'épandre du fumier liquide lorsque de l'eau s'écoule dans les tuyaux de drainage souterrains.



- ✓ Éviter les épandages en surface sur des terrains en pente raide qui bordent un cours d'eau, un lac, un étang ou une zone marécageuse.
- ✓ Avoir à l'esprit l'éventualité d'un déversement accidentel et se tenir prêt à y réagir.

**Les lances d'irrigation à trajectoire haute sont interdites en Ontario pour le fumier renfermant plus de 1 % de matière sèche.**

# SURVEILLANCE, TENUE DE REGISTRES ET PLANIFICATION D'URGENCE

## SURVEILLANCE

Tous les épandages d'éléments nutritifs devraient faire l'objet d'une surveillance. Dans la plupart des cas, une simple inspection visuelle suffit pour certifier que l'opération se déroule comme prévu.

Par exemple, pendant l'épandage sur une terre en culture, vérifier que le fumier est épandu uniformément et qu'aucun indice ne révèle l'infiltration d'éléments nutritifs liquides dans les tuyaux de drainage. Si du fumier a pénétré dans le réseau de drainage, la section des tuyaux contaminés devraient être isolée et le plan d'urgence devrait être mis en œuvre.

La surveillance peut donc se faire sans grands efforts. Elle permet d'écarter des problèmes importants et de réagir rapidement en cas d'accidents.

## TENUE DE REGISTRES

Il existe deux raisons principales qui commandent la tenue de registres.

Premièrement, les registres fournissent les renseignements nécessaires pour une bonne mise au point du plan de gestion du fumier et des autres éléments nutritifs, tout en aidant à adapter le plan aux conditions réelles.

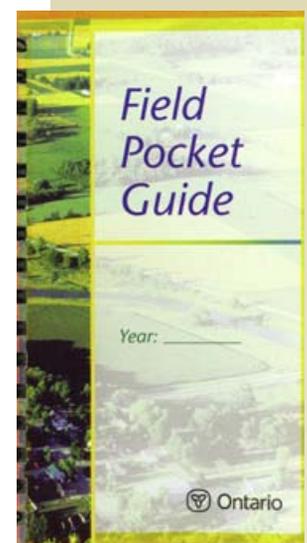
Deuxièmement, ils prouvent la responsabilité et la diligence du producteur. Dans le cas peu probable où quelque chose irait mal, ou si quelqu'un doutait que des mesures ont été prises pour régler un problème (p. ex. un voisin se plaint d'odeurs ou de la qualité de l'eau), le fait d'avoir un registre des mesures appliquées et des dates où elles ont été mises en œuvre aidera à résoudre les conflits.

Garder le plan de gestion des éléments nutritifs aussi simple que possible, mais avoir en dossier tous les détails pertinents.

Un exemple des renseignements que pourraient renfermer les registres se trouve ci-dessous.

### Pratiques culturales

- ▶ types d'éléments nutritifs épandus; dates, taux et méthodes d'épandage;
- ▶ résultats d'analyse du fumier si ce dernier fait l'objet d'une gestion différente selon le niveau où il se trouve dans la structure d'entreposage;
- ▶ méthode et date d'incorporation;
- ▶ conditions climatiques autour des dates d'épandage et d'enfouissement;
- ▶ registre des précipitations qui montre toute divergence par rapport à la normale;
- ▶ détails de chaque épandage : date, heure, endroit, quantité, distances de retrait;
- ▶ date et heures de la surveillance, y compris les observations;
- ▶ factures d'achat d'engrais commerciaux montrant les volumes et moments d'application;
- ▶ genre de culture et date des semis;
- ▶ méthode de travail du sol et dates;
- ▶ date de récolte et rendement.



Aujourd'hui, les agriculteurs disposent de nombreux moyens pour tenir des registres, certains de haute technologie, d'autres non.

### Renseignements sur le bétail

- ▶ registre des aliments, en particulier pour justifier ou surveiller les réductions d'éléments nutritifs relâchés dans le fumier;
- ▶ inventaire mensuel du bétail sur la ferme;
- ▶ inventaire de la moulée;
- ▶ regroupements des animaux et alimentation par lots;
- ▶ volume de fumier produit — la mesure exacte des éléments nutritifs produits sur la ferme est la pierre angulaire de la planification de l'entreposage du fumier;
- ▶ résultats de l'analyse des fumiers.

### Autres renseignements

- ▶ toute documentation relative aux moments et conditions de mise en œuvre du plan d'urgence, y compris les lieux précis, les volumes estimatifs et les mesures correctives;
- ▶ les gestes posés pour traiter les plaintes;
- ▶ les matières contenant des éléments nutritifs reçues de l'extérieur — description des matières, dates, volumes ou poids, ententes;
- ▶ protocoles de biosécurité appliqués sur l'exploitation.

La tenue de registres peut entraîner la saisie d'une multitude de renseignements. Il est donc important de les organiser de façon à les rendre facilement accessibles. L'exploitant pourra choisir parmi une vaste gamme de types de registres qui reposent notamment sur des logiciels, le système mondial de localisation (GPS), des Palm Pilot de poche ou la méthode traditionnelle de consignation sur papier.



**La tenue de registres prouve à la société que l'exploitant se soucie de protéger l'environnement.**

## PLANIFICATION D'URGENCE

Le plan d'urgence est un document qui fait état des mesures à prendre lorsqu'il devient impossible d'appliquer la stratégie de gestion des éléments nutritifs (SGEN) ou le plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN).

Une telle situation se produit, par exemple, lorsque les précipitations remplissent prématurément une structure d'entreposage de fumier décrite dans la SGEN. Le déversement accidentel ou le relâchement imprévu d'éléments nutritifs est un autre exemple d'une telle situation. L'élaboration à l'avance d'un plan d'urgence facilite la mise en application de mesures correctives dans un court délai.

1 **Énumérer les urgences éventuelles.** Le plan donne la réponse à des questions telles que :

- ▶ Que devra-t-on faire en cas de déversement accidentel?
- ▶ Quelles étapes faudra-t-il suivre pour circonscrire, éliminer et nettoyer le site d'un déversement (au lieu d'entreposage, de transfert ou dans le champ)?
- ▶ Que faire lorsque les installations d'entreposage ont accumulé plus d'éléments nutritifs que prévu (p. ex. le bétail est gardé plus longtemps à l'intérieur, ce qui entraîne une augmentation du volume de fumier produit)?
- ▶ Où peut-on transporter le fumier lorsque le temps pluvieux retarde l'épandage d'éléments nutritifs au point où la structure d'entreposage est presque pleine?
- ▶ Où est-il possible de transférer ou d'épandre des éléments nutritifs ou du fumier quand des pluies surabondantes achèvent de remplir une structure d'entreposage?
- ▶ Que faire lorsque le sol détrempé empêche tout épandage?

2 **Déterminer les ressources nécessaires** en cas d'urgence. Voici des exemples de ressources qui pourraient s'avérer utiles :

- ▶ les coordonnées d'un applicateur à forfait disposé à faire sans tarder l'épandage au moyen d'une citerne à vide;
- ▶ l'emplacement des sorties de tuyaux de drainage permettant la surveillance;
- ▶ la liste des numéros de téléphone pertinents (et savoir où elle se trouve).

3 **Communiquer le plan d'urgence** à toutes les personnes liées à l'exploitation. Il faut s'assurer que les aides agricoles, les membres de la famille et les applicateurs à forfait, par exemple, connaissent le plan d'urgence dans ses détails, savent où se trouvent la ou les listes d'urgence, et sont capables de poser les gestes attendus d'eux.

4 Afficher les numéros de téléphone des personnes-ressources près de chaque appareil de téléphone pour les rejoindre immédiatement en cas de déversement :

- ▶ Centre d'intervention en cas de déversement (1 800 268-6060)
- ▶ Autres numéros de téléphone utiles à afficher :
  - ▷ bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario;
  - ▷ opérateur d'un bulldozer ou d'une rétrocaveuse;
  - ▷ applicateur à forfait qui possède, de préférence, une citerne à vide;
  - ▷ bureau de la municipalité;
  - ▷ voisins.

5 Documenter tout ce qui a été fait lors des urgences passées. Des rapports détaillés qui précisent les mesures prises, la date et l'heure, les personnes appelées et les échanges verbaux aideront à résoudre les conflits en cas de plaintes ou à faire le suivi du déversement.

Après avoir mis en œuvre un plan d'urgence, vient le moment idéal de l'évaluer et de l'améliorer.



**Lorsque du fumier est déversé, il faut appeler le Centre d'intervention en cas de déversement.**

### Pourquoi se prémunir d'un plan d'urgence?

- ▶ Pour protéger l'environnement, la famille de l'exploitant, son exploitation et le bétail;
- ▶ Parce qu'il est impossible de prévenir tous les accidents;
- ▶ Pour faire preuve de « diligence raisonnable »;
- ▶ Pour savoir comment réagir correctement en cas d'urgence — sans paniquer!

## QUELQUES SCÉNARIOS DE SITUATIONS D'URGENCE

### Le fumier produit est plus abondant que prévu

Si les taux d'épandage précisés dans le plan de gestion des éléments nutritifs sont au maximum permis, il faut être disposé à utiliser autrement les éléments nutritifs, notamment :

- ▶ céder le surplus des éléments nutritifs à un courtier capable de les accepter;
- ▶ céder le surplus des éléments nutritifs à un voisin (p. ex. un producteur de cultures industrielles) capable de les utiliser.

### La quantité d'éléments nutritifs dépasse la capacité de la structure d'entreposage

Dans certains cas, le plus souvent à cause d'intempéries exceptionnelles, les installations d'entreposage risquent de déborder. La meilleure solution est d'épandre le fumier sur des terres, pourvu qu'il n'en résulte aucun effet néfaste. On peut aussi :

- ▶ transférer les éléments nutritifs dans une autre structure d'entreposage disponible;
- ▶ trouver un courtier qui peut accepter les éléments nutritifs en surplus;
- ▶ acheter d'autres terres.

### Il faut faire l'épandage à une autre date

- ▶ modifier les quantités épandues pour refléter le changement de date;
- ▶ ne pas dépasser le taux maximum annuel d'épandage des éléments nutritifs, ni le taux maximum par épandage;
- ▶ adapter les applications d'éléments nutritifs subséquentes en fonction du changement de date;
- ▶ prendre en note dans le PGEN toutes les modifications effectuées.

### La culture a changé

Les quantités d'éléments nutritifs et leur formulation doivent être adaptées en autant que faire se peut à la nouvelle culture. Dans le cas où les épandages sont déjà faits, il faudra modifier les quantités et la formulation pour la culture suivante, si possible.

### Il y a déversement

C'est là une circonstance importante. Le plan d'urgence devrait énumérer l'équipement nécessaire, les personnes-ressources et les mesures de sécurité. L'objectif est de réduire au minimum les risques de déversement et, en cas d'accident, d'assurer que l'exploitant et les ouvriers agricoles connaissent les dispositions à prendre.

Le plan d'urgence devrait prendre en compte les conséquences de tout changement éventuel de cultures enseignées chaque année.



## DÉVERSEMENTS

### Pour prévenir les déversements

Épandre les éléments nutritifs conformément au plan de gestion ou les stocker dans une structure d'entreposage acceptable pour application future. De plus :

- régler périodiquement le matériel d'épandage de manière à suivre les taux recommandés dans le PGEN;
- respecter les distances de retrait par rapport à l'eau de surface telles que prescrit le PGEN pour chaque site;
- marquer toutes les sorties de drainage et les bassins de retenue pour garder à l'écart les matières épandues et permettre d'inspecter les effluents;
- se doter d'une télécommande pour contrôler les systèmes à écoulement direct, à moins que deux personnes liées par communication radio se chargent de l'épandage;
- employer les pratiques culturales préconisées dans le PGEN;
- s'abstenir de faire tout épandage lorsqu'on prévoit de la pluie.

### Pour cesser un déversement

- 1 Éliminer sans tarder la cause du déversement, si possible.
- 2 Fermer les pompes et valves appropriées.
- 3 S'assurer que le redémarrage du système est impossible.
- 4 Communiquer avec le Centre d'intervention en cas de déversement, ouvert 24 h sur 24, au 1 800 268-6060 ou le bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario.

### Pour circonscrire un déversement

- 1 Réduire au minimum les possibilités que du fumier s'infilte dans des tuyaux de drainage ou bloquer les sorties de drainage si les effluents révèlent des indices de contamination.
- 2 Faire une levée de terre (berme) au moyen de la machinerie agricole ou d'équipement commercial, comme une rétrocaveuse ou un camion à benne basculante, lorsque le fumier se déplace en surface.
- 3 Avertir les utilisateurs en aval du déversement.

Pour arrêter un déversement, fermer les valves et pompes impliquées.



Circonscrire le déversement. Empêcher les matières polluantes d'atteindre les fossés, les ponceaux et les réseaux de drainage.



**Polluer un cours d'eau et causer la mort de poissons est un délit aux termes de la *Loi sur la protection de l'environnement* (Ontario) et de la *Loi sur les pêches* (Canada).**



**Quand on a déversé du fumier, il faut communiquer avec le Centre d'intervention en cas de déversement, au numéro 1 800 268-6060.**

## LISTE DE VÉRIFICATION DU PLAN D'URGENCE EN CAS DE DÉVERSEMENT

Tout plan d'urgence bien élaboré renferme les éléments suivants :

- ✓ Un énoncé de mission — le ou les objectifs visés;
- ✓ La liste des PGO de prévention et celle du matériel d'inspection régulière;
- ✓ La liste des mesures d'urgence;
- ✓ La liste des étapes à suivre pour éliminer la source de contaminants;
- ✓ La liste de tous les numéros de téléphone pertinents près de chaque appareil de téléphone;
- ✓ Un carte des installations indiquant les endroits à risques et l'emplacement du matériel et des fournitures de nettoyage — le plan de gestion des éléments nutritifs et la carte des installations devraient être placés dans un endroit sécuritaire (p. ex. le tube d'urgence de l'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario);
- ✓ La liste des tâches précises et des personnes qui en sont chargées;
- ✓ La preuve écrite que le personnel et la famille ont reçu une formation, y compris toutes les mesures de prévention qui ont été adoptées;
- ✓ Un protocole indiquant la façon dont on procédera au nettoyage;
- ✓ Un formulaire à remplir après que le déversement aura été nettoyé convenablement.

## Renseignements supplémentaires

### PUBLICATIONS

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) est une source importante de renseignements sur la gestion des fumiers. Il offre des fiches techniques sur le compostage, l'abreuvement du bétail, le stockage et l'épandage du fumier, les analyses de sol, la réduction des odeurs, les ententes relatives au fumier et bien d'autres sujets connexes. Nombre de publications utiles portant sur des aspects précis de la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs*, sur son règlement d'application et sur ses protocoles sont aussi disponibles.

Pour obtenir la liste complète des titres offerts ou pour savoir comment obtenir des exemplaires, consulter le site Web du ministère.

*Site Web du ministère :*  
[www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)

*Publications :*  
[www.omafra.gov.on.ca/french/products/product.html](http://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](http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html)

Les personnes qui n'ont pas accès à Internet peuvent visiter le bureau du ministère le plus proche ou communiquer sans frais avec le MAAARO (voir ci-dessous).

### POUR REJOINDRE LE GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO

Centre d'information du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario  
1 877 424-1300  
[www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)  
[ag.info@omafra.gov.on.ca](mailto:ag.info@omafra.gov.on.ca)

Ministère de l'Environnement de l'Ontario  
Centre d'information  
1 800 565-4923  
[www.ene.gov.on.ca](http://www.ene.gov.on.ca)  
[pice@ene.gov.on.ca](mailto:pice@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 2005

## Remerciements

*Le présent fascicule a été réalisé à la mémoire de Monsieur George Garland, chef, Unité des ressources en génie agricole, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (1989-2004).*

### FINANCEMENT

Le projet des Pratiques de gestion optimales a été créé par Agriculture et Agroalimentaire Canada dans le cadre du Plan vert. Il est coordonné par la Fédération de l'agriculture de l'Ontario et reçoit un soutien financier du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires de l'Ontario.

Ce fascicule a été réalisé en partie grâce au financement d'Agriculture et Agroalimentaire Canada par l'intermédiaire du Programme Canada-Ontario d'intendance agricole, du Programme national de conservation du sol et de l'eau (Conseil de l'adaptation agricole) et du projet de l'Agriculture écologiquement durable. Ont également contribué au financement l'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires de l'Ontario (Programme de gestion des éléments nutritifs).

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 (toutes et tous avec le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario) :* Christine Brown, Robert Chambers, Steve Clarke, Harold Cuthbertson, Jake DeBruyn, Hugh Fraser, Don Hilborn, Harold House, John Johnson, Kevin McKague, Keith Reid, Jack Rodenburg, Bob Stone, Ted Taylor, Christoph Wand, Daniel Ward

*Coordonnateurs techniques :* Christine Brown, Don Hilborn, Bob Stone, Ted Taylor

*Coordonnateurs des aspects visuels :* Christine Brown, Ted Taylor

*Photographies :* Christine Brown, Steve Clarke, Jake DeBruyn, Don Hilborn, Harold House, John Johnson, Bob Stone, John Turvey et Daniel Ward; Andrew Graham, Association pour l'amélioration des sols et des récoltes.

*Illustrations :* David Rouleau, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

*Croquis :* Irene Shelton

*Rédactrice en chef :* Alison Lane

*Conception graphique :* Neglia Design Inc.

Canada

Ontario

Conseil de  
l'adaptation  
agricole