

## AÉRATION DU FUMIER LIQUIDE

D. Hilborn, ing., et J. DeBruyn, ing.

(Imprimé en avril 2006, en remplacement de la fiche technique n° 89-075 du MAAARO, *L'aération du lisier*)

Depuis des années, les éleveurs cherchent des moyens d'éliminer ou de réduire les odeurs associées au stockage du fumier. L'aération mécanique du fumier est l'une des méthodes qui connaît le plus de succès, même si elle a ses inconvénients. En effet, les aérateurs réduisent la teneur en azote du fumier, représentent un investissement passablement important et s'assortissent de coûts de fonctionnement et d'entretien élevés.

En général, il vaut mieux n'envisager l'aération que comme solution à court terme pour réduire les odeurs. À long terme, il vaut mieux se tourner vers des solutions de maîtrise des odeurs qui préservent les éléments nutritifs et sont moins voraces sur le plan énergétique.

Pour bien comprendre le rôle de l'aération, il faut d'abord se pencher sur le comportement des bactéries.

### BACTÉRIES ANAÉROBIES ET AÉROBIES

Dès que le fumier est excrété par l'animal, les bactéries commencent à décomposer la matière organique. Le plus souvent, ce sont soit des bactéries anaérobies soit des bactéries aérobies. La quantité d'oxygène dans le fumier déterminera le type de bactéries présentes.

**Bactéries anaérobies** – Elles croissent dans des milieux privés d'oxygène. En général, dans un système de stockage de fumier liquide, l'oxygène est vite consommé, ce qui entraîne la multiplication des bactéries anaérobies, qui décomposent la matière organique.

Des gaz tels que le dioxyde de carbone, l'ammoniac, des composés à base de soufre, des composés organiques volatils (COV) et le méthane comptent parmi les sous-produits de ce processus. Ce sont ces gaz, entre autres, qui sont à l'origine des mauvaises odeurs associées au stockage du fumier liquide dans des conditions anaérobies.

**Bactéries aérobies** – Elles ont, pour leur part, besoin d'oxygène pour croître. Si l'approvisionnement en oxygène est continu, ces bactéries convertissent la matière

organique en dioxyde de carbone, en eau et en cellules microbiennes. La décomposition aérobie du fumier dégage très peu d'odeurs, voire aucune.

L'**aération** s'entend du processus par lequel de l'air (une source d'oxygène) est mélangé au fumier afin de favoriser la croissance des bactéries aérobies. L'oxygénation peut se faire naturellement ou mécaniquement.

### Aération naturelle

Quand le fumier liquide est stocké dans de grands réservoirs peu profonds, la quantité d'oxygène introduite naturellement par l'action des vagues à la surface suffit à maintenir des conditions aérobies dans l'interface air-liquide. La profondeur maximale de ces lagunes est de 1,5 m (5 pi). Même s'il ne règne pas de conditions aérobies sur toute la hauteur du bassin, celles qu'on retrouve en surface réduisent efficacement les émissions d'odeurs.

Malgré cela, ces systèmes ne sont pas pratiques pour les fermes ontariennes du fait de la superficie qu'ils occupent et du fait du ralentissement de l'activité bactérienne qui s'opère par temps froid.

### Aération mécanique

Il existe bien des types d'aérateurs pour oxygéner le fumier. L'oxygénation est assurée par des dispositifs qui soufflent, font barboter ou font jaillir l'air dans le réservoir ou la structure de stockage. Ces dispositifs sont depuis longtemps utilisés dans les grandes installations de traitement des eaux usées et de traitement des boues d'épuration.

Certains sont également utilisés sur les fermes ontariennes pour maîtriser les odeurs qui se dégagent du fumier. Leur utilisation à la ferme comporte cependant plusieurs inconvénients :

- coût initial élevé;
- forte consommation d'énergie;

- coûts d'entretien parfois élevés;
- perte d'efficacité par temps froid;
- sensibilité des bactéries aérobies aux antibiotiques et aux assainisseurs utilisés;
- accroissement des pertes d'azote dans l'atmosphère attribuables à l'aération mécanique.

Il y a différentes façons d'utiliser ces dispositifs. L'oxygénation nécessaire est moins importante quand une pompe reprend le liquide au fond du réservoir et le disperse à la surface. Le déplacement d'eau constant amène nécessairement l'introduction d'air quand l'eau redescend, mais un système mal conçu peut en fait contribuer à accroître les odeurs en mélangeant l'air et le liquide. Ce risque est d'autant plus grand que la teneur du fumier en matières sèches est élevée.

Malgré tout, certains producteurs trouvent que les avantages d'aérateurs mécaniques bien conçus, notamment au chapitre de la réduction des odeurs, justifient leur utilisation.

#### **Critères de conception pour une aération complète**

On juge habituellement de l'efficacité d'un aérateur mécanique à sa capacité de dissoudre l'oxygène dans l'eau. Les aérateurs flottants affichent en général un taux de transfert d'oxygène (O<sub>2</sub>) de 1,2 à 2,1 kg O<sub>2</sub>/kilowatt-heures (kWh).

Les aérateurs sont dimensionnés en fonction de la demande biologique en oxygène (DBO) du fumier qu'ils doivent aérer. La DBO ou DBO<sub>5</sub> (pour DBO sur 5 jours) désigne la quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries pour stabiliser la matière organique décomposable dans un milieu aérobie. Le tableau 1 indique la DBO pour différents types de fumier.

La capacité de mélanger ou de déplacer les liquides dans toute la structure est aussi prise en compte dans les critères de conception. Les critères plus complexes pris en compte dans la conception d'un aérateur comprennent le taux de transfert de l'eau propre, les températures de saturation et différents facteurs qui sont moins faciles à mesurer sur place. Quand un aérateur doit servir à combattre les odeurs, ces facteurs sont délaissés au profit de la méthode générale décrite dans les deux exemples qui suivent. Toutes les données sont tirées du tableau 1.

*Exemple 1 : Aération complète du fumier produit par un troupeau de 300 bovins de boucherie d'un poids moyen de 454 kg.*

*Étape 1* Trouver dans le tableau 1 la DBO correspondant à la quantité de fumier produite par un seul bovin : 0,72 kg/jour/tête.

*Étape 2* Calculer l'apport d'oxygène qui assurera une aération complète du fumier, cet apport devant correspondre au double de la DBO dans le fumier (c.-à-d. 2 kg O<sub>2</sub>/kg DBO) :

$$2 \times 0,72 \text{ kg O}_2/\text{jour/tête} = 1,44 \text{ kg O}_2/\text{jour/tête}$$

*Étape 3* Convertir l'apport quotidien en apport horaire :  
1,44 kg O<sub>2</sub>/jour ÷ 24 h/jour = 0,06 kg O<sub>2</sub>/h

*Étape 4* Multiplier l'apport horaire par le nombre d'animaux :  
300 têtes × 0,06 kg O<sub>2</sub>/h/tête = 18 kg O<sub>2</sub>/h

*Étape 5* Supposer que le taux de transfert assuré par l'aérateur (selon les indications du fabricant) est de 2,0 kg O<sub>2</sub>/kWh.

*Étape 6* Calculer la puissance que doit avoir l'aérateur :  
18 kg O<sub>2</sub>/h ÷ 2 kg O<sub>2</sub>/kWh = 9 kW (12 hp)

*Exemple 2 : Aération complète du fumier produit par un troupeau de 100 truies d'une exploitation de naissance-engraissage.*

*Étape 1* Trouver dans le tableau 1, la DBO correspondant à la quantité de fumier produite par truie de naissance-finition : 2,4 kg O<sub>2</sub>/jour/tête.

*Étape 2* Calculer l'apport d'oxygène qui assurera une aération complète du fumier, cet apport devant correspondre au double de la DBO dans le fumier :  
2 × 2,4 kg O<sub>2</sub>/jour/tête = 4,8 kg O<sub>2</sub>/jour/tête

*Étape 3* Convertir l'apport quotidien en apport horaire :  
4,8 kg O<sub>2</sub>/jour ÷ 24 h/jour = 0,2 kg O<sub>2</sub>/h

*Étape 4* Multiplier l'apport horaire par les 100 truies :  
100 têtes × 0,2 kg O<sub>2</sub>/h/tête = 20 kg O<sub>2</sub>/h

*Étape 5* Supposer que le taux de transfert assuré par l'aérateur est de : 2,0 kg O<sub>2</sub>/kWh

*Étape 6* Calculer la puissance que doit avoir l'aérateur :  
20 ÷ 2 = 10 kW (13,4 hp)

## Aération partielle

L'aération complète garde le fumier dans des conditions aérobies et maintient tous les solides en suspension. Cependant, l'expérience montre qu'il est possible de maîtriser les odeurs avec des taux d'aération moindres.

L'aération partielle permet le mélange complet du fumier et son aération, mais en surface seulement, la couche de fumier sous-jacente restant soumise à des conditions anaérobies. Les matières sèches qui se trouvent en surface se déposent au fond et sont décomposées par les bactéries anaérobies. Toutefois, comme les gaz produits dans la couche soumise à des conditions anaérobies au fond de la structure traversent la zone aérée près de la surface, certains composés malodorants se trouvent dégradés par les bactéries aérobies.

Le taux d'aération nécessaire à une aération partielle correspond à environ la moitié de la DBO. Par conséquent, les valeurs servant à dimensionner l'aérateur peuvent aller de la moitié au double de la DBO. Plus le taux d'aération est élevé, plus le mélange sera homogène et plus le pourcentage de décomposition aérobie sera élevé. Le tableau 1 présente les taux d'aération nécessaires à une aération partielle ou complète du fumier, selon le type d'élevage.

Les valeurs indiquées correspondent à un fumier bien mélangé. Si les matières sèches sont séparées des liquides, les taux d'aération peuvent être jusqu'à quatre fois moins élevés. Un bon moyen d'obtenir la décantation des matières sèches est de réduire au minimum le brassage vertical et de n'aérer que le liquide en surface. De plus, la DBO peut varier considérablement en fonction de différentes conditions, par exemple les aliments servis aux animaux et le type de structure. Utiliser le tableau de droite à titre indicatif seulement.

## Matériel

L'**aérateur flottant** est le type d'aérateur le plus répandu sur les fermes en Ontario. La plupart de ces aérateurs pompent le fumier liquide latéralement et le projettent dans les airs, ce qui crée une turbulence à la surface et procure une grande surface de contact entre l'air et le liquide pour le transfert de l'oxygène (*figures 1 et 2*). En créant de la turbulence et des embruns, ce type d'aérateur présente parfois l'inconvénient de disperser des composés malodorants dans l'atmosphère.

L'**aérateur à courant descendant et à entraînement d'air par aspiration en surface** propulse le fumier liquide latéralement environ 1,5 m (5 pi) sous la surface et injecte de l'air par un tube d'aspiration à la sortie de la pompe. Il en résulte un bon mélange de la couche superficielle avec peu de turbulence en surface (*figure 3*).

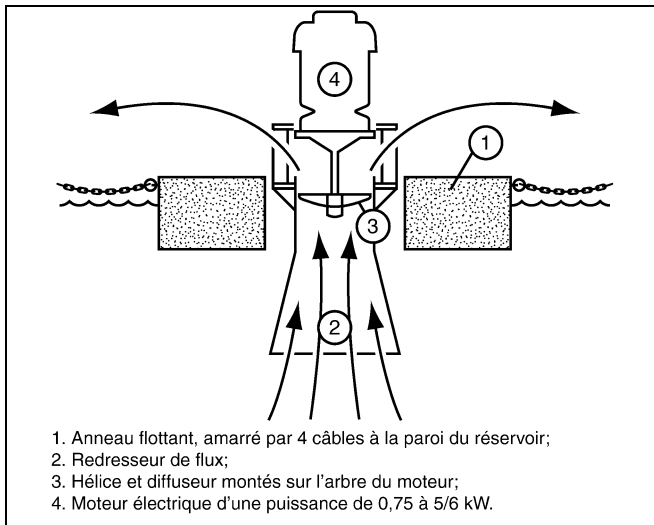
**TABEAU 1. Conception des systèmes d'aération – Exigence en oxygène**

Espèce animale	Poids (kg)	Apport d'oxygène nécessaire (kg/jour/tête)		
		DBO <sub>5</sub> journalière (kg)	Aération complète (kg)	Aération partielle (kg)
Bovin laitier	454	0,77	1,54	0,38
Bovin de boucherie	454	0,72	1,45	0,36
Porc	16	0,032	0,064	0,016
	29	0,059	0,122	0,029
	68	0,14	0,27	0,07
	91	0,18	0,36	0,09
Truie et portée	170	0,45	0,90	0,23
Naissance-finition (par truie)	s.o.	2,4	4,8	1,23
Mouton	45	0,04	0,08	0,02
Volaille	21	0,006	0,012	0,003
		0,001	0,002	0,0005

<sup>a</sup> Adapté du Midwest Plan Service, 1983.

Un **aérateur de surface** est utilisé de concert avec des éoliennes et des pompes de faible puissance (moins de 1 hp). Ces systèmes sont plus économiques. Toutefois, les taux de transfert d'oxygène n'ont pas encore été publiés, sans compter que ces aérateurs sont à la merci du vent. L'agitateur est situé à environ 50 cm (20 po) sous la surface de l'eau. Lorsque le vent souffle à 24 km/h, l'action de l'agitateur fait remonter le liquide selon un débit de 9 m<sup>3</sup>/s (2 000 gal/min). Le liquide s'écoule ensuite à la surface sans être projeté hors de la surface. Une petite partie du liquide est dirigé radialement vers la pompe. La vitesse à laquelle le liquide circule en surface est assez élevée même à bonne distance de la pompe (Bugg, 1996).

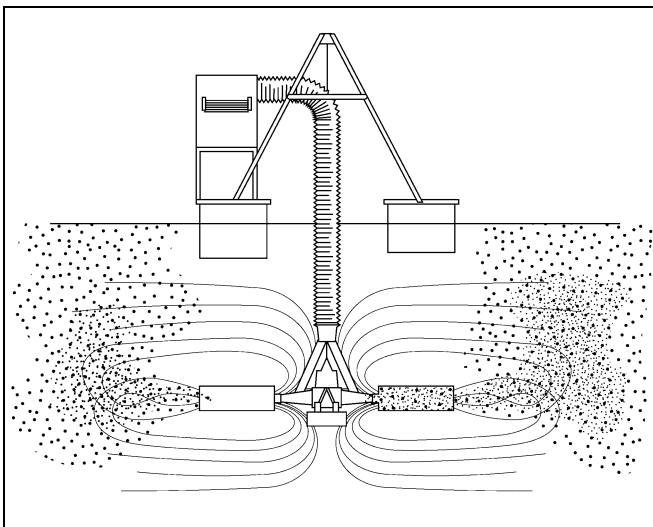
On trouve sur certaines fermes un système d'aération appelé **fossé d'oxydation** qui consiste en un canal ouvert en forme de boucle continue, sous un plancher latté. Le fumier liquide est maintenu en mouvement continu autour de ce circuit. Un rotor d'aération mélange l'air au fumier liquide. Ce système n'est pas très utilisé en Ontario principalement à cause de son coût d'installation élevé et des conséquences sérieuses de la formation d'écume.



**Figure 1.** Aérateur de surface flottant à hélices.



**Figure 2.** Aérateur de surface flottant à hélices en action. (Photo offerte par Jacques Whitford Consulting)



**Figure 3.** Aérateur à courant descendant et à entraînement d'air par aspiration en surface.

## COÛTS : ACHAT, FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN

Le choix de l'aérateur revient essentiellement à une question de coûts. Les coûts des aérateurs flottants varient considérablement en fonction, entre autres, de leur qualité de construction et de leur capacité.

Le prix des aérateurs dépend de la puissance choisie et de l'efficacité avec laquelle le système assure l'oxygénation du fumier. Comme il est indiqué plus haut, les taux de transfert d'oxygène ( $O_2$ ) varient de 1,2 à 2,1 kg  $O_2$ /kWh.

Un aérateur de 5–10 hp coûte environ 8 000–10 000 \$, tandis qu'un aérateur d'une puissance allant jusqu'à 25–30 hp coûtera 25 000–30 000 \$. Un courant électrique triphasé ou un courant monophasé converti en courant triphasé est recommandé pour les petits moteurs, et devient une nécessité pour les moteurs plus puissants.

Les systèmes à éoliennes et les aérateurs de surface à faible débit coûtent 4 000–5 000 \$ et un peu plus s'ils sont en acier inoxydable (ce qui est fortement recommandé). S'informer des taux de transfert d'oxygène auprès du fournisseur.

Le prix de l'électricité à la ferme en Ontario est actuellement de 0,10 \$/kWh. La prime de puissance est de 12 \$/kW. (Seules les fermes dotées d'une entrée électrique de 400 amp ou plus se verront facturer la prime de puissance).

Voici des exemples qui illustrent les critères financiers à considérer à l'achat d'un aérateur :

*Exemple 3 : Analyse des coûts de l'aération complète du fumier d'un parc d'engraissement de 300 bovins de boucherie d'un poids moyen de 454 kg.*

*Étapes 1–5* (Refaire les mêmes étapes que dans l'exemple 1).

*Étape 6* Un aérateur de 9 kW serait nécessaire.

*Étape 7* Trouver les coûts liés à la consommation d'électricité au taux de 0,10 \$/kWh, dans l'hypothèse où l'aérateur fonctionne jour et nuit, 365 jours/an, et que la prime de puissance est de 12 \$/kW :

- $9 \text{ kW} \times 0,10 \text{ \$/kWh} \times 24 \text{ h/jour} \times 365 \text{ jours/an} = 8\,212 \text{ \$/an}$  au titre de la consommation d'électricité

### Prime de puissance :

- $9 \text{ kW} \times 12 \text{ \$/kW/mois} \times 12 \text{ mois/an} = 1\,296 \text{ \$}$  (à prévoir pour les gros consommateurs d'électricité)
- Total annuel de la consommation d'électricité et de la prime de puissance = 9 508 \$

Étape 8 Prix d'achat = 10 000 \$

Étape 9 Frais d'entretien annuels = 10 % du prix d'achat  
= 1 000 \$/an

**Exemple 4: Aération partielle du fumier produit par une porcherie de taille moyenne abritant 800 porcs à l'engrais d'un poids moyen de 68 kg (les porcs étant vendus à 120 kg).**

Étape 1 Voir dans le tableau 1, l'exigence en oxygène compte tenu de la DBO pour une aération partielle du fumier; cette valeur serait de 0,07 kg/jour/tête.

Étape 2 Multiplier cette valeur par le nombre de porcs :  
 $800 \text{ têtes} \times 0,07 \text{ kg/jour/tête} = 56 \text{ kg/jour}$

Étape 3 Convertir ce taux quotidien en taux horaire :  
 $56 \text{ kg/jour} \div 24 \text{ h/jour} = 2,3 \text{ kg O}_2/\text{h}$

Étape 4 Supposer que le taux de transfert assuré par l'aérateur est de : 1,6 kg O<sub>2</sub>/kWh

Étape 6 Calculer la puissance que doit avoir l'aérateur :  
 $2,3 \text{ kg O}_2/\text{h} \div 1,6 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$   
Un aérateur de 1,5 kW (2,0 hp) serait nécessaire.

Étape 7 Calculer les coûts liés à la consommation d'électricité au taux de 0,10 \$/kWh, dans l'hypothèse où l'aérateur fonctionne jour et nuit, 365 jours/an, et que la prime de puissance est de 12 \$/kW.

- $1,5 \text{ kW} \times 0,10 \text{ \$/kWh} \times 24 \text{ h/jour} \times 365 \text{ jours/an} = 1314 \text{ \$/an}$  au titre de la consommation d'électricité

#### Prime de puissance :

- $1,5 \text{ kW} \times 12 \text{ \$/kW/mois} \times 12 \text{ mois/année} = 216 \text{ \$}$
- Total annuel de la consommation d'électricité et de la prime de puissance = 1 530 \$

Étape 8 Prix d'achat = 2 500 \$

Étape 9 Frais d'entretien annuels de 10 % du prix d'achat = 250 \$/an

Dans l'exemple qui précède, si le producteur optait pour l'aération complète du fumier, tous les coûts seraient multipliés par quatre.

#### Utilisation d'aérateurs dans des systèmes avec chasse d'eau

Les aérateurs flottants peuvent être installés de deux façons. Ils peuvent être installés dans la structure de stockage à long terme, auquel cas, ils sont souvent assortis d'un système de nettoyage par chasse d'eau. Si l'eau est

mal aérée, l'utilisation d'une chasse d'eau peut engendrer passablement d'odeurs dans le bâtiment d'élevage. La chasse d'eau a aussi l'inconvénient, en hiver, d'abaisser la température de l'air dans le caniveau lorsque l'eau provient d'un réservoir extérieur. Si des vaches laitières ne souffrent pas de cette baisse de température, il en va autrement des porcs. Dans une porcherie, il peut se créer des courants d'air inacceptables qui soumettront les animaux à des refroidissements. Sans compter que les normes biosanitaires interdisent bien souvent ce type de système.

**TABLEAU 2. Puissance des pompes d'aération en fonction de structures de stockage de différentes capacités**

Puissance hp	Capacité de la structure (pi <sup>3</sup> )	Profondeur d'un puits de 16 pi de diamètre (pi)
7,5	38 000 (1 076 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 55 (16 m)
10	55 000 (1 557 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 65 (20 m)
15	70 000 (1 982 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 75 (23 m)
20	113 000 (3 200 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 95 (29 m)
25	180 000 (5 097 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 120 (36 m)
30	246 000 (6 966 m <sup>3</sup> )	jusqu'à 140 (42 m)

NB : Ces nombres varieront en fonction des taux de transfert d'oxygène et du fonctionnement du système.

Les aérateurs peuvent aussi être installés dans une pré-fosse adjacente au bâtiment. Les caniveaux se vidant dans cette pré-fosse où le fumier liquide est aéré. Ce type d'installation convient tout à fait au nettoyage par chasse d'eau et aide à réduire les odeurs dans le bâtiment. Comme le fumier est ainsi maintenu à une température plus élevée en hiver, son aération se trouve facilitée. Avec ce type d'installation, contrairement au précédent, il ne se crée pas non plus d'abaissements de températures dans les caniveaux lorsqu'une chasse d'eau est utilisée. Lorsque la pré-fosse est pleine, le fumier liquide est pompé dans la structure de stockage à long terme, où la décomposition devient anaérobie. En d'autres mots, on ne maîtrise pas les odeurs autour de la structure de stockage à long terme.

#### AUTRES CONSIDÉRATIONS

Il vaut mieux parfois installer un grand nombre de petits aérateurs plutôt que quelques aérateurs puissants. Les avantages se situent au niveau de l'homogénéité de l'oxygénation du fumier dans toute la structure de stockage – on évite ainsi la création de « poches » où l'aération est maximale et d'autres où elle est minimale.

La plupart des producteurs cherchent à optimiser l'utilisation d'azote dans le fumier pour en faire profiter les cultures. En Ontario, la réglementation sur la gestion des éléments nutritifs aide à évaluer convenablement la teneur du fumier en azote et à veiller à ce que les apports d'azote ne dépassent pas les besoins des cultures. Les teneurs maximales en phosphore qu'il faut respecter évitent aussi d'épandre trop de fumier lorsque les concentrations d'azote dans celui-ci ont été réduites.

Les exploitants qui utilisent des aérateurs doivent faire analyser les matières qu'ils épandent sur leurs terres si la loi les oblige à se doter d'un plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN). À noter que les valeurs fertilisantes du fumier indiquées dans les documents sur la gestion des éléments nutritifs diffusés par le MAAARO ne tiennent pas compte des pertes d'azote par volatilisation qui découlent de l'aération du fumier.

Les aérateurs destinés à clarifier les eaux usées à faible DBO avant leur évacuation peuvent nécessiter de l'entretien lorsqu'on les utilise avec du fumier. Le fumier renferme plus d'éléments corrosifs que les eaux usées municipales, sans compter qu'il a souvent une teneur en matières sèches plus élevée. Il vaut mieux utiliser des aérateurs conçus pour des eaux usées industrielles.

Avant d'installer des aérateurs, il vaut la peine d'en étudier soigneusement tous les avantages et les inconvénients. Il existe d'autres méthodes permettant de maîtriser les odeurs, tel qu'un couvert permanent ou flottant sur le réservoir. Même si l'aération donne des résultats quand le système est bien conçu, les producteurs en viennent la plupart du temps à la conclusion que les coûts qu'ils représentent sont très difficiles à justifier.

La présente fiche technique a été rédigée par **Don Hilborn**, ingénieur, sous-produits, et **Jake DeBruyn**, ingénieur, intégration des nouvelles technologies, MAAARO, London.

## NOTES PERSONNELLES

## **Connaissez-vous la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* de l'Ontario et la réglementation connexe?**

La *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* (LGEN) de l'Ontario et le Règlement 267/03, tels que modifiés, régissent l'entreposage, la manutention et l'épandage des matières nutritives qui peuvent être épandues sur des terres agricoles cultivées. L'objectif est de protéger les ressources en eaux de surface et souterraines de l'Ontario.

Veillez consulter le Règlement et ses protocoles pour connaître les modalités précises d'application de la LGEN. Les conseils contenus dans la présente fiche technique sont d'ordre pratique seulement. Pour toute question concernant vos obligations juridiques, adressez-vous à un avocat.

Pour de plus amples renseignements sur la LGEN, vous pouvez appeler la ligne d'information dédiée à la gestion des éléments nutritifs au 1 866 242-4460, envoyer un courriel à [nman@omaf.gov.on.ca](mailto:nman@omaf.gov.on.ca) ou visiter le site [www.omaf.gov.on.ca](http://www.omaf.gov.on.ca).

Les fiches techniques sont constamment mises à jour; assurez-vous d'avoir en main la version la plus récente.

---

Centre d'information du MAAARO

1 877 424-1300

[ag.info@omafra.gov.on.ca](mailto:ag.info@omafra.gov.on.ca)

[www.omafra.gov.on.ca](http://www.omafra.gov.on.ca)

---

POD

ISSN 1198-7138

Also available in English

(Order # 04-033)

