

Gestion optimale des engrais de ferme

Module 4 – Fertilisation

FEUILLET 4-C

Introduction	1
Comment déterminer la valeur fertilisante des engrais de ferme?	2
Méthode de détermination de la valeur fertilisante des engrais de ferme	3
Un exemple concret	9
Comment optimiser l'emploi des engrais de ferme?	10
Appliquer la bonne dose	10
Intervenir au bon moment	10
Intervenir de la bonne façon	11
Pour en savoir plus	16
Annexe 1. Procédures recommandées pour l'échantillonnage des engrais de ferme	17
Annexe 2. Facteurs de conversion	19

Introduction

Tous les types d'engrais de ferme (fumiers, lisiers, purins) ont prouvé leur efficacité à fertiliser les sols et les grandes cultures. Ils constituent une source importante d'**éléments fertilisants** (majeurs et mineurs) et peuvent contribuer à amender le sol en **matière organique**⁽¹⁾. Leur usage fréquent aide à **réduire la dégradation des propriétés physiques et biologiques du sol**. Par conséquent, en raison de leurs effets bénéfiques sur la productivité des sols, les engrais de ferme permettent de **hausser à moyen et à long termes le potentiel de rendement** de la majorité des types de sol rencontrés au Québec. Leur emploi peut également contribuer à **réduire les coûts** associés à la fertilisation des cultures.

Au même titre que lorsque l'on fertilise avec des engrais minéraux, trois objectifs fondamentaux sont à poursuivre lors de la fertilisation avec des engrais de ferme :

- répondre adéquatement et sans excès aux besoins des cultures ;
- redresser rapidement et économiquement le niveau de fertilité des sols pauvres ;
- réduire les risques de pollution.

1. Voir le [module 3](#) pour obtenir plus d'information à ce sujet.



Épandage de lisier
en postlevée dans un
champ de maïs-grain

Denis Côté, IRDA

Pour atteindre ces objectifs, il est important de **connaître à fond ses sols** (niveau de fertilité, potentiel, limitations, etc.), de bien **déterminer la valeur fertilisante** des engrais de ferme et d'utiliser des **pratiques d'épandage optimales**. Le présent feuillet fournit de l'information à cet effet.

Comment déterminer la valeur fertilisante des engrais de ferme ?

Les éléments nutritifs présents dans les engrais de ferme existent **sous deux formes : minérale et organique**. Une certaine proportion de la fraction minérale est directement utilisable par les cultures. Les éléments nutritifs associés à la fraction organique des engrais de ferme doivent par contre être convertis en des formes minérales avant de pouvoir être assimilés par les plantes. Ce processus - la **minéralisation** - est accompli par les micro-organismes du sol. Son intensité et sa vitesse dépendent des caractéristiques de l'engrais de ferme (ex.: rapport C/N, stade de décomposition, etc.) et de plusieurs autres facteurs (caractéristiques du sol, mode d'épandage, conditions climatiques, etc.).

Le **rapport entre les fractions minérale et organique** influence grandement la **disponibilité de l'azote** des engrais de ferme. Les engrais de ferme qui ont une **fraction minérale importante** (rapport fraction minérale/fraction organique élevé) libèrent rapidement leur azote, et cela, sur une période plutôt courte. Le lisier de porc en est un exemple (voir la figure 1). À l'inverse, la mise en disponibilité de l'azote des engrais de ferme comportant une **fraction organique importante** est plus lente et s'effectue sur une période plus longue. Les fumiers pailleux, par exemple, présentent de telles caractéristiques (voir figure 1). Le **rapport entre le carbone et l'azote** (rapport C/N) constitue également un indice intéressant pour évaluer la disponibilité de l'azote. Un rapport C/N élevé indique que la matière organique de l'engrais de ferme se décomposera lentement et que l'azote sera mis en disponibilité graduellement et sur une période prolongée (voir la figure 1).

Figure 1. CARACTÉRISTIQUES ET DISPONIBILITÉ DE L'AZOTE DANS LES PRINCIPAUX ENGRAIS DE FERME

Engrais	Type d'azote	Rapport C/N	Efficacité relative (1 ^{re} année)	Mise en disponibilité	Période d'épandage idéale
Lisier de porcs	Ammoniacal	3	100 %	Rapide	Postémurgence maïs
Lisier de volailles	Organique	25	50 %	Lente	Chaume céréales (août)
Lisier de bovins					
Fumier de volailles					
Fumier de bovins					
Fumier de bovins pailleux					

Louis Robert, MAPAQ

Les éléments nutritifs associés à la **fraction minérale** des engrais de ferme sont exposés à des pertes par **ruissellement, lessivage, érosion, volatilisation** ou par **dénitrification**. Ils peuvent de plus subir des **changements chimiques les rendant non disponibles aux cultures** (ex.: fixation et rétroversion du phosphore et du potassium, conversion en des formes organiques, etc.). L'**érosion** du sol ainsi que le **ruissellement** peuvent également entraîner des pertes chez les éléments nutritifs associés à la fraction **organique**.

Par conséquent, pour **déterminer la valeur fertilisante des engrais de ferme**, c'est-à-dire la quantité d'éléments nutritifs qu'ils peuvent apporter aux cultures, il faut bien connaître leur **composition chimique** (ex.: teneurs totales en N-P-K, rapport C/N, etc.). Il faut aussi établir la **disponibilité au champ des éléments nutritifs** et tenir compte, autant que cela est possible, des **pertes** à survenir.

Différentes méthodes de calcul ont été développées pour déterminer la valeur fertilisante des engrais de ferme. Celle qui est **habituellement employée et reconnue au Québec** est décrite dans les pages qui suivent. Cette dernière permet d'établir les quantités d'azote, de phosphore et de potassium qu'apportent les engrais de ferme aux cultures au cours de la **première saison de croissance** suivant leur épandage.

Arrière-effets des engrais de ferme

Une certaine partie de l'azote associé aux engrais de ferme est mise en disponibilité après la première saison de croissance et peut **bénéficier aux cultures pratiquées dans les années subséquentes**. Cet effet est appelé l'arrière-effet. Plus un engrais de ferme a une faible efficacité en première année, plus important sera son arrière-effet au cours des années suivantes. Lorsqu'il y a des **apports fréquents** d'engrais de ferme, les arrière-effets peuvent **s'accumuler** et contribuer de façon appréciable à l'apport azoté.

La prise en considération des arrière-effets devrait surtout se faire **lorsqu'on arrive déjà à bien évaluer la valeur fertilisante de ses engrais de ferme pour la première saison de croissance**. Cela peut alors contribuer à raffiner la régie de fertilisation. Certaines procédures permettent d'évaluer les arrière-effets associés aux principaux engrais de ferme. Celles-ci ne sont cependant pas présentées dans ce feuillet. Pour en savoir plus, consultez un spécialiste.

Méthode de détermination de la valeur fertilisante des engrais de ferme⁽²⁾

MISE EN GARDE: Quoiqu'elle donne de bons résultats dans la plupart des situations, la méthode présentée ci-après demeure basée sur des estimations. Chaque engrais de ferme, chaque sol et chaque culture comportent ses **particularités**. La meilleure façon d'évaluer précisément la valeur fertilisante de ses engrais de ferme est de bien connaître **leurs caractéristiques et de suivre ses cultures**. La mise en place d'**essais à la ferme** visant à valider les estimations réalisées s'avère également très utile à cet effet.

2. Tiré et adapté de CPVQ (1996b).



Analyse rapide de l'azote dans les engrais de ferme

Certains instruments de mesure peuvent être employés pour déterminer rapidement, sur le lieu d'entreposage ou lors de l'épandage, la teneur en azote des engrais de ferme, tels les lecteurs AGROS et QUANTOFIX.

Échantillonnage des engrais de ferme : la rigueur est de mise

Les résultats d'analyse provenant d'échantillons prélevés de façon non rigoureuse et non représentative donnent un **faux portrait** de la composition chimique réelle des engrais de ferme et **n'ont aucune utilité**. Pour obtenir une précision acceptable, la détermination de la valeur fertilisante des engrais de ferme doit reposer sur l'emploi de résultats d'analyse fiables. Chaque fois que vous échantillonnez les engrais de ferme, il est donc important de vous assurer que la méthode utilisée est adéquate. L'annexe 1 présente les procédures à suivre pour différents types d'engrais de ferme et d'entreposage.

ÉTAPE 1. Établir la composition chimique de l'engrais de ferme

La composition chimique des engrais de ferme **varie souvent considérablement d'une exploitation à une autre** et cela, même si les éléments suivants sont semblables :

- la régie des élevages (composition du troupeau, programme alimentaire, eaux de lavage et de dilution, litière, équipement d'abreuvement, etc.);
- le mode d'entreposage et de gestion des engrais de ferme (solide ou liquide);
- le traitement des engrais de ferme (ex. : compostage, séparation de phase, etc.);
- la technique de reprise des engrais de ferme.

Des variations appréciables dans le temps sont également observées à **l'intérieur d'une même structure d'entreposage**. Ces dernières sont en grande partie attribuable à l'influence de facteurs tels que :

- la durée d'entreposage;
- les conditions climatiques (précipitations, température, etc.).

L'analyse de vos propres engrais de ferme est la meilleure façon d'établir leur composition chimique. Faites-le **régulièrement**. Cela permet d'établir au fil des années une **moyenne** représentative. Lorsqu'il y a plusieurs périodes d'épandage (ex. : au printemps avant le semis, en postlevée, etc.), il est également recommandé de procéder à des analyses pour chacune de celles-ci.

En l'absence de résultats d'analyse, on peut estimer la composition chimique des engrais de ferme à partir de :

- valeurs moyennes provenant de la littérature, comme celles fournies au tableau 1 ou apparaissant dans le *Guide régional sur la composition des fumiers et lisiers utilisés sur les fermes de la Montérégie-Est* (Choquette et al., 1997);
- l'évaluation des rejets en azote et en phosphore par les animaux d'élevage. Pour en savoir plus à ce sujet, consultez le document *Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage* (CPVQ, 1998).

Rappelez-vous que les estimations doivent être employées seulement s'il est impossible de faire analyser vos propres engrais de ferme et si vous ne disposez pas déjà de résultats d'analyse fiables.

Tableau 1. COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE DES PRINCIPAUX ENGRAIS DE FERME

Engrais de ferme	Matière sèche (%)	Densité apparente	Valeur moyenne (kg/t)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fumier					
Bovin laitier égoutté	24,0	0,75	5,5	3,8	5,4
Bovin laitier non égoutté	17,0	0,85	5,2	3,3	4,7
Bovin (semi-liquide ou pâteux)	9,3	0,90	3,8	1,8	3,6
Bovin de boucherie (parquet)	30,0	0,75	6,6	4,0	6,6
Volaille sur litière	57,0	0,50	27,0	25,0	13,0
Chevaux sur litière	25,0	0,70	5,0	2,0	4,0
Mouton sur litière	55,0	0,60	14,0	8,0	12,0
Chèvre sur litière	35,0	0,70	14,0	7,0	17,0
Lapin	57,0	0,60	18,0	18,0	10,0
Compost de bovin (jeune)	23,0	0,70	6,7	6,3	8,1
Purin					
Purin de bovin (purot)	1,0	1,0	0,5	0,2	1,5
Purin de bovin (pompage du muret)	2,3	1,0	1,8	0,6	2,8
Lisier					
Lisier de bovin	5,7	1,0	2,7	1,4	3,1
Lisier de porc à l'engraissement ^(a)	3,5	1,0	3,7	2,5	2,2
Lisier maternité ^(a)	3,6	1,0	3,2	2,9	1,6
Lisier de volaille dense	10,0	1,0	20,0	15,0	7,0
Lisier de volaille dilué	5,0	1,0	10,0	7,0	3,0

Tiré de CPVQ (1995)

a) Le contenu en azote du lisier de porc est très variable. Lorsqu'il est prévu de combler près de 100% des besoins en azote des cultures avec ce type d'engrais de ferme, il est recommandé d'éviter de recourir à des estimations de la teneur en azote et de procéder plutôt à des analyses.

ÉTAPE 2. Déterminer quels sont les coefficients moyens d'efficacité des éléments nutritifs associés à l'engrais de ferme

Pendant la saison, seule une partie de la fraction organique des engrais de ferme a le temps de se minéraliser et de libérer des éléments nutritifs assimilables par les cultures. Le **coefficient moyen d'efficacité** aide à estimer quelle quantité d'azote, de phosphore ou de potassium assimilables sera relâchée pendant la saison de croissance. Il se définit comme étant le rapport (en%) de l'efficacité d'un élément nutritif (analyse totale⁽³⁾) de l'engrais de ferme par rapport au même élément présent dans un engrais minéral de référence. Le tableau 2 montre, pour plusieurs types d'engrais de ferme, les coefficients d'efficacité à utiliser en fonction du type de sol présent.

Pour établir l'efficacité de l'azote, du phosphore et du potassium d'un engrais de ferme :

- identifiez les coefficients moyens d'efficacité correspondant à votre situation dans le tableau 2;
- multipliez les teneurs en N_{total}, P₂O₅_{total} et K₂O_{total} de l'engrais de ferme (établies à l'étape 1) par ces coefficients.

Consultez également l'exemple de calcul présenté plus loin dans ce feuillet.

3. L'analyse totale comprend toutes les formes minérales et organiques d'un élément donné (ex. : azote, phosphore, potassium, etc.).



**Tableau 2. COEFFICIENTS MOYENS D'EFFICACITÉ (ÉQUIVALENT MINÉRAL 1^{re} ANNÉE)
DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS DES PRINCIPAUX ENGRAIS DE FERME
(% DU TOTAL)**

Type d'engrais de ferme	N		P ₂ O ₅	K ₂ O ^(a)
	Sable	Autres	Tous les sols	Tous les sols
Bovins				
Fumier	55	45	65	80 à 100
Lisier et purin	60	50	80	80 à 100
Porcs				
Lisier	70	60	80	80 à 100
Volaille				
Fumier	75	65	65	80 à 100
Lisier	85	75	80	80 à 100

Tiré et adapté de CPVQ (1996b)

a) Utilisez le plus faible pourcentage lorsque le niveau de fertilité en potassium des sols est faible. Dans les sols riches en potassium ou à la suite d'applications répétées d'engrais de ferme, employez un coefficient de 100 %.

ÉTAPE 3. Évaluer les pertes en azote liées au mode d'épandage et au délai d'incorporation

Une partie de l'azote contenue dans les engrais de ferme est sous forme ammoniacale (N NH₄). Cette fraction peut être partiellement ou totalement perdue par **volatilisation**⁽⁴⁾. Plus l'engrais de ferme demeure longtemps en surface après l'épandage, plus il est sujet à des pertes ammoniacales par volatilisation. La meilleure façon de minimiser les pertes consiste donc à réaliser une **incorporation le plus rapidement possible après l'épandage**.

Des indices, représentatifs des conditions québécoises, permettent d'évaluer les pertes en azote liées au mode d'épandage et au délai d'incorporation (voir le tableau 3).

Pour tenir compte des pertes en azote liées au mode d'épandage et au délai d'incorporation :

- identifiez dans le tableau 3 l'indice de perte s'appliquant au mode d'épandage employé pour l'engrais de ferme considéré ;
- divisez la valeur en azote obtenue à l'étape 2 par la valeur de cet indice.

Consultez également l'exemple de calcul présenté plus loin dans ce feuillet.

4. Les engrais minéraux à base d'ammoniac (ex.: urée) sont également sujets à des pertes par volatilisation.

Tableau 3. INDICES DES PERTES D'AZOTE LIÉES AU MODE D'ÉPANDAGE ET AU DÉLAI D'INCORPORATION

	Porcs	Bovins			Volailles		Autres	
		Lisier	Purin	Fumier	Lisier	Fumier	Cheval	Mouton
Incorporation immédiate à moins de 10 cm								
	1	1	1		1			
Aéroaspersion								
Incorporé < 24 heures	1,2	1,2	1,2		1,3			
Incorporé < 48 heures	1,3	1,3	1,3		1,4			
Incorporé < 1 semaine	1,4	1,4	1,4		1,5			
Laissé en surface	1,4	1,4	1,4		1,5			
Aspersion (rampe)								
Incorporation simultanée	1	1	1		1			
Incorporé < 24 heures	1,1	1,1	1,1		1,2			
Incorporé < 48 heures	1,2	1,2	1,2		1,3			
Incorporé < 1 semaine	1,3	1,3	1,3		1,4			
Laissé en surface	1,3	1,3	1,3		1,4			
Épandeur - fumier frais								
Incorporé < 24 heures				1,1	1,3	1,1	1,2	
Incorporé < 48 heures				1,2	1,4	1,2	1,3	
Incorporé < 1 semaine				1,3	1,5	1,3	1,4	
Laissé en surface				1,3	1,5	1,3	1,4	

Tiré et adapté de CPVQ (1996b)

ÉTAPE 4. Évaluer les pertes en azote liées à la date d'épandage et en fonction du type de sol

Tout comme pour les engrais minéraux, l'azote minéral provenant des engrais de ferme demeure sujet à des pertes après les épandages (avec ou sans incorporation), notamment par dénitrification, lessivage et ruissellement. Bien qu'ils ne soient pas les seuls facteurs à intervenir, le **délai entre l'épandage et l'établissement de la culture** ainsi que la **texture du sol** jouent un rôle important dans l'ampleur de ce type de pertes.

De façon générale, les pertes en azote sont plus élevées :

- lorsque le délai entre l'épandage et l'établissement de la culture est **long** ;
- dans les **sols sableux**.

La prise en considération des **indices** retrouvés au tableau 4 permet de rajuster la valeur azotée des engrais de ferme en fonction de la date d'épandage et de la texture du sol.

Pour tenir compte des pertes en azote liées à la date d'épandage et en fonction du type de sol :

- identifiez dans le tableau 4 l'indice de perte s'appliquant à la situation ;
- divisez la valeur en azote obtenue à l'étape 3 par la valeur de cet indice.

Consultez également l'exemple de calcul présenté plus loin dans ce feuillet.

Tableau 4. INDICES DES PERTES D'AZOTE LIÉES À LA DATE D'ÉPANDAGE ET EN FONCTION DU TYPE DE SOL

Date d'apport	Cultures annuelles		Prairies	
	Sable	Autres	Sable	Autres
Indices pour le lisier				
Printemps-été	1,1	1	1,1	1
Automne^(a)	1,8	1,4	1,6	1,4
Indices pour le fumier solide				
Printemps-été	1	1	1	1
Automne^(b)	1,4	1,3	1,3	1,2

Tiré et adapté de CPVQ (1996b)

a) L'application d'automne n'est pas recommandée dans la plupart des situations.

b) Dans les situations où le ruissellement et le lessivage des éléments solubles sont à craindre, l'application de fumier solide à l'automne n'est pas recommandée.

ÉTAPE 5. Évaluer les pertes d'efficacité du phosphore et du potassium liées à la date d'épandage et en fonction du type de sol

L'application de phosphore et de potassium à l'automne réduit leur efficacité. Un délai important entre l'application et l'établissement de la culture permet la fixation d'une partie des deux éléments par le sol, les rendant ainsi non assimilables par les cultures. Le potassium est également exposé plus longtemps à des pertes par **lessivage**. Il faut aussi tenir compte de ces aspects lorsqu'on détermine la valeur fertilisante des engrais de ferme. Les indices apparaissant dans le tableau 5 permettent de le faire.

Pour tenir compte de la perte d'efficacité du phosphore et du potassium en relation avec la date d'épandage et en fonction du type de sol :

- identifiez l'indice à considérer dans le tableau 5 ;
- divisez les quantités de P_2O_5 et de K_2O obtenues à l'étape 2 par la valeur de cet indice.

Consultez également l'exemple de calcul présenté plus loin dans ce feuillet.

Tableau 5. INDICES DES PERTES D'EFFICACITÉ DU P_2O_5 ET DU K_2O LIÉES À LA DATE D'ÉPANDAGE ET EN FONCTION DU TYPE DE SOL

Période d'épandage	$P_2O_5^{(a)}$	$K_2O^{(b)}$	
	Tous les sols	Sable	Autres sols
Printemps-été	1	1	1
Automne	1,6	1,4	1,1

Tiré et adapté de CPVQ (1996b)

a) Les pertes de P_2O_5 proviennent de la fixation et de la rétroversion.

b) Les pertes de K_2O proviennent du lessivage et de la fixation.

OBJECTIF VISÉ: Application d'une dose de 40 kg/ha P_2O_5 avec un lisier de porcs contenant 2,9 kg N/t, 1,8kg P_2O_5 et 3,3 kg K_2O /t épandu en postlevée avec une rampe et incorporé en moins de 24 heures sur un loam limoneux pour fertiliser une culture de maïs-grain

Étape et description des calculs	Valeur fertilisante du lisier (kg/tonne humide)		
	N	P_2O_5	K_2O
1. Établir la composition chimique de l'engrais de ferme			
Selon les résultats d'analyse (matière sèche = 6,2 %, densité estimée à 1,0 m ³ /tonne).	2,9	1,8	3,3
2. Déterminer quels sont les coefficients moyens d'efficacité des éléments nutritifs associés à l'engrais de ferme			
Selon le tableau 2, les coefficients d'efficacité à considérer sont les suivants :			
50 % pour l'azote (N),	2,9	1,8	3,3
80 % pour le phosphore (P_2O_5),	$\times 50 \%$	$\times 80 \%$	$\times 90 \%$
90 % pour le potassium (K_2O)	1,45	1,44	2,97
3. Évaluer les pertes en azote liées au mode d'épandage			
Selon le tableau 3, un indice égal à 1,1 est à considérer.	1,45 $\div 1,1$		
	1,32	1,44	2,97
4. Évaluer les pertes en azote liées à la date d'épandage et en fonction du type de sol			
Selon le tableau 4, un indice égal à 1,0 est à considérer.	1,32 $\div 1,0$		
	1,32	1,44	2,97
5. Évaluer les pertes d'efficacité du phosphore et du potassium liées à la date d'épandage et en fonction du type de sol			
Selon le tableau 5, il faut considérer les coefficients suivants :			
1,0 pour le phosphore (P_2O_5),		1,44 $\div 1,0$	2,97 $\div 1,0$
1,0 pour le potassium (K_2O).	1,32	1,44	2,97
Valeur fertilisante à considérer	1,3	1,4	3,0

- Pour apporter 40 kg P_2O_5 / ha, une dose de 29 tonnes/ha de lisier (40/1,4) sera requise ;
- considérant une densité apparente de 1,0 t/m³, cela représente 29 m³/ha, soit 29 000 l/ha (2 582 gal Imp/acre) (voir les facteurs de conversion présentés à l'annexe 2) ;
- la fertilisation totale équivaudra ainsi à 38 kg/ha d'azote (N), 40 kg/ha de phosphore (P_2O_5) et 87 kg/ha de potassium (K_2O).

Comment optimiser l'emploi des engrais de ferme⁽⁵⁾ ?

La capacité maximale d'absorption des sols est variable. En moyenne, elle se situe entre **20 et 40 m³/ha** de lisier ou de purin (BPR, 1990).

Les risques de ruissellement sont diminués par l'incorporation du lisier ou du purin ou si la surface du sol présente une rugosité importante ou une bonne couverture de résidus. Cela est particulièrement important lorsque la dose est élevée.

Il est généralement recommandé d'épandre **moins de 30 m³/ha** de lisier ou de purin par application en présence de sols sableux ou graveleux.

Dans le but de rencontrer les besoins en azote de la culture ou d'atteindre des doses pouvant être appliquées avec les équipements d'épandage, il est envisageable, au cours de **certaines saisons**, de dépasser quelque peu les besoins en phosphore. **Sur plusieurs années, il est cependant essentiel de rééquilibrer les apports en phosphore.** Pour y arriver, il faut que l'excédent de phosphore apporté pendant certaines saisons soit prélevé par les cultures subséquentes.

En plus de leur composition chimique, la façon d'utiliser les engrais de ferme a une grande incidence sur leur efficacité et les risques environnementaux leur étant associés. Les renseignements apparaissant ci-après identifient des pratiques et des mesures favorisant un usage optimal des engrais de ferme.

Appliquer la bonne dose

La dose d'épandage des engrais de ferme doit :

- être compatible avec le programme **de fertilisation établi pour la culture**⁽⁶⁾ (la dose maximale est atteinte lorsque les exigences de l'un des éléments nutritifs (N, P₂O₅ ou K₂O) sont comblées) ;
- comporter une **charge hydraulique** (quantité de liquide par unité de surface) limitant les risques de ruissellement et adaptée en particulier à la capacité d'absorption du sol et à sa pente ;
- limiter les risques de **lessivage**, en particulier dans les sols sableux et graveleux.

La **richesse en phosphore du sol** constitue souvent un facteur limitant à l'égard de la dose d'épandage des engrais de ferme. Les besoins annuels en phosphore (P₂O₅) des cultures, et non ceux en azote, sont en effet les premiers comblés lorsque le sol comporte une teneur en phosphore assimilable élevée. On doit éviter d'enrichir **en phosphore des sols qui en contiennent déjà beaucoup**. À cet égard, la limitation du dosage des engrais de ferme s'avère indispensable.

Rappelez-vous que pour obtenir la bonne dose d'application des engrais de ferme, il est également important de s'assurer de la **précision des équipements d'épandage**. Le **feuillet 4-D** fournit des renseignements à cet effet.

Intervenir au bon moment

L'efficacité des éléments nutritifs provenant des engrais de ferme est maximale lorsque les épandages se font pendant la **période de croissance des cultures**. Les pertes liées à la date d'épandage sont en effet plus faibles pendant le printemps et l'été (revoir à cet effet les tableaux 4 et 5). La présence de végétation réduit aussi considérablement les risques de contamination des eaux en absorbant une partie importante des éléments nutritifs et en limitant le **ruissellement** et l'**érosion**.

La réalisation d'épandages lorsque la **saturation en eau** des sols est faible limite par ailleurs la solubilisation et la migration des éléments nutritifs vers les cours d'eau⁽⁷⁾. Cela réduit également les risques de **compaction**.

5. Prenez connaissance également des renseignements apparaissant dans le **feuillet 4-A**. Il expose les principes de base d'une gestion optimale des éléments nutritifs.
6. Consultez le **feuillet 4-B** pour connaître la démarche à suivre pour déterminer les besoins de fertilisation des cultures. Assurez-vous également de bien évaluer la valeur fertilisante des engrais de ferme (voir antérieurement dans le présent feuillet).
7. Référez-vous au **module 1** pour obtenir plus de précisions sur les impacts potentiels des épandages d'engrais de ferme sur les eaux de surface et sur les eaux souterraines.

Les **meilleures périodes** pour épandre les engrais de ferme sont celles pendant lesquelles :

- il y a présence d'un couvert végétal en croissance;
- les sols sont **bien drainés et moins sujets à la saturation en eau**.

Autant que possible, effectuez l'épandage des **fumiers dont le rapport C/N est inférieur à 12 ainsi que du purin et du lisier** :

- en présemis incorporé;
- en postlevée;
- après les coupes de foin;
- après la récolte des céréales ou du canola (dans ce cas, privilégiez la repousse de végétation en laissant germer les graines non récoltées);
- avant le semis d'un engrais vert.

Si vous disposez de différents types d'engrais de ferme, privilégiez l'épandage en fin de saison des **fumiers solides comportant un rapport C/N supérieur à 12**. Appliquez alors des doses qui ne sont pas excessives et procédez immédiatement à l'incorporation.

À quelle profondeur incorporer les engrais de ferme ?

De façon générale, l'**incorporation** doit permettre de bien mélanger l'engrais de ferme avec le sol sans l'enfouir trop profondément. On recommande ainsi généralement d'incorporer à **moins de 10 cm de profondeur**.

Planifiez bien vos travaux d'épandage !

Une planification rigoureuse des travaux d'épandage aide à intervenir au bon moment avec les engrais de ferme. Pour chaque champ, déterminez à l'avance les **périodes d'intervention**, le **type d'engrais de ferme** à employer et les **doses** à appliquer. Assurez-vous également que les équipements seront **prêts et disponibles** lorsque viendra le temps de réaliser les travaux. Si vous faites affaire avec un entrepreneur en épandage, soyez particulièrement vigilant à cet égard. Lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir suffisamment de disponibilité auprès des entrepreneurs en épandage de la région, la formation d'un groupe de producteurs utilisant des équipements communs (ex. : CUMA) peut constituer une solution de rechange intéressante.

Dans les sols très perméables, la concentration élevée de lisier peut brûler les racines du maïs

Denis Côté, IRDA

Intervenir de la bonne façon

Lorsque cela est possible, privilégiez l'**incorporation au sol** des engrais de ferme. Elle réduit les risques de migration des éléments nutritifs et des agents pathogènes dans les eaux de ruissellement. Cette pratique limite aussi les pertes d'azote par volatilisation (revoir à cet effet le tableau 3) et diminue les odeurs. L'incorporation est plus efficace lorsqu'elle est réalisée rapidement. Le tableau 6 présente sommairement, pour tous les types de travail du sol, quelques équipements pouvant servir à incorporer les engrais de ferme au sol.

Le tableau 7 apparaissant à la fin de la présente section résume les risques de contamination des eaux et de compaction du sol associés à différentes périodes et à divers modes d'application des engrais de ferme.



Les coultres injecteurs enfouissent le lisier profondément et dans une zone concentrée

Denis Côté, IRDA

Tableau 6. ÉQUIPEMENTS PERMETTANT D'INCORPORER LES ENGRAIS DE FERME AU SOL


Équipement	Commentaires et système de travail du sol
Charrue à versoirs  Denis Côté, IRDA	<ul style="list-style-type: none"> - L'incorporation des engrais de ferme appliqués en fin de saison par un labour est praticable. La charrue à versoirs a cependant tendance à enfouir les engrais de ferme trop profondément, sans les mélanger suffisamment au sol. Il est recommandé de faire un labour dressé (plutôt que couché), car cela favorise une meilleure répartition de l'engrais de ferme dans la couche de sol travaillée. 
Chisel/Pulvérisateur à disques (offset)  Denis Côté, IRDA	<ul style="list-style-type: none"> - Le chisel et le pulvérisateur à disques lourd conviennent bien à l'incorporation des engrais de ferme. Ces équipements favorisent en effet un mélange plus uniforme que la charrue à versoirs. - Il est important d'ajuster adéquatement ces équipements, de façon à ne pas faire un enfouissement trop profond. 
Vibroculteur/Herse à disques  Denis Côté, IRDA	<ul style="list-style-type: none"> - Le passage d'un vibroculteur ou d'une herse à disques après l'épandage est la meilleure façon d'incorporer au sol les engrais de ferme appliqués en présemis au printemps.  
Sarclours pour les entre-rangs (légers et lourds)  Denis Côté, IRDA	<ul style="list-style-type: none"> - Un sarclage après une application en postlevée de lisier ou de purin (avec une rampe munie de pendillards) et de fumier (avec un épandeur) permet de les incorporer, tout en réprimant les mauvaises herbes. - Certains systèmes permettent de réaliser l'incorporation et le sarclage simultanément. - Le sarclage améliore l'efficacité fertilisante des engrais de ferme et réduit de façon appréciable les risques de pertes par ruissellement.    
Systèmes d'incorporation combinés à une citerne à lisier ou à un boyau d'alimentation flexible  Denis Côté, IRDA	<ul style="list-style-type: none"> - Différents systèmes permettent d'incorporer le lisier ou le purin dans le sol à une profondeur pouvant atteindre jusqu'à 10 cm. - Plusieurs systèmes conviennent très bien aux applications en postlevée. - Dans certaines situations, il est aussi possible de les utiliser en présemis ou en fin de saison sur des champs récoltés. - Certains sols rocailleux ou compactés peuvent ne pas convenir à l'emploi de ces équipements.    

Tableau 7. RISQUES DE CONTAMINATION DES EAUX ET DE COMPACTION DU SOL ASSOCIÉS À DIFFÉRENTES PRATIQUES D'ÉPANDAGE

Pratique d'épandage	Risque de contamination des eaux ^(a)	Risque de compaction du sol ^(b)	Système de travail du sol où la pratique est envisageable			
			Travail conventionnel	Travail réduit	Culture sur billons	Semis direct
En présemis sans incorporation	+++++	+++				
En présemis avec incorporation	+++	+++	×	×		
En postlevée sans incorporation	++	+	×	×	×	×
En postlevée avec incorporation (par injection ou sarclage)	+	+	×	×	×	×
En fin d'été après la récolte de cultures hâtives (ex. : céréales, légumes de conserverie), sans incorporation	+++++	+	×	×		
En fin d'été après la récolte de cultures hâtives (ex. : céréales, légumes de conserverie), avec incorporation	++++	+	×	×		
En fin d'été après la récolte de cultures hâtives (ex. : céréales, légumes de conserverie), avec incorporation et engrais vert	+++	+	×	×		
En fin de saison après la récolte de cultures tardives (ex. : maïs), sans incorporation	+++++	++	×	×		
En fin de saison après la récolte de cultures tardives (ex. : maïs), avec incorporation	++++	++	×	×		

a) Risques habituellement présents pendant la période concernée pour des doses d'épandage respectant les besoins en fertilisation des cultures. Comme chaque saison comporte ses particularités climatiques et comme chaque champ a ses propres caractéristiques, les risques réels peuvent cependant s'avérer plus faibles ou plus élevés dans certains cas (+ : risque faible, +++++ : risque élevé).

b) Risques habituellement présents pendant la période concernée lorsque la charge de poids imposée au sol est raisonnable. Comme chaque saison comporte ses particularités climatiques et comme chaque champ a ses propres caractéristiques, les risques réels peuvent cependant s'avérer plus faibles ou plus élevés dans certains cas (+ : risque faible, +++ : risque élevé).



- Lisier de porc épandu en post-levée de l'orge avec une rampe d'épandage à déflecteurs multiples
- Application de fumier solide en postlevée du maïs

Denis Côté, IRDA

Entreprises faisant face à des surplus d'engrais de ferme : quelles sont les avenues à explorer ?

Avec la mise en place de pratiques optimales de fertilisation, plusieurs entreprises de production animale constatent qu'elles génèrent des quantités d'engrais de ferme supérieures à la capacité des sols qu'elles cultivent. Comment minimiser ces surplus ? Parmi les approches à envisager, on peut souligner les suivantes :

- **modifier certains aspects de l'alimentation** du troupeau (par exemple, l'utilisation de la phytase en productions porcine et avicole pour réduire les rejets en phosphore);
- **restreindre au minimum l'emploi des engrais minéraux à base de phosphore** (ex.: mener des essais à la ferme visant à réduire le phosphore dans les démarreurs);
- signer et mettre en œuvre des **ententes d'épandage*** avec des entreprises qui ont la capacité de recevoir des engrais de ferme pour fertiliser leurs cultures et/ou **augmenter les superficies cultivables** par la location ou l'achat de terres;
- confier la gestion des surplus à un **organisme de gestion des fumiers***;
- signer une **entente de traitement** avec un centre de compostage reconnu*;
- **séparer les phases solides et liquides du lisier** à l'aide d'équipements spécialisés afin d'obtenir plus de flexibilité au plan de la fertilisation (il en résulte deux produits ayant des teneurs différentes en éléments fertilisants, ce qui permet de mieux répondre aux besoins des divers sols de la ferme et/ou d'exporter celui qui est le plus riche en l'élément en excès).

* Dans ces situations, l'exportation des engrais de ferme les plus riches en l'élément nutritif en excès permet, lorsque cela est possible, de résoudre plus rapidement les problèmes de surplus.

Pour en savoir plus

- ▶ **BPR.** 1990. Évaluation des épandeurs à lisier utilisés au Québec en vue de leur optimisation. Résumé du rapport final du projet PARDE 3331.05.88.14 N/D R99 88 54, présenté au Bureau de la coordination de la recherche et du développement en environnement, ministère de l'Environnement du Québec. Les consultants BPR, Division agriculture et génie rural. 27 p. + annexes.
- ▶ **CHOQUETTE, S., P. LEDUC et R. RIVEST.** 1997. Guide régional sur la composition des fumiers et lisiers utilisés sur les fermes de la Montérégie-Est (région 16). Rapport final 1996-1997. Bureau de renseignements agricoles de Saint-Hyacinthe et Société d'Agriculture du Comté de Saint-Hyacinthe. 32 p.
- ▶ **CÔTÉ, D.** 1994. « Des recherches sur la fertilisation avec les engrais de ferme ». Le producteur de lait québécois. Février, p. 19-21.
- ▶ **CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC inc.** 1995. Coefficients d'efficacité des engrais de ferme. Bulletin technique 22. Conseil des productions végétales du Québec inc. 22 p.
- ▶ **CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC inc.** 1996a. Compte-rendu des conférences du Colloque sur la fertilisation intégrée des sols, Conseil des productions végétales du Québec inc. 257 p.
- ▶ **CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC inc.** 1996b. Grilles de référence en fertilisation. 2^e édition. AGDEX 540. Conseil des productions végétales du Québec, inc., publication. 02-9605. 128 p.
- ▶ **CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC inc.** 1998. Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage. Bovins laitiers, bovins de boucherie, porcs. Comité *ad hoc* sur l'agroenvironnement, Conseil des productions animales du Québec inc. 31 p.
- ▶ **ENVIROSOL.** 1996. Évaluation de l'efficacité de la pratique d'épandage du fumier de volaille en postlevée dans le maïs. Rapport final. Entente auxiliaire Canada-Québec pour un environnement durable en agriculture. Programme d'aide à l'innovation technologique. 36 p. + annexes.
- ▶ **LAVOIE, M.** 1996. « Fertiliser quelles cultures et à quel moment ». Pages 142-152 dans Compte-rendu des conférences du Colloque sur la fertilisation intégrée des sols, Conseil des productions végétales du Québec inc.
- ▶ **ROBERT, L.** 1998. « Optimisation des engrais de ferme ». Pages 1-6 dans Cahier de conférences de la Journée d'information sur l'agriculture durable (1^{re} édition), Trois-Rivières.
- ▶ **ROY, N., ET M. DESBIENS.** 1990. Utilisation rationnelle des fumiers par la modification d'un épandeur à fumier conventionnel. Rapport réalisé dans le cadre du Programme d'aide à la promotion de la conservation des sols agricoles, Entente auxiliaire Canada-Québec sur la conservation des sols en milieu agricole. Société d'agriculture de Beauce. 23 p. + annexes.
- ▶ **SEN TRAN, T., D. CÔTÉ ET A. N'DAYEGAMIYE.** 1996. Effets des apports prolongés de fumier et de lisier sur l'évolution des teneurs du sol en éléments nutritifs majeurs et mineurs. Agrosol 9(1): 21-30.
- ▶ **SOLTNER, D.** 1996. Les bases de la production végétale, Tome 1: Le sol et son amélioration, 21^e édition. 464 p.

RÉDACTION

Pierre Chouinard, agronome,
M. Sc., ENVIROSOL,
Drummondville

Daniel Massicotte, agronome,
ENVIROSOL, Drummondville

COLLABORATION

Denis Côté, agronome,
M. Sc., Institut de recherche
et de développement en
agroenvironnement (IRDA),
Sainte-Foy

Chantale Ferland, agronome,
M. Sc., Conseil des productions
végétales du Québec inc.,
Québec

RÉVISION

Pierre Beaudet, agronome,
Direction de l'environnement
et du développement durable,
ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec, Québec

Richard Beaulieu, agronome,
M. Sc., ministère de
l'Environnement du Québec,
Québec

Éric Dehandschutter,
Fédération des producteurs
de cultures commerciales
du Québec, Saint-Césaire

Richard Desrosiers, agronome,
Direction des politiques
du secteur agricole, ministère
de l'Environnement du Québec,
Québec

Louis Robert, agronome,
M. Sc., Direction régionale
Chaudière-Appalaches,
ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec, Sainte-Marie

GESTION DE PROJET MAPAQ

Bruno Gosselin, agronome,
Direction régionale de Québec,
ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec, Québec

Mario Lapointe, agronome,
Direction de l'environnement
et du développement durable,
ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec, Québec

ÉDITION

Aude Tousignant, ingénieure
forestière, Sillery

SECRÉTAIRE À L'ÉDITION

Jocelyne Drolet, Conseil
des productions végétales
du Québec inc., Québec

GESTION DU

MATÉRIEL VISUEL

Chantal Turbis, agronome,
Conseil des productions
végétales du Québec inc.,
Québec

MONTAGE

Marc Brazeau, infographiste
Compélec

COORDINATION DU PROJET

Jacynthe Lareau, agronome,
M. Sc., Conseil des productions
végétales du Québec inc.,
Québec

© CPVQ, 2000

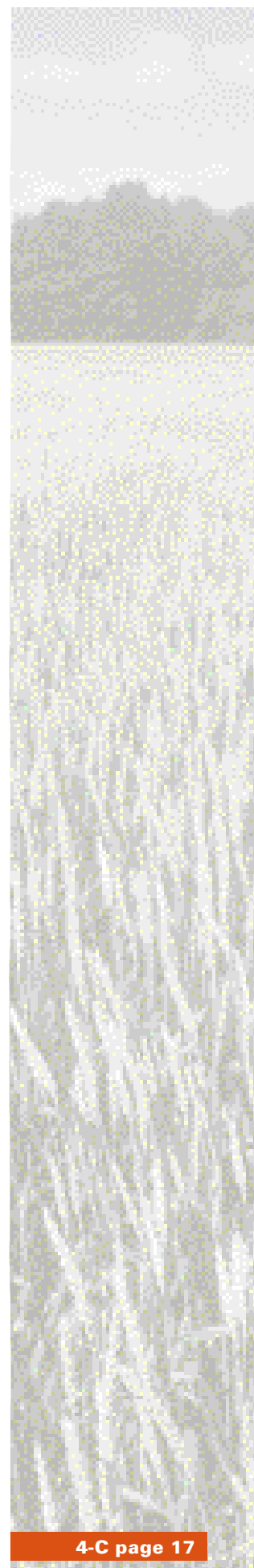
Annexe 1.

Procédures recommandées pour l'échantillonnage des engrais de ferme

SITUATION	PROCÉDURE
Fumier en structure égouttante ou sur le sol (incluant fumier d'animaux sur litière)	<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> • fourche à fumier, pelle à levier ou tarière tranchante; • gants de plastique ou de caoutchouc; • seau de 10 l ou équivalent; • contenant en plastique de 500 ml (propre et étanche). <p>Prélèvement des échantillons</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier au moins 5 sites d'échantillonnage disposés en spirale en partant du tiers inférieur du tas et en allant vers le sommet. • À chacun des sites, dégager au moins 30 cm des matériaux de surface à l'aide d'une fourche, puis, à l'aide d'une tarière tranchante, effectuer 4 prises d'environ 500 ml à une profondeur d'au moins 50 cm de plus et les mettre dans le seau. Si une tarière tranchante n'est pas disponible, prélever à une profondeur de 30 cm avec les gants de caoutchouc. • Mélanger les 20 prélèvements (5 sites × 4 prises/site) sur une surface plane (béton, contreplaqué ou équivalent) pour permettre un bon mélange. <p>Conservation et expédition des échantillons</p> <p>À partir de ce mélange, remplir le contenant en plastique et transmettre immédiatement au laboratoire après l'avoir réfrigéré ou congelé. Si le délai de livraison au laboratoire risque d'être long, congeler à -15 °C.</p>
Fumier d'élevage sur litière accumulée dans le bâtiment	<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> • fourche à fumier, pelle à levier ou tarière tranchante; • gants de plastique ou de caoutchouc; • seau de 10 l ou équivalent; • contenant en plastique de 500 ml (propre et étanche). <p>Prélèvement des échantillons</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier au moins 5 sites d'échantillonnage au hasard, mais répartis sur toute la surface en zigzag à l'intérieur du bâtiment. • Par site, prélever 4 prises d'environ 500 ml à des profondeurs différentes et les placer dans le seau. • Mélanger les 20 prélèvements (5 sites × 4 prises/site) sur une surface plane (béton, contreplaqué ou équivalent) pour permettre un bon mélange du matériel et obtenir un échantillon homogène. <p>Conservation et expédition des échantillons</p> <p>À partir de ce mélange, remplir le contenant en plastique et transmettre immédiatement au laboratoire après l'avoir réfrigéré ou congelé. Si le délai de livraison au laboratoire risque d'être long, congeler à -15 °C.</p>

SITUATION	PROCÉDURE
Fumier à l'épandage	<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> • fourche à fumier ou pelle tranchante ; • petite pelle de jardinier ; • gants de plastique ou de caoutchouc ; • seau de 10 l ou équivalent ; • contenant en plastique de 500 ml (propre et étanche). <p>Prélèvement des échantillons</p> <ul style="list-style-type: none"> • Du début à la fin de la reprise, prélever 4 prises d'environ 500 ml chacune par voyage dans au moins 5 voyages d'épandeur différents pour un total de 20 prises minimum. • Au fur et à mesure, déposer les prises dans le seau et le conserver dans un endroit frais. • Une fois toutes les prises effectuées, les mélanger sur une surface plane (béton, contreplaqué ou équivalent) de façon à obtenir un mélange homogène. <p>Conservation et expédition des échantillons</p> <p>À partir de ce mélange, remplir le contenant en plastique et transmettre immédiatement au laboratoire après l'avoir réfrigéré ou congelé. Si le délai de livraison au laboratoire risque d'être long, congeler à -15 °C.</p>
Lisiers et purins	<p>Matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> • échantillonneur à liquide ou à lisier avec couvercle ; • gants de plastiques ou de caoutchouc ; • contenant à mesurer les volumes (cylindre gradué, etc.) ; • seau de 20 l ou équivalent ; • contenant en plastique de 500 ml (propre et étanche). <p>Prélèvement des échantillons</p> <p>Dans le cas d'une première analyse, il est recommandé de prendre des échantillons représentant chacun le tiers de la fosse et de les faire analyser séparément, afin de vérifier l'homogénéité du produit.</p> <p>S'il y a des différences majeures, il est recommandé de prolonger la période de brassage. Ajuster également la fertilisation en conséquence. Lorsqu'on constate une bonne uniformité des résultats d'analyse de chaque tiers de fosse pendant au moins 3 ans, on peut prendre par la suite un seul échantillon lors des vidanges ultérieures.</p> <p>S'il s'avère impossible d'obtenir une bonne homogénéité du produit, établir la valeur fertilisante du lisier ou du purin pour chaque tiers de fosse et ajuster les doses d'épandage en conséquence. Dans ce cas, chaque tiers de fosse devra être échantillonné lors des vidanges ultérieures.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chaque échantillon doit être constitué de prélèvements réalisés dans au moins 5 citernes d'épandage. • Faire les prélèvements dans la citerne d'épandage immédiatement après le remplissage à partir de la valve de vidange ou à la sortie des coutres de la rampe si une rampe est utilisée. • Les prélèvements effectués dans chacune des citernes doivent avoir le même volume (utiliser le contenant à mesurer à cette fin). • Déposer chacun des prélèvements dans le seau et bien les mélanger ensemble pour constituer un échantillon homogène. <p>Conservation et expédition des échantillons</p> <p>À partir de ce mélange, remplir le contenant en plastique et le transmettre immédiatement au laboratoire après l'avoir réfrigéré ou congelé. Si le délai de livraison au laboratoire risque d'être long, congeler à -15 °C.</p>

Tiré et adapté de CPVQ (1996b)



Annexe 2. Facteurs de conversion

1 po = 2,54 cm

1 ha = 10 000 m²

1 ha = 2,47 acres

1 km/h = 0,62 mi/h

1 m³ = 35,31 pi³

1 m³ = 28,2 minots

1 m³ = 1000 l (eau et engrais de ferme liquides)

1 m³ = 220 gal Imp (eau et engrais de ferme liquides)

1 minot = 1 boisseau

1 minot = 1,25 pi³

1 gal Imp = 4,5 l

1 lb = 0,453 kg