



CAHIER DES CONFÉRENCES

LA GESTION DES ENGRAIS ORGANIQUES DANS LES RÉGIONS DE FORTES CONCENTRATIONS ANIMALES

Faire mieux au moindre **impact!**

Jeudi 13 novembre 2003

Best Western Hôtel Universel, Drummondville



INSTITUT DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT EN
AGROENVIRONNEMENT



www.irda.qc.ca

VALORISATION AGRICOLE DES SOUS-PRODUITS DE LISIER SÉPARÉ

Auteurs :

Adrien N'Dayegamiye, agronome, Ph. D.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc.

Christine Landry, agronome et biologiste, M. Sc.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc.



Face aux surplus de lisier, de multiples technologies de séparation de phases ont été développées ou sont en voie de validation dans plus de 20 pays industrialisés. Deux sous-produits découlent généralement de leur application, soit une fraction liquide et une fraction solide. Ainsi conditionné, ce type de fumier requiert une moins grande capacité de stockage, son transport est facilité et les odeurs sont diminuées. Ces technologies peuvent résoudre les problèmes de stockage et de pollution agricole liés aux surplus de lisier. Comme les fumiers et les lisiers, ces sous-produits présentent une valeur fertilisante importante. La fraction liquide contient d'intéressantes quantités d'azote, de phosphore et de potassium et peut être valorisée directement à la ferme sans plus de traitements. Un complément de Ca et Mg sera nécessaire sur les sols appauvris en ces éléments nutritifs. La fraction solide est riche en éléments majeurs, mineurs et en matière organique et peut, quant à elle, être valorisée tel quelle comme engrais organique. Elle gagne également à être conditionnée par aération, ce qui facilite son transport. Elle se prête aussi au compostage, qui pourrait lui donner une valeur ajoutée permettant alors un élargissement du marché récepteur. En tenant compte des rapports C/N de cette fraction solide, qui varient entre 10 et 12, les coefficients d'efficacité en première année pourraient varier de 40 à 60 %, selon les plantes et les conditions de sol. Les coefficients d'efficacité de P et K pourraient être supérieurs à 60 et 80 %, respectivement, car ces éléments se trouvent principalement sous une forme minérale disponible aux plantes. De plus, la richesse de la fraction solide en matière organique facilement minéralisable pourrait rapidement stimuler la croissance de la microflore du sol, favorisant du même coup la formation d'une bonne structure des sols. Il est cependant important que les apports de ces engrais organiques soient intégrés dans de bons systèmes de rotation des cultures afin de maintenir des bilans humiques positifs dans les sols agricoles.

Introduction

Dans plusieurs pays industrialisés, les surplus de lisier provenant de l'élevage intensif des animaux de ferme provoquent actuellement des problèmes, tant d'un point de vue économique au niveau des entreprises qu'au plan de la qualité du milieu. De multiples voies ont donc été proposées pour solutionner cette préoccupante problématique. Parmi celles-ci, la séparation du lisier en ses fractions liquide et solide est envisagée dans plusieurs régions du monde, notamment aux Pays-Bas, aux États-Unis, en France, au Danemark, au Québec, en Irlande, en Chine, etc. En effet, ainsi séparés, les surplus de lisier peuvent être réduits grâce à l'exportation de la fraction solide vers des régions réceptrices d'engrais organiques. Une telle solution, comprenant la centrifugation et le conditionnement du lisier à la ferme, et la création d'une coopérative gérant la collecte et le transport des composts vers les régions réceptrices, a été mise en œuvre avec succès en Italie (Bonazzi et Piccinini, 1998).

La région concernée par ce projet soutenait une grande concentration de productions porcines d'une capacité globale de 87 000 porcs de 80 kg sur 3000 ha, conduisant à la production de 808 000 kg de N en excès par année relativement aux surfaces d'épandage disponibles (tableau I). Devant ce constat, sept des plus grandes entreprises se regroupèrent pour former une coopérative de gestion des lisiers. Chacune des fermes fut dotée de la technologie de centrifugation et d'un site de compostage en andains pour les sous-produits solides. La collecte et le transport de composts vers les régions réceptrices en cultures commerciales furent parallèlement assurés par la coopérative qui veillait aussi au bon fonctionnement des centrifugeuses et des sites de compostage de chacune des fermes. La fraction liquide était conservée à la ferme, soit pour être épandue directement sur les terres, traitée par aération ou purifiée. L'utilisation directe se justifiait par les plus faibles quantités de N et P contenues dans cette fraction, peu susceptibles d'affecter la qualité du milieu. Ces fermes ont ainsi réussi à réduire d'environ 78 % les surplus de N de la région concernée (tableau I).



Tableau I. Coopérative de traitement des lisiers : efficacité de gestion des surplus.

Caractéristiques	
Nombre de places sur 3000 ha (80 kg porc ⁻¹)	87 000
N _{KT} produit par an (kg N)	1 099 688
N _{KT} en surplus par an (kg N)	808 000
Nombre de places des 7 grandes fermes de la coopérative	61 300
N produit par an sur ces 7 grandes fermes (kg N)	769 450
Réduction en N _{KT} sur ces 7 grandes fermes (kg N)	630 000
Réduction des surplus (%)	78

N_{KT}: N Kjeldahl qui inclut le N organique et le N-NH₄.
Source : Bonazzi et Piccinini (1998).

Techniques de séparation

Il existe plusieurs technologies de séparation des lisiers, toutes aussi différentes les unes que les autres, ce qui affecte les caractéristiques des sous-produits de lisier obtenus ou l'efficacité de séparation. Ces technologies peuvent être globalement classées comme étant de type physique, chimique ou biologique. Ainsi, les fractions liquides ou solides obtenues présentent toutes des caractéristiques fertilisantes variées qui conditionneront leur intégration dans les plans de fertilisation des entreprises agricoles. Ces fractions pourront de plus être elles-mêmes conditionnées selon divers procédés, tels l'aération ou le compostage, qui pourront modifier à leur tour leurs propriétés fertilisantes.

Le choix du type de procédé dépend de plusieurs facteurs, dont les conditions du marché. Une des voies à l'étude à l'IRDA est l'utilisation d'un séparateur décanteur-centrifuge. Selon différents auteurs, ce type de séparateur possède une très bonne capacité de séparation de la matière sèche (54-67 %), du phosphore (52-81 %) et de l'azote (20-33 %) (Pelletier, 2000; Béline et al., 2003). Intéressé par ces résultats prometteurs, l'IRDA, en association avec le groupe de service-conseil Val'Conseil oeuvrant en Bretagne, a procédé à des tests préliminaires de séparation de lisier de porc en octobre 2002 dans le but de développer l'utilisation de cette technologie au Québec (Martin et Pouliot, 2003). Les essais furent probants et démontrèrent des efficacités de séparation des divers éléments : 70 % de la matière sèche; 26,5 % de N total; 13,8 % de N-NH₄; 75 % du P; 45 % du Cu; 46 % du Zn; 82,5 % du Mg; 73,5 % du Ca et 8 % du K.

Après la centrifugation à haute vitesse du lisier, le liquide contenu dans celui-ci se sépare de la fraction solide. Cette séparation physique affectera peu la composition en éléments dissous de la partie liquide. Ainsi, les contenus en K et en ammonium (N-NH₄) ne sont pas affectés par la séparation mécanique étant donné que ces éléments sont entièrement dissous dans le liquide. La fraction liquide est donc plus riche en K et en N-NH₄ que la fraction solide. Seule la partie organique de l'azote qui représente environ 15 % de l'azote total se retrouvera dans la fraction solide (Bicudo, 2003). De même, puisque le phosphore a peu tendance à se retrouver sous une forme dissoute dans la fraction liquide (13 % seulement du P total), 87 % du P total sera contenu dans la fraction solide. Tant pour le phosphore que pour l'azote, la quantité totale de ces éléments dans la fraction solide augmentera avec la hausse en contenu solide du lisier. Les contenus en N et P de la fraction solide peuvent ainsi atteindre jusqu'à 2 % et 5 % respectivement selon le type de lisier et les équipements utilisés pour effectuer la séparation.

Une fois la technologie choisie et appliquée, la séparation efficace du lisier en ses fractions solide et liquide n'est cependant que le début d'un processus intégré de gestion des lisiers, soit le conditionnement, le

précompostage ou le compostage, et l'établissement des plans de fertilisation en vue de la valorisation agricole ou horticole des sous-produits générés.

Conditionnement des fractions solides

La siccité (teneur en matière sèche) est une caractéristique importante en vue de la valorisation agronomique des sous-produits de fractionnement du lisier. Elle est également influencée par les procédés de séparation employés. Les valeurs de la siccité de la fraction solide obtenue par centrifugation varient en moyenne de 15 à 30 %. Les produits ayant une siccité élevée (30 %) peuvent être facilement transportés et épandus sur les sols. Par contre, ceux qui contiennent moins de matière sèche doivent faire l'objet d'un traitement d'aération visant à diminuer leur contenu en eau, qui fait obstacle à leur valorisation agricole. Les volumes à transporter de la ferme vers les régions où sont situées les entreprises réceptrices sont donc réduits, ce qui facilite le transport et améliore les conditions d'épandage agricole.

Par exemple, des techniques d'aération naturelle sont en cours d'étude à l'IRDA afin de stabiliser et d'assainir les sous-produits obtenus. De même, une étude comparant l'aération et le précompostage du sous-produit solide pendant 30 jours a permis de mieux structurer le matériel organique et de réduire son volume, concentrant du même coup son contenu en éléments nutritifs (Bonazzi et Piccinini, 1998). Dans cette étude, le précompostage de la fraction solide par aération passive a augmenté sa teneur en N total et en P.

Par ailleurs, le compostage de la fraction solide avec de la paille a considérablement accru son contenu en matière sèche, ainsi que ses teneurs en N total et P, malgré la perte d'une faible partie de N par volatilisation de l'ammoniac (tableau II). Ces pertes d'azote peuvent d'ailleurs être limitées par un apport de substrat carboné adéquat. Dans ce cas, une partie de l'azote est temporairement stabilisée dans les microorganismes qui décomposent la matière organique pendant les phases de compostage (Bonazzi et Piccinini, 1998). L'aération de la fraction solide ou son compostage ne semblent donc pas affecter négativement sa valeur fertilisante et peuvent devenir des étapes importantes d'assainissement et de conditionnement en vue de son transport et de son épandage. Ces traitements améliorent également la qualité de ces matières organiques fertilisantes et les rendent même plus attrayantes pour les secteurs horticole et maraîcher.

Tableau II. Caractéristiques^x de la fraction solide de lisier et de quelques composts dérivés (Bonazzi et Piccinini, 1998).

Caractéristiques	Fraction solide		Fraction solide + paille		Fraction solide + sciure	
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
pH	8,1	8,3	7,9	7,7	8,0	7,9
MS (%)	31,3	32,2	32,4	57,4	34,2	37,9
N (%) ¹	3,27	3,92	2,73	3,30	2,89	4,18
NH ₄ -N (% N _{KJT})	16,7	14,8	16,9	6,3	16,6	8,9
C/N	11	8	14	11	18	11
P (%)	4,75	6,11	3,27	6,12	3,61	5,74
K (%)	0,28	0,53	0,96	1,27	0,20	0,66

N_{KJT}: N Kjeldahl qui inclut le N organique et le N-NH₄.

^x Teneurs exprimées sur une base sèche.

Valeur fertilisante des fractions liquide et solide de lisier

Fraction liquide

À l'exception du Ca et du Mg, la fraction liquide présente une valeur fertilisante importante. En effet, cette fraction est très riche en N total, N-NH₄ et en K, et contient également des teneurs intéressantes en P et en éléments mineurs (tableau III).

Tableau III. Caractéristiques du lisier brut (4 % MS) et des fractions solide et liquide (Martin et al., 2003).

	MS	N total	N-NH ₄	N-NH ₄ /N total	P	K	Cu	Zn	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)
	----- kg t ⁻¹ a -----				----- kg t ⁻¹ -----		----- g t ⁻¹ -----		--- kg t ⁻¹ ---		
Lisier brut^b	40	4,2	2,9	0,69	2,3	2,7	46	60	1,2	0,5	1,58
FL^c	13,2	3,4	2,7	0,79	0,6	2,73	27,3	35	0,34	0,09	6,35
FS	300	12	4,3	0,36	18,5	2,3	222	302	9,5	4,4	0,17

^a Contenu en éléments par tonne de chacun des produits finaux selon les coefficients d'efficacité de séparation présentés par Martin et al. (2003) et un pourcentage de matière sèche de 30 % pour la fraction solide.

^bLisier de porcs à l'engraissement.

^cDonnées calculées par différence entre le lisier brut et la fraction solide.

Une grande proportion de l'azote de la fraction liquide se trouve principalement sous une forme minérale (N-NH₄) et pourrait, par conséquent, présenter un coefficient d'efficacité (CE) élevé selon la culture et les conditions d'épandage. Dans une étude de fertilisation du canola avec le lisier, Giroux et al. (2000) ont observé une relation très étroite entre le rapport N-NH₄/N_{total} et le CE de l'azote du lisier. Le rapport N-NH₄/N_{total} de la fraction liquide est plus élevé que celui du lisier (tableau III). Celui-ci, qui est de 0,69 pour le lisier brut, s'élève ainsi à 0,79 pour la fraction liquide. En conséquence, son coefficient d'efficacité pourrait être supérieur à celui de l'azote du lisier brut (CRAAQ, 2003).

La fraction liquide contient également une certaine quantité de phosphore. Giusquiani et al. (1998) ont rapporté que seulement 13,4 % du P total se retrouvent dans le P soluble et que cette quantité de P est sous une forme inorganique (96 %). Gigliotti et al. (2002) rapportaient également qu'une partie du P total, équivalant à 12,6 %, se retrouvait sous une forme dissoute. Cette proportion de P est principalement composée d'orthophosphates et d'un peu de P_o-monoester, contenant ainsi une grande proportion de P disponible aux plantes.

La fraction liquide contient de faibles quantités de Ca et de Mg. Les résultats des essais menés à l'IRDA (Martin et Pouliot, 2003) démontrent que 86 % de N-NH₄ et 92 % de K se retrouvent dans la fraction liquide (tableau III), et que seulement 26 % de Ca et 18 % de Mg s'y retrouvent aussi. Giusquiani et al. (1998) ont également indiqué que la fraction liquide obtenue par centrifugation contient six et dix-neuf fois moins de Ca et de Mg respectivement, en comparaison avec le lisier non séparé. De plus, le rapport K/(Ca + Mg) qui est en moyenne de 1,5 dans le lisier brut s'élève à plus de 6 dans la fraction liquide (Martin et al., 2003). La valorisation de la fraction liquide sur des prairies situées sur des sols pauvres en Ca et en Mg devrait donc être faite avec attention.

Dans les sols pauvres en ces éléments, les applications de quantités élevées de K pourraient débalancer la nutrition des plantes en Ca et en Mg et conduire à la tétanie d'herbage (manque de Mg) ou à la fièvre du lait (manque de Ca). Il serait donc recommandable de compléter les besoins des plantes par des apports d'engrais minéraux afin de ne pas appauvrir le sol en ces éléments et de ne pas affecter la qualité des fourrages et la santé des animaux.

La fraction liquide du lisier de porc peut être valorisée directement à la ferme. Les recommandations de fertilisation seront basées sur les analyses de la fraction liquide et du sol en N, P, K, Ca, Mg, et selon les besoins en éléments nutritifs des cultures.

Fraction solide

La fraction solide du lisier de porc obtenue avec la technique de centrifugation présente une siccité qui s'élève habituellement autour de 30-35 % (tableaux II et III). Elle présente aussi un pH de 8,1 et un rapport C/N de 11. Cette fraction est très riche en éléments nutritifs majeurs et mineurs. Entre autres, elle est riche en azote total et en azote ammoniacal, mais pauvre en potassium. Cette fraction est également très riche en phosphore, et en Ca et Mg.

La détermination des coefficients d'efficacité constitue une importante étape dans l'établissement des plans de fertilisation en vue d'applications de sources organiques aux sols agricoles. Il est possible de déterminer les coefficients d'efficacité lorsque l'on connaît les rapports C/N des matières organiques fertilisantes apportées au sol (tableau IV; CRAAQ 2003). En se basant sur les rapports C/N variant entre 10 et 12 de la fraction solide du lisier, on peut donc estimer que le coefficient d'efficacité de l'azote total se situerait entre 40 % et 60 %.

La fraction solide du lisier contient deux formes d'azote, soit la fraction solide qui est composée d'environ 65 % d'azote organique (tableau III) et de 35 % d'azote minéral (N-NH₄). Il est donc possible de calculer les coefficients d'efficacité d'azote à partir des teneurs en azote organique et minéral de cette fraction.

Les coefficients d'efficacité d'azote peuvent être calculés selon l'une ou l'autre des formules suivantes, qui tiennent compte de l'azote total, de l'azote organique et de l'azote minéral (CRAAQ, 2003) :

$$(1) \text{ N disponible (kg t}^{-1}\text{)} = \text{N total (kg t}^{-1}\text{)} \times \text{CE ajusté}$$

$$(2) \text{ N disponible (kg t}^{-1}\text{)} = \text{N-NH}_4 \text{ (kg t}^{-1}\text{)} + \text{N organique (kg t}^{-1}\text{)} \times \text{CEFO ajusté}$$

où :

N disponible : la quantité d'azote disponible à la culture pendant la période de végétation.

N minéral (N-NH₄) : la quantité d'azote minéral facilement disponible (100 %).

N organique (N total - N-NH₄) : la quantité d'azote dont une partie seulement est minéralisée et disponible la première année. Les fractions minéralisées et disponibles en deuxième et troisième années sont appelées coefficients d'arrière-effets.

CE : coefficient d'efficacité de l'azote total estimé selon les rapports C/N (CRAAQ, 2003).

CEFO : coefficient d'efficacité de l'azote organique estimé selon les rapports C/N (CRAAQ, 2003).

Dans l'équation 2, la quantité d'azote minéral (N-NH₄) est considérée comme étant potentiellement disponible aux cultures dans sa totalité. À cela s'ajoute l'azote disponible dérivé de la fraction minéralisable de l'azote organique (N organique x CEFO ajusté).

Tableau IV. Coefficient d'efficacité de l'azote total (CE) et de la fraction organique (CEFO) des engrais de ferme en 1^{re} année selon leur rapport C/N.

Rapport C/N	CE ajusté (%)	CEFO ajusté (%)
30-35	10	8
35-30	20	16
20-25	30	20
15-20	40	25
10-15	50	30
5-10	60	35
< 5	70	40

Source : CRAAQ (2003).

L'efficacité de l'azote dépend de la nature du matériel, de sa composition chimique, notamment des teneurs en N-NH₄ et des rapports C/N. Une étude récente effectuée dans la culture de maïs fertilisée avec plusieurs types de fumiers et de boues mixtes de papetières a indiqué qu'il y a une forte corrélation entre le rapport C/N, les teneurs en N-NH₄ et les coefficients d'efficacité (tableau V). À l'inverse, l'azote total et les coefficients d'efficacité étaient faiblement reliés (Giroux et N'Dayegamiye, 2003). Giroux et N'Dayegamiye (2003) ont démontré que les fumiers ou les boues mixtes de papetières ayant des rapports C/N et des rapports NH₄/N total inférieurs à 20 produisaient des coefficients d'efficacité élevés (> 30 %) avec la culture du maïs ensilage.

Tableau V. Corrélations entre les coefficients d'efficacité de l'azote et les caractéristiques des sources organiques.

	N total appliqué	N minéral appliqué	N-NH ₄ /N total	Rapport C/N	CE	Sol N-NO ₃
N total appliqué	-					
N minéral appliqué	0,82	-				
N-NH ₄ /N total	0,44	0,84	-			
C/N	-0,26	-0,65	-0,74	-		
CEN	0,22	0,57	0,65	-0,92	-	
Sol N-NO ₃	0,54	0,69	0,67	-0,80	0,62	-

Source : Giroux et N'Dayegamiye (2003).

Les coefficients d'efficacité intègrent la quantité d'azote minéralisée des sols ou des sources organiques appliquées, et la quantité prélevée par les cultures. Tout facteur qui modifie l'un de ces paramètres aura donc également une influence sur les coefficients d'efficacité. Par exemple, les taux de minéralisation dépendent de la nature de la source organique. Comme la fraction solide de lisier contient du carbone et de l'azote facilement minéralisables (sucres et protéines), des coefficients élevés (40-60 %) pourront être obtenus en première année. Cependant, les coefficients d'arrière-effets azotés seront très faibles dans la deuxième année suivant leur application au sol. Les conditions de sol (pH, aération, température et humidité) pourront aussi influencer les coefficients d'efficacité, car elles déterminent les taux de minéralisation. Un sol structuré et aéré favorisera aussi une minéralisation élevée, en comparaison avec un sol lourd ou compacté.

Les coefficients d'efficacité dépendent également des espèces cultivées, comme cela a été démontré dans le cas des boues mixtes de papetières (N'Dayegamiye et al., 2003). Lorsque les sources organiques sont appliquées sur des cultures qui ont de grandes exigences en azote et de longues périodes de végétation, comme le maïs, la pomme de terre ou les plantes fourragères, les coefficients d'efficacité en azote sont plus

élevés. Par contre, pour les céréales à paille ou d'autres cultures dont la croissance s'étale sur une plus courte période, les coefficients d'efficacité seront plus faibles.

Dans la fraction solide du lisier, le phosphore se trouve également sous des formes organique et inorganique. Les coefficients de disponibilité en phosphore pour les cultures dépendront de la proportion de l'une ou l'autre des formes.

La proportion du phosphore organique est très variable, étant de 20 à 80 % pour divers types de fumiers (CRAAQ, 2003). Dans les lisiers de porc bruts, 10 à 20 % du P total seraient de forme organique (P_o) (Gerritse, 1980). Le phosphore minéral (environ 80 %) se trouve sous une forme minérale de Ca-P, qui est facilement disponible aux cultures. Comme pour l'azote organique, la proportion du P organique devra être minéralisée avant de devenir disponible aux cultures.

Contrairement à l'azote, le phosphore et le potassium de la fraction solide se trouvent principalement sous une forme minérale, et pourraient donc présenter, comme pour les lisiers, des coefficients d'efficacité élevés (> 60 et 80 % respectivement). La fraction liquide contient une grande proportion d'azote, de phosphore et de potassium sous des formes minérales qui sont facilement disponibles aux cultures. Des essais sur le maïs (Vasconcelos et Cabral, 1996) et sur le blé (Vasconcelos et al., 1997) ont démontré que les applications de la fraction solide de lisier ont significativement accru la croissance et le rendement de ces cultures et augmenté ainsi leur nutrition en N, P, Ca, Mg, Cu et Zn, en comparaison avec la fumure minérale.

Il ressort que la fraction solide des lisiers est à la fois un engrais minéral et organique. La fraction solide du lisier peut donc se substituer partiellement à l'utilisation des engrais minéraux. Cependant, les apports au sol devront en effet être complétés avec de l'engrais minéral, étant donné que cette fraction est pauvre en potassium et que seulement une fraction de l'azote est disponible aux cultures la première année.

La détermination des coefficients d'efficacité en N, P et K des fractions liquide et solide des lisiers est nécessaire pour l'établissement des plans de fertilisation à la ferme. Cependant, il ne s'agit pas d'une opération comptable. Pour déterminer une dose agronomique et environnementale, l'agronome doit considérer beaucoup d'autres facteurs, dont les caractéristiques du produit organique ainsi que les conditions de sol et les régies agricoles.

L'action sur le sol

La fraction solide du lisier est riche en éléments nutritifs de même qu'en matière organique, ce qui prouve qu'elle peut stimuler la croissance et le développement des microorganismes dans les sols et améliorer leur structure. Il a été démontré à plusieurs reprises que les sols fertilisés avec des fumures organiques présentent des augmentations constantes, au plan des rendements des cultures (Abdallahi et N'Dayegamiye, 2000; N'Dayegamiye et al., 2001; N'Dayegamiye et Tran, 2002). Toutefois, ces hausses n'étaient pas reliées uniquement aux apports d'éléments nutritifs par les fumiers, les engrais verts ou les boues mixtes de papetières, mais également à l'amélioration importante des propriétés physiques et biologiques du sol résultant de leurs apports aux sols.

Cette action bénéfique sur les rendements est appelée « action non azotée ». Elle peut être responsable des augmentations de production variant de 20 à 30 %. Un parallèle peut être fait avec les applications de fractions solides de lisier. Celles-ci apportent au sol une matière organique facilement minéralisable (sucres,



polysaccharides) qui stimule fortement la croissance et les activités des microorganismes du sol. Mis ensemble, ces deux éléments jouent un très grand rôle dans la disponibilité des éléments nutritifs (minéralisation) et dans la formation de la structure des sols.

De façon générale, la matière organique nouvelle en voie de décomposition sert de liant organique entre les petits agrégats (> 1 mm) afin de former les gros agrégats de 1 à 6 mm (macro-agrégats). La microflore du sol participe de son côté au processus d'agrégation des sols grâce aux filaments des champignons et aux sécrétions bactériennes. Il se crée alors à l'intérieur de ces macro-agrégats une porosité qui favorise la circulation de l'air et de l'eau, le développement des microorganismes et la croissance des racines des plantes. La structure du sol encourage aussi une absorption élevée des éléments nutritifs du sol et des engrais minéraux et organiques.

Cependant, le faible rapport C/N (10) des fractions solides de lisier porte à penser que bien que l'application de celles-ci se traduise par une amélioration très rapide de la structure du sol grâce à la stimulation de la croissance des microorganismes et leurs activités, cet effet bénéfique sur l'agrégation serait temporaire. Il a en effet été démontré que l'apport de matières organiques ayant de faibles rapports C/N (10-21), comme les fumiers, les engrais verts et les boues mixtes de papetières, avait un effet rapide mais temporaire sur l'agrégation des sols, et que des applications répétées sont nécessaires pour maintenir une agrégation stable des sols (Abdallahi et N'Dayegamiye, 2000; N'Dayegamiye et al., 2001).

La valorisation des sous-produits de lisier devra aussi viser le maintien d'un bilan positif de matière organique (MO) dans les sols agricoles. Sur ce plan, l'apport de fractions solides de lisier, tout comme d'autres matières organiques rapidement minéralisables (lisier et engrais verts) ne pourrait laisser que de faibles quantités de MO dans les sols. Cependant, il pourrait aussi favoriser indirectement le maintien d'un bilan positif de la MO en stimulant la croissance des cultures et en augmentant ainsi la quantité de résidus organiques retournés au sol. En effet, les retours de résidus organiques sont généralement proportionnels au niveau des rendements obtenus. On reconnaît, par exemple, que des productions élevées de céréales et de maïs-grain peuvent laisser au sol, respectivement, environ 3 et 6 tonnes de résidus organiques.

Malgré toutes ces considérations, il est nécessaire de mentionner que les apports de fractions liquides et solides de lisier doivent être intégrés dans de bons systèmes de rotation afin de maintenir des niveaux optimaux de MO dans les sols. Les fractions solides de lisier présentent une intéressante valeur fertilisante. Cependant, comme pour les autres types de fumiers ou des matières organiques fertilisantes, leur intégration dans les plans de fertilisation devra tenir compte de leurs caractéristiques distinctes, des propriétés des sols ainsi que des besoins des cultures envisagées.

Références

- Abdallahi, M. M. et A. N'Dayegamiye. 2000. Effets de deux incorporations d'engrais verts sur le rendement et la nutrition en azote du blé, ainsi que sur les propriétés physiques et biologiques du sol. *Can. J. Soil Sci.* 80 : 81-89.
- Bonazzi, G. et S. Piccinini. 1998. Manure surplus processing at the farm level, and in coordinated groups of farms. Dans : *Integrated Bio-Systems in zero Emissions Applications. Proceedings of the internet conference on Integrated Biosystems*. Edit. Eng. Leong Foo and Tarcissio Dell Senta, 10 p.
- Bicudo, J. R. 2003. Biosystems and agricultural engineering : frequently asked questions about solid-liquid separation. University of Minnesota-Extension program, 6 p.
- Beline, F., M. L. Daumer et F. Guiziou. 2003. Traitement biologique aérobie du lisier de porcs : performance des systèmes de séparation de phases et caractéristiques des co-produits. *Ingenieries-EAT*, n° 34 : 25-33.
- Cabral, F., E. Vasconcelos et C. M. Cordovil. 1998. Effects of solid phase from pig slurry on iron, copper, zinc and manganese content of soil and wheat plants. *J. Plant Nutrition* 21 : 1955-1966.
- Gigliotti, G., K. Kaiser, G. Guggenberger et L. Haumaier. 2002. Differences in the chemical composition of dissolved organic matter from waste material of different sources. *Biol. Fertil. Soils* 36 : 321-329.
- Giroux, M., D. Côté et L. Morin. 2000. Effets des doses et des périodes d'épandage du lisier de porcs sur le rendement du canola et l'efficacité fertilisante de l'azote. *Agrosol* 11 (2) : 66-74.
- Giroux, M. et A. N'Dayegamiye. 2003. Effets des périodes d'épandage de fumiers et de boues mixtes sur les coefficients d'efficacité en N et les quantités des nitrates dans le sol. Congrès AQSSS, Sherbrooke, juin 2003, 1 p.
- Giusquiani, P. L., L. Concezzi, M. Businelli et A. Macchioni. 1998. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil : agricultural and environmental implications. *J. Environ. Qual.* 27 : 364-371.
- Martin, D.-Y., F. Pouliot et Potvin. 2003. La séparation de phases, un incontournable. Dans : *Colloque en agroenvironnement IRDA 2003. La gestion des engrais organiques dans les régions de fortes concentrations animales. Faire mieux au moindre impact!* Drummondville, 13 nov., pp. 101- 128.
- N'Dayegamiye, A., S. Huard et Y. Thibault. 2001. Valeur fertilisante des boues mixtes de papetières dans des sols cultivés en maïs-grain, soya et orge. *Agrosol* 2 (1) : 25-34.
- N'Dayegamiye, A. et T. S. Tran. 2002. Effet de deux incorporations d'engrais verts sur le rendement du blé, la disponibilité en azote, ainsi que sur les propriétés physiques et biologiques du sol. *Agrosol* 13 (1) : 47- 57.
- Pelletier, F. 2000. Revue de littérature sur les séparateurs à lisier. Centre de développement du porc du Québec inc., 50 p.
- Vasconcelos, E. et F. Cabral. 1996. Influence of the concentrated pig slurry on soil and corn yield and chemical composition in presence of N top dressing. *Fertil. Res.* 45 : 25-29.
- Vasconcelos, E., F. Cabral et C. M. Cordovil. 1997. Effects of solid phase from pig slurry on soil chemical characteristics, nitrate leaching, composition and yield of wheat. *J. Plant Nutrition* 27 (7-8) : 939-952.