

ÉVALUATION DES PERFORMANCES D'UN SÉPARATEUR-DÉCANTEUR CENTRIFUGE POUR LA SÉPARATION DU LISIER DE PORCS

Valorisation des sous-produits

(2^e ARTICLE DE 3)

En utilisant la fraction liquide obtenue du séparateur-décanteur centrifuge, 2,3 fois moins de superficie de terre est nécessaire pour valoriser le même volume de lisier. La fraction solide, elle, pourra très bien servir sur des sols peu saturés en phosphore présentant un besoin en matière organique.

Cet article constitue le deuxième d'une série de trois portant sur les travaux de recherche effectués par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA) concernant l'évaluation d'un séparateur-décanteur centrifuge Asserva-300 utilisé pour séparer du lisier de porcs et la valorisation des sous-produits découlant du procédé. Le premier article a décrit l'équipement utilisé lors de ce projet et a discuté des rendements de séparation obtenus (*Porc Québec*, octobre 2006). Le troisième et dernier article portera sur l'analyse technico-économique du procédé.

Potentiel agronomique de la fraction liquide

La fraction liquide (FL) obtenue du séparateur peut être considérée comme un lisier ayant passé d'une composition azote-phosphore-potassium (N-P-K) à principalement N-K. La centrifugation a en effet très peu de prise sur les nutriments qui sont dissous dans le lisier. Ainsi, les contenus en potassium et en azote ammoniacal (NH_4), qui sont en quasi-totalité sous forme dissoute, se retrouvent à plus de 90 % dans la FL. Seule la fraction orga-

nique de l'azote total (N_{tot}) se retrouvera en partie dans la fraction solide (FS). Conséquemment, le rapport $\text{NH}_4/\text{N}_{\text{tot}}$ de la FL s'élève d'environ 20 %.

L'efficacité fertilisante de l'azote de la FL pourrait suivre la même tendance et devenir supérieure à celle du lisier brut, puisqu'il existe une relation étroite entre le rapport $\text{NH}_4/\text{N}_{\text{tot}}$ et l'efficacité de l'azote pour les lisiers clairs. L'efficacité fertilisante de l'azote passerait

ainsi de 60-70 % pour le lisier à 70-85 % dans la FL.

Pour le potassium, l'efficacité fertilisante sera probablement équivalente à celle des lisiers, soit de 80 à 100 %. D'autre part, seul 25 à 30 % du phosphore du lisier brut se retrouvera dans la FL puisque cet élément s'y retrouve peu sous forme dissoute. Le phosphore présent dans la FL est probablement sous forme de phosphates solubles très disponibles, en plus d'un peu de phosphore organique sous forme d'acide phytique. L'efficacité fertilisante du phosphore de la FL sera donc probablement équivalente à celle des lisiers, soit 80 %.

Le ratio $\text{N}_{\text{tot}}/\text{P}$, qui était de 3,5 dans le lisier, s'élève donc maintenant à 8 dans la FL. Cette modification drastique du ratio fait en sorte que 2,3 fois moins de terres seront nécessaires pour valoriser le même volume de lisier, tout en respectant le Règlement sur les exploitations agricoles

FIGURE 1
CELLULES DE
CONDITION-
NEMENT



TABLEAU 1

ÉVOLUTION DE CERTAINES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA FS AU COURS DU MEILLEUR TRAITEMENT

Élément	Étape du traitement	Brut	après 10 jours de conditionnement	après 80 jours d'entreposage
M.S.	%	45	52	70
C		174 439	195 571	244 622
N-Total		12 230	14 813	21 430
P	mg/kg (base humide)	9988	13 168	19 976
K		2771	3845	5844
Ca		15 710	18 192	27 932
Mg		6748	9756	14 974
Cu		55	76	116

(REA). La FL se prêtera donc très bien à une application directe à la ferme, notamment sur les surfaces en maïs-grain exigeantes en azote, mais également sur les cultures de rotation.

Cependant, une attention spéciale devra être portée sur le déséquilibre créé entre les contenus en potassium et ceux en calcium (Ca) et en magnésium (Mg). En effet, à l'opposé du contenu en potassium qui demeure sensiblement inchangé, les contenus en Ca et en Mg de la FL ne représentent plus que 49 % et 25 % de ceux du lisier brut. Le ratio $K/(Ca + Mg)$ qui est près de l'équilibre (près de 1) dans le lisier brut, s'élève donc à 2,7 dans la FL. Dans les sols pauvres en ces éléments, ou sur les sols bien pourvus mais ayant reçu à long terme de fortes doses d'application de FL, un déséquilibre nutritionnel pourrait être provoqué. Un tel déséquilibre peut affecter la disponibilité du Ca et du Mg des fourrages et provoquer la fièvre du lait (manque de Ca) ou une tétanie d'herbage (manque de Mg). La valorisation de la FL sur les cultures destinées au bétail devra donc être bien supervisée. Dans les sols pauvres, les apports de Ca et de Mg devraient être balancés avec des applications d'engrais minéraux.

Conditionnement et entreposage de la fraction solide

La centrifugation du lisier produit également une fraction solide (FS) représentant entre 7 et 10 % de la masse initiale du lisier. Elle contient la majorité du phosphore du lisier et possède une teneur

en matières sèches (MS) supérieure à 30 %. Les premières conditions sont ainsi réunies pour favoriser l'exportation de ce matériel hors des zones en surplus.

La centrifugation produit une fraction solide représentant entre 7 et 10 % de la masse initiale du lisier.

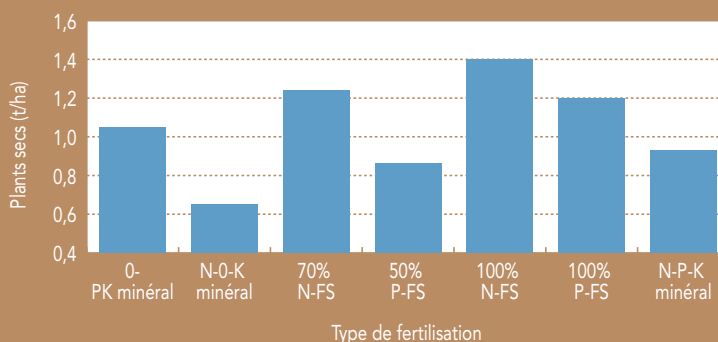
Avant d'entreposer la fraction solide à la ferme, on peut encore en améliorer les propriétés en la conditionnant. Le conditionnement de la FS réduit les odeurs offensantes et les agents pathogènes (ex. : coliformes fécaux), tout en diminuant la masse, ce qui réduit les frais de transport.

Le conditionnement mise sur les propriétés intrinsèques de la FS à chauffer rapidement en présence d'air et fait appel à des techniques d'aération inspirées du compostage. L'élévation de la température observée dans la masse pendant le conditionnement est le résultat d'un processus naturel et il n'est pas nécessaire d'apporter une source de chaleur extérieure.

Divers modes de conditionnement ont été évalués au cours de ce projet de recherche. Pour chacun, 2,5 m³ de FS ont été déposés dans une cellule constituée de blocs de béton et ventilée par la base par un réseau de tuyaux perforés reliés à un ventilateur (figure 1, p. 45). Le conditionnement a été réalisé en maintenant pendant 10 jours un taux d'oxygène d'au moins 5 % en tout temps. Après conditionnement, les amas ont été transférés dans des cellules différentes pour en suivre le comportement pendant une période d'entreposage de 80 jours, faisant en sorte qu'une période d'observation de 90 jours a été nécessaire pour mesurer les changements apportés par les traitements.

Toutes les stratégies de ventilation essayées pendant les tests de conditionnement ont permis d'observer une élévation rapide de la température dans les

FIGURE 2
CROISSANCE DES PLANTS DE POMME DE TERRE EN DATE DU 10 JUILLET 2006



amas de FS. En moins de 48 heures, la plupart des amas atteignent une température intérieure moyenne de plus de 60 °C qu'il est possible de maintenir pour le reste de la période de conditionnement, dans la mesure où la concentration en oxygène est maintenue à plus de 5 %.

Le traitement améliorant le plus les propriétés de la FS utilisait une stratégie de ventilation faible mais continue pendant les neuf premiers jours du conditionnement, alors que le dixième jour une ventilation continue et intense était appliquée, ceci afin d'assécher d'avantage les amas. Après les 90 jours d'observation (10 jours de conditionnement et 80 jours d'entreposage), on notait pour ce traitement une réduction de la masse totale, de la teneur en eau, en carbone, en azote total, en coliformes fécaux et en odeurs, respectivement de 54, 75, 35, 19, 51 et 88 %. Ce traitement a permis de réduire de plus de 50 % la masse de solide évacuée par le séparateur, tout en conservant une bonne partie de sa valeur comme amendement organique et comme fertilisant. Il a également permis d'assainir et de réduire significativement l'odeur de la FS. Le tableau 1 présente l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de la FS pendant ce traitement, c'est-à-dire à la sortie du séparateur, après les 10 jours de conditionnement et à la fin de la période d'entreposage de 80 jours.

Du traitement ayant apporté les meilleurs résultats, il est possible de conclure que :

- Une ventilation continue permettant de maintenir une vitesse apparente à l'intérieur de la cellule de conditionnement peut être aussi basse que 0,0002 mètre par seconde (m/s) pour obtenir les conditions aérobies adéquates à l'obtention d'un régime thermophile (haute température) dans l'amas. La vitesse apparente se calcule en divisant le débit d'aération maintenu par le ventilateur, exprimé en mètre cube par seconde (m³/s), par la surface de plancher d'une cellule, exprimée en mètre carré (m²).
- Une période de dix jours de conditionnement, soit neuf jours à basse ventilation et un jour avec une ventilation de haut débit, apparaît comme une combinaison favorable à l'obtention d'un substrat réduit en eau, en agents pathogènes et en odeurs après 80 jours d'entreposage. La réduction rapide en eau permet également de conserver une partie importante du carbone et de l'azote au cours de l'entreposage. Une ventilation soutenue d'au moins quatre changements d'air à l'heure par cellule (par exemple 10 m³ à l'heure pour une cellule de 2,5 m³) apparaît adéquate pour bien évacuer l'hu-

midité accumulée dans les amas à la fin du cycle de conditionnement.

Intérêt agronomique de la fraction solide conditionnée

La FS conditionnée, riche en matières organiques (MO), est bien pourvue en N_{tot}, en P, en K, en Ca et en Mg, ce qui lui confère la double qualité de matière fertilisante et d'amendement organique.

La majorité du phosphore de la FS est de forme minérale (P_{ortho}), semblable à celle des engrais minéraux. Le rapport P_{ortho}/P_{total} de la FS est donc élevé, autour de 85 %, ce qui suggère une efficacité fertilisante élevée du phosphore d'au moins 65 %. Le potassium est aussi principalement sous forme minérale et son efficacité sera probablement similaire à celle du potassium des lisiers, entre 80 et 100 %.

De plus, la FS contient tout de même de 2 à 4 % d'N_{tot}, majoritairement sous forme d'azote organique (N_o), dont l'efficacité pourrait être assez élevée pour un amendement organique étant donné le faible rapport carbone/azote (C/N) de la FS. En étant inférieur à 15, le C/N de la FS indique que la quantité de carbone apportée relativement à celle de l'azote conduira à une bonne minéralisation de l'azote. L'N_o doit en effet d'abord être minéralisé pour devenir disponible aux plantes. C'est-à-dire qu'il passe d'une forme

FIGURE 3
DÉVELOPPEMENT
DES PLANTS DE
POMMES DE TERRE
SELON LA FERTILISA-
TION, 27 JUILLET
2006. (A) PARCELLE
SANS FERTILISA-
AZOTÉE, (B) PARCELLE
TÉMOIN AYANT REÇU
LA DOSE D'AZOTE
RECOMMANDÉE
(CRAAQ, 2003), (C)
PARCELLE AYANT
REÇU 70 % DE LA
DOSE D'AZOTE
RECOMMANDÉE.



organique à une forme minérale, du type de celles contenues dans les engrais minéraux (NO_3 et NH_4). L'efficacité fertilisante de l'azote pourrait ainsi être supérieure à 45 %, ce qui situe la FS entre les fumiers de bovin et ceux de volaille. L'application de FS pourrait donc combler une partie significative des besoins en azote de la culture. Cependant, le ratio $\text{N}_{\text{tot}}/\text{P}$ de 0,6 démontre bien que la FS est destinée à être exportée vers des sols peu saturés en phosphore sur lesquels on produit des cultures ayant des besoins élevés en engrais phosphatés, particulièrement ceux dont les sols présentent un besoin en MO.

En effet, l'épandage d'une tonne fraîche de FS conditionnée ajoute 448 kg de MO. L'ajout de MO permet d'améliorer l'agrégation et la structure des sols. Ceci favorise la circulation de l'air et de

l'eau. L'apport de MO stimule aussi la croissance et l'activité des microorganismes bénéfiques du sol (champignons et bactéries). Ces impacts positifs sur les propriétés physiques et biologiques du sol ont une action bénéfique indirecte sur les rendements des cultures. La FS pourrait ainsi remplacer avantageusement certains amendements d'origine municipale ou industrielle, sans les contraintes réglementaires imposées à ces matières résiduelles fertilisantes (MRF). Il devient, de plus, très à propos de tenter de maximiser les processus naturels de fertilité des sols, dans un contexte de plus en plus réglementé.

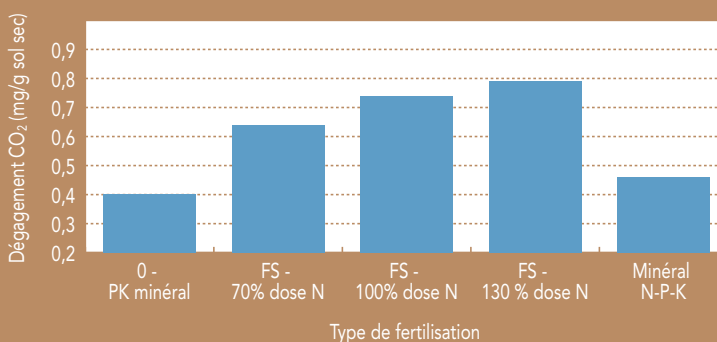
Bien qu'il soit possible d'estimer la valeur fertilisante des fractions de lisier à l'aide de critères agronomiques reconnus, il reste cependant essentiel de les tester

au champ où maints facteurs jouent sur les processus impliqués dans l'évolution de l'azote et du phosphore dans le sol.

C'est dans cette lignée qu'ont été entrepris, par l'IRDA, des essais préliminaires de valorisation au champ de la FS dans la production de la pomme de terre, à la ferme expérimentale de Deschambault, durant l'été 2006. Ces essais ont montré que la FS nourrit efficacement la culture, et ce, dès le début de la saison. En date du 10 juillet, soit deux mois après la plantation, la croissance des plants ayant reçu 70 % et 100 % de l'azote recommandé en FS (efficacité N *a priori* de 45 %) était respectivement de 34 % et de 51 % supérieure à celle des plants du témoin minéral (figure 2, p. 46). Dans le cadre d'une production récoltant les parties aériennes, comme dans le cas de productions maraîchères, l'utilisation de la FS aurait donc été très avantageuse. Au 27 juillet, les plants ayant reçu de la FS présentent toujours une excellente croissance, telle que l'on peut le visualiser à la figure 3. Alors que les entre-rangs étaient très visibles dans le témoin sans azote (fig. 3A) et facilement distinguables dans le traitement minéral (fig. 3B), ils sont recouverts par les plants du traitement 70 % N-FS (fig. 3C) qui se rejoignent et atteignent les 60 cm de hauteur, comparativement à 45 cm dans le témoin minéral.

À la récolte, de très bons rendements, jusqu'à 52,5 t/ha, en tubercules de qualité ont été obtenus, sans problème de gale,

FIGURE 4
ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS SELON LE TYPE DE FERTILISATION (27 JUILLET 2006)





avec tous les traitements. Des rendements aussi élevés ont été obtenus autant dans les parcelles ayant reçu 70 % N-FS et 50 % P-FS (efficacité P *a priori* de 65 %) que dans celles ayant reçu des engrais minéraux.

L'excellente croissance des plants fertilisés à la FS serait en partie due à son effet bénéfique sur l'activité biologique des sols. Le dégagement supérieur de CO₂ de ces sols, mesuré lors des tests d'incubation qui servent à évaluer le potentiel d'activité biologique des sols, appuie cette hypothèse (figure 4). L'application de FS aurait donc un effet promoteur sur les processus naturels de fertilité du sol, améliorant du coup sa qualité. La FS semble donc présenter une valeur ajoutée très intéressante d'un point de vue écologique, puisque les gens sont de plus en plus sensibilisés à l'importance de tirer parti des processus naturels de fertilité des sols. Cette qualité intrinsèque permettrait de distinguer la FS favorablement des engrais minéraux, dans un contexte commercial. La FS démontre donc un grand potentiel comme engrais organique et pourrait s'utiliser avantageusement directement au champ ou s'intégrer dans la fabrication d'engrais organiques granulés.

On peut retrouver l'essentiel du rapport de recherche (Martin, D.Y. et collaborateurs, 2006) ayant permis la réalisation de cet article sur le site Internet de l'IRDA à l'adresse <http://www.irda.qc.ca/resultats/categorie/3.html>

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les organismes suivants pour leur support technique et financier, sans qui un tel projet n'aurait pu être réalisé : le MAPAQ par l'entremise de son programme CORPAQ; la Fédération des producteurs de porcs du Québec; Les équipements Laplante et Lévesque; AGEQ; COGENOR; les entreprises d'élevages porcins visitées; Développement économique Canada; la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec; Asserva Sa.; FERTIOR; GSI Environnement inc. ✎

CAPSULE-RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE

RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE • CAPSULE-RECHERCHE

GAZ ET ODEURS DES FUMIERS

La zéolite: une argile utilisée comme supplément alimentaire

Un projet de recherche mené sur un additif alimentaire, la zéolite, a permis d'avancer les connaissances pertinentes à son effet alimentaire et d'identifier des pistes de réduction d'impacts environnementaux pour les fumiers.

La protection de l'environnement étant pour tous un souci constant, la Fédération des producteurs de porcs du Québec a financé en partie, il y a deux ans, un projet de recherche réalisé par l'Université McGill sur un moyen possible de réduire les impacts environnementaux des fumiers. Les chercheurs devaient vérifier si la clinoptilolite (une variété de zéolite, minéral similaire mais plus absorbant que la bentonite), utilisée comme supplément alimentaire, améliorait la conversion alimentaire des animaux et diminuait les gaz et les odeurs en même temps que le taux d'azote et de phosphore des lisiers.

L'ajout de zéolite n'a pas eu d'effet important sur le taux de conversion alimentaire, le gain moyen quotidien et la qualité de carcasse. Par contre, la zéolite a permis de

réduire jusqu'à 45 % le taux d'émission d'odeur des fumiers et de 18 % le volume de déjection produit. De plus, la zéolite a démontré un certain potentiel de diminution de l'azote et du phosphore dans les fumiers, à condition d'ajuster adéquatement la ration. De plus, la zéolite n'a aucun impact sur la teneur en métaux lourds des carcasses lorsque le taux d'énergie et de protéines sont bien ajustés. Contrairement aux travaux antérieurs, ceux financés par la Fédération ont permis d'apporter certaines précisions sur les propriétés de la clinoptilolite et sur la formulation de la ration pour optimiser les impacts.

La certification de performance alimentaire de la clinoptilolite auprès de l'Agence canadienne d'inspection des aliments exige des travaux de recherche plus poussés.

Fédération des producteurs de porcs du Québec
Fonds de recherche \$ \$ \$ \$