

**Performances technico-économique d'un séparateur centrifuge  
mobile à la fosse à lisier de porcs suivi du traitement par compostage  
et biostabilisation des solides de lisier de porcs**

**Évaluation des performances techniques  
du séparateur décanteur centrifuge  
Alfa-Laval DSX-706**



**Février 2005**

## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>3</b>
<b>ÉQUIPE DE RÉALISATION.....</b>	<b>4</b>
<b>DESCRIPTION DU MANDAT .....</b>	<b>4</b>
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE.....</b>	<b>4</b>
<b>Dispositif expérimental .....</b>	<b>4</b>
<b>Bilan massique et prise d'échantillons .....</b>	<b>4</b>
<b>Analyses terrain.....</b>	<b>5</b>
<b>Analyse des échantillons.....</b>	<b>6</b>
<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>6</b>
<b>ANALYSE DES RÉSULTATS .....</b>	<b>12</b>
<b>Évolution de la matière sèche et du phosphore dans la fosse.....</b>	<b>12</b>
<b>Efficacité de séparation .....</b>	<b>13</b>
<b>Effets des additifs.....</b>	<b>15</b>
<b>Populations microbiennes.....</b>	<b>16</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>16</b>
<b>ANNEXE I : ÉTALONNAGE DU DÉBITMÈTRE .....</b>	<b>17</b>
<b>ANNEXE II : MÉTHODES D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICRO-BIOLOGIQUES</b>	<b>19</b>
<b>ANNEXE III : IMAGES DU SITE EXPÉRIMENTAL.....</b>	<b>21</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Bilans massiques des différents éléments	9
Tableau 2. Analyses laboratoires des échantillons	10
Tableau 3. Comparaison entre les analyses terrain et laboratoire	11
Tableau 4. Écart entre les teneurs en matière sèche calculées et laboratoire	13
Tableau 5. Efficacités de séparation de différents éléments	14
Tableau 6. Efficacités de séparation du phosphore en tenant compte des débits massiques ou en utilisant que les concentrations de $P_2O_5$ dans le lisier brut et la fraction liquide	16

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma des installations	5
Figure 2. Régression linéaire simple entre les analyses de $P_2O_5$ au champ et au laboratoire pour la fraction liquide	11
Figure 3. Relations entre la teneur en matière sèche, la concentration en $P_2O_5$ du lisier brut et la hauteur de la colonne de lisier dans le réservoir	12
Figure 4. Efficacités de séparation en fonction de la teneur en matière sèche du lisier brut	14
Figure 5. Efficacités de séparation du phosphore et débits d'alimentation du séparateur en fonction de la hauteur de la colonne de lisier dans la fosse	15

## Équipe de réalisation

### IRDA :

Daniel Yves Martin, ing. M. Sc.  
François Léveillé, attaché de recherche  
Frédérique Pelletier, ing. M. Sc.

### Collaborateurs :

Sylvie Richard, agr. (AGEO)  
Maxime Gagné, gestionnaire de chantier (CLAMEX)  
Jean Vigneux, agr. M. Sc. (GSI ENV.)

## Description du mandat

L'évaluation des performances d'un séparateur décanteur centrifuge à séparer du lisier de porcs en ses deux fractions a été confiée à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Le mandat consistera à évaluer les débits de fonctionnement de l'équipement en temps réel tout en quantifiant les performances d'extraction de différents éléments constitutifs d'un lisier de porcs à l'engraissement provenant d'une fosse d'entreposage non recouverte.

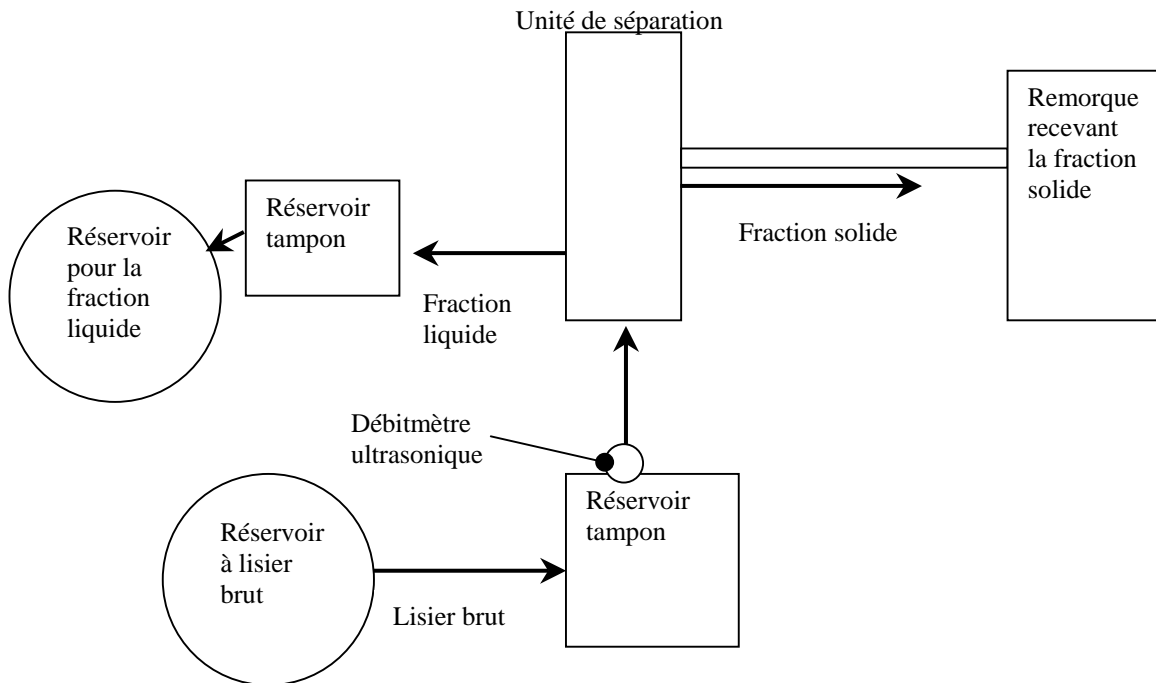
## Matériel et méthode

### Dispositif expérimental

La disposition des équipements utiles à la séparation du lisier est sous la responsabilité de l'entreprise Clamex, propriétaire du séparateur décanteur centrifuge Alfa-Laval, modèle DSX-706. Ce dispositif est représentatif d'éventuelles installations à la ferme. La figure 1 schématise les différentes composantes du système. L'annexe 3 réunit quelques images du site expérimental. Le transfert du lisier brut et de la fraction liquide est assuré par des pompes en différents points du système alors que la fraction solide est évacuée au moyen d'un convoyeur. Des réservoirs tampons sont incorporés dans les circuits des éléments liquides de manière à protéger les équipements contre l'introduction d'objets massifs et aussi pour régulariser les débits. Le fonctionnement des systèmes est régi et synchronisé grâce à un panneau de contrôle localisé dans l'unité de séparation. Durant toute la période d'évaluation, le lisier brut a été brassé par le système d'agitation appartenant à la ferme Gestion de Lagaudreau.

### Bilan massique et prise d'échantillons

Pour effectuer les bilans massiques, un débitmètre ultrasonique de la compagnie Greyline modèle PSE5-A a été inséré dans le circuit du lisier brut alimentant le séparateur. Ce débitmètre a été préalablement étalonné avec du lisier de porcs à l'engraissement dont la teneur en matière sèche est d'environ 4 %. Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) a été mandaté pour effectuer l'étalonnage en atelier en utilisant la procédure ENV-16 élaborée par ce centre de recherche. L'incertitude des lectures est évaluée à  $\pm 2$  %. L'annexe 1 présente le résultat de cet étalonnage. En connaissant la masse volumique du lisier brut ainsi que sa teneur en matière sèche, les données recueillies par le débitmètre permettent d'évaluer les débits massiques (solide et liquide) de ce matériel. Pour sa part, la fraction solide produite pendant la séparation est pesée au moyen d'une balance électronique de marque Ohaus d'une capacité de 50 kg précise à  $\pm 0,1$  kg. La teneur en matière sèche de la fraction solide permet de déterminer les débits massiques de cette fraction. Les bilans massiques de la fraction liquide sont calculés par différence entre les débits massiques du lisier brut et de la fraction solide.



**Figure 1. Schéma des installations**

Des relevés ont été effectués du 3 au 8 juin 2004. Ils permettent d'évaluer les performances du séparateur au fur et à mesure que la colonne de lisier descend dans la fosse d'entreposage et que la teneur en matière sèche peut se modifier selon le niveau atteint dans le réservoir. Pour une prise de données, le protocole prévoit que l'équipement ait atteint un point d'équilibre dans son fonctionnement, ce point étant déclaré par l'opérateur après avoir effectué ses ajustements. Une prise de données se déroule pendant une période de 10 minutes chronométrées. Durant cet intervalle, la quantité exacte de lisier brut pompé vers le séparateur est relevée sur le débitmètre ultrasonique et des échantillons du lisier brut et des deux fractions sont recueillis pour former des échantillons composites à la fin de la période de mesure. C'est également à la fin de cette même période que la fraction solide produite par le séparateur est pesée. Au total, sept campagnes d'échantillonnage ont été effectuées incluant un essai avec injection de polymère pour forcer chimiquement la séparation à l'intérieur du séparateur et un essai avec injection d'huile de canola comme coupe-mousse.

### **Analyses terrain**

L'expérimentation a permis d'évaluer sur le terrain des techniques mises au point par l'IRDA pour déterminer in situ la teneur en matière sèche des éléments liquide et solide ainsi que pour déterminer la teneur en phosphore des parties liquides (lisier brut et fraction liquide). La teneur en matière sèche est évaluée en utilisant un four micro-ondes, alors que la teneur en phosphore est évaluée en utilisant un équipement de laboratoire portatif adapté par le laboratoire de l'IRDA. Cet instrument, le RQ Flex, utilise un principe de bandelettes pré-imprégnées de réactifs spécifiques à l'ion à doser. En présence de l'échantillon aqueux, il y a développement d'une couleur lue à l'aide de l'instrument. Le laboratoire d'analyses chimiques de l'IRDA estime l'incertitude relative

de cet équipement à environ 10 % par rapport aux résultats obtenus avec des équipements de laboratoire éprouvés.

## Analyse des échantillons

Les échantillons du lisier brut, de la fraction liquide et de la fraction solide seront analysés au laboratoire des sols de l'IRDA du Complexe scientifique. Le laboratoire est certifié ISO 9002.

Des analyses sur les éléments suivants y seront réalisées :

- Masse volumique  $\rho$
- Matière sèche MS
- Azote total  $N_{total}$
- Azote ammoniacal  $N-NH_4$
- Phosphore P
- Potassium K
- Cuivre Cu
- Zinc Zn
- Manganèse Mn
- Calcium Ca
- Magnésium Mg

L'annexe 2 détaille les méthodes d'analyse employées pour caractériser les échantillons. Les échantillons de la fraction solide seront caractérisés pour leur contenu en coliformes fécaux (confirmés à *E. coli*) et *Salmonella* (présence/absence). La présence de coliformes fécaux a été déterminée selon la méthode d'analyse MFLP-55 de la Direction générale de la protection de la santé de Santé Canada (BNQ 0413-200, 1997) tandis que pour les salmonelles, la méthode AOAC 991.12 – 1994, (BNQ 0413-200, 1997) a été utilisée.

## Résultats

Le tableau 1 présente les résultats des débits massiques obtenus par les données relevées sur le terrain. Chaque essai est identifié par la hauteur de la colonne de lisier brut présente dans le réservoir, celle-ci ayant pour valeur zéro à la base de ce dernier. Les calculs effectués pour déterminer les bilans massiques présentés au tableau 1 utilisent les valeurs de la matière sèche et de masses volumiques obtenues par le laboratoire de l'IRDA.

Le débit massique du lisier brut est évalué selon l'équation 1 :

$$Q_{m_{lb}} = \rho_{lb} Q_{v_{lb}} \dots \dots \dots [1]$$

où

- $Q_{m_{lb}}$  : débit massique du lisier brut (kg/h)
- $\rho_{lb}$  : masse volumique du lisier brut ( $kg/m^3$ )
- $Q_{v_{lb}}$  : débit volumique du lisier brut ( $m^3/h$ )

La quantité d'eau et de matière sèche véhiculée par le lisier brut par heure de pompage est évaluée selon les expressions suivantes :

$$QMS_{lb} = MS_{lb} Qm_{lb} \dots \dots \dots [2]$$

où

$QMS_{lb}$  : quantité de matière sèche par heure du lisier brut (kg/h)  
 $MS_{lb}$  : pourcentage de matière sèche dans le lisier brut (%)

et

$$QW_{lb} = Qm_{lb} - QMS_{lb} \dots \dots \dots [3]$$

où

$QW_{lb}$  : quantité d'eau par heure du lisier brut (kg/h)

De manière similaire, on peut évaluer la quantité d'eau et de matière sèche transportée par la fraction solide. Dans ce cas, le débit massique ( $Qm_{fs}$ ) est obtenu directement par la pesée du matériel et une équivalence aux équations 2 et 3 est utilisée soit :

$$QMS_{fs} = MS_{fs} Qm_{fs} \dots \dots \dots [4]$$

où

$QMS_{fs}$  : quantité de matière sèche par heure de la fraction solide (kg/h)  
 $MS_{fs}$  : pourcentage de matière sèche dans la fraction solide (%)

et

$$QW_{fs} = Qm_{fs} - QMS_{fs} \dots \dots \dots [5]$$

où

$QW_{fs}$  : quantité d'eau par heure de la fraction solide (kg/h)

Pour leurs parts, les débits massiques et les quantités d'eau et de matière sèche transportées par la fraction liquide doivent être calculés à partir des différences obtenues entre les valeurs correspondantes pour le lisier brut et la fraction solide ainsi :

$$Qm_{fl} = Qm_{lb} - Qm_{fs} \dots \dots \dots [6]$$

$$QMS_{fl} = QMS_{lb} - QMS_{fs} \dots \dots \dots [7]$$

$$QW_{fl} = QW_{lb} - QW_{fs} \dots \dots \dots [8]$$

où

$Qm_{fl}$  : débit massique de la fraction liquide (kg/h)  
 $QMS_{fl}$  : quantité de matière sèche par heure de la fraction liquide (kg/h)  
 $QW_{fl}$  : quantité d'eau par heure de la fraction liquide (kg/h)

Le tableau 2 présente les résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons par le laboratoire de l'IRDA. Les valeurs des éléments fertilisants sont calculées sur une base humide. Le tableau 2 présente également les résultats des analyses micro-biologiques effectuées sur les échantillons de la fraction solide.

Le tableau 3 permet de comparer les valeurs des analyses effectuées au champ par rapport à celles réalisées au laboratoire pour les mêmes échantillons. Pour la matière sèche, les écarts les plus importants entre le champ et le laboratoire sont observés au niveau du lisier brut où une variation de  $\pm 38\%$  est notée en excluant un essai affichant un écart de plus de  $73\%$  entre les deux valeurs. Il est probable que cet échantillon terrain n'a pas été suffisamment séché au micro-ondes. Pour sa part, l'évaluation de la matière sèche pour la fraction liquide présente une variation de  $\pm 25\%$  entre les deux valeurs alors que pour la fraction solide cette variation oscille entre  $\pm 15\%$ . Il apparaît clairement que pour les parties liquides, plus la teneur en matière sèche est élevée, plus grandes doivent être les précautions à l'égard du temps de séchage au four micro-ondes. Un plus grand nombre de répétitions seraient sans doute également indiquées. Quant à la fraction solide, il semble plus facile de faire converger les valeurs terrain vers celles du laboratoire. Avec de l'expérience, on pourra trouver des valeurs à  $10\%$  près de celles du laboratoire.

Pour le phosphore, il semble que l'équipement terrain sous-évalue systématiquement les valeurs par rapport à celles du laboratoire avec un écart allant de  $-17\%$  à  $-33\%$  pour le lisier brut et un écart de  $-9\%$  à  $-17\%$  pour la fraction liquide. Ici aussi, il semble que la teneur en matière sèche influence les résultats. Néanmoins, les résultats obtenus sont très encourageants puisque les valeurs terrain relevées pour la fraction liquide sont en moyenne à  $13\%$  près de la valeur laboratoire, alors que celles du lisier brut sont à  $25\%$  près. Il est probable qu'avec plusieurs répétitions, un facteur de correction pourra être introduit dans le calcul terrain selon la teneur en matière sèche du lisier ou de la fraction liquide analysée, ce qui permettra de faire converger les valeurs obtenues vers les valeurs laboratoires. À ce titre, la figure 2 illustre une étude de régression linéaire pour le cas de la fraction liquide indiquant qu'un multiplicateur de 1,24 appliqué aux valeurs aux champs permet de faire converger ces valeurs vers celles du laboratoire.



**Tableau 1. Bilans massiques des différents éléments**

LISIER BRUT							
HAUTEUR COLONNE	Masse volumique	MS labo	DÉBIT VOLUMIQUE	DÉBIT MASSIQUE	QTÉ MS	QTÉ EAU	REMARQUE
mm	kg/m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup> /h	kg/h	kg/h	kg/h	
3074	972,00	3,95	18,50	17982,00	710,29	17271,71	
2769	971,00	3,81	21,52	20895,92	796,13	20099,79	
2464	967,00	4,12	16,16	15626,72	643,82	14982,90	
2007	958,00	4,28	19,21	18403,18	787,66	17615,52	
1998	954,00	4,47	19,20	18316,80	818,76	17498,04	Polymère
1651	940,00	4,36	15,62	14682,80	640,17	14042,63	
1461	950,00	4,72	22,10	20995,00	990,96	20004,04	Huile canola
FRACTION LIQUIDE							
HAUTEUR COLONNE	Masse volumique	MS labo	MS (calculée)	DÉBIT MASSIQUE (calculé)	QTÉ MS (calculée)	QTÉ EAU (calculée)	REMARQUE
mm	kg/m <sup>3</sup>	%	%	kg/h	kg/h	kg/h	
3074	971,00	2,84	2,65	17194,8	455,24	16739,56	
2769	953,00	2,8	2,17	19840,92	430,26	19410,66	
2464	956,00	3,29	2,33	14729,18	342,88	14386,30	
2007	967,00	3,64	2,65	17482,88	462,79	17020,09	
1998	966,00	3,42	2,96	17396,5	515,61	16880,89	Polymère
1651	971,00	3,39	3,21	14142,98	454,26	13688,72	
1461	856	3,73	-0,14	17444,2	-24,21	17468,41	Huile canola
FRACTION SOLIDE							
HAUTEUR COLONNE	MS labo	DÉBIT MASSIQUE	QTÉ MS	QTÉ EAU	REMARQUE		
mm	%	kg/h	kg/h	kg/h			
3074	32,40	787,20	255,05	532,15			
2769	34,68	1055,00	365,87	689,13			
2464	33,53	897,54	300,95	596,59			
2007	35,30	920,30	324,87	595,43			
1998	32,94	920,30	303,15	617,15	Polymère		
1651	34,44	539,82	185,91	353,91			
1461	28,59	3550,80	1015,17	2535,63	Huile canola		

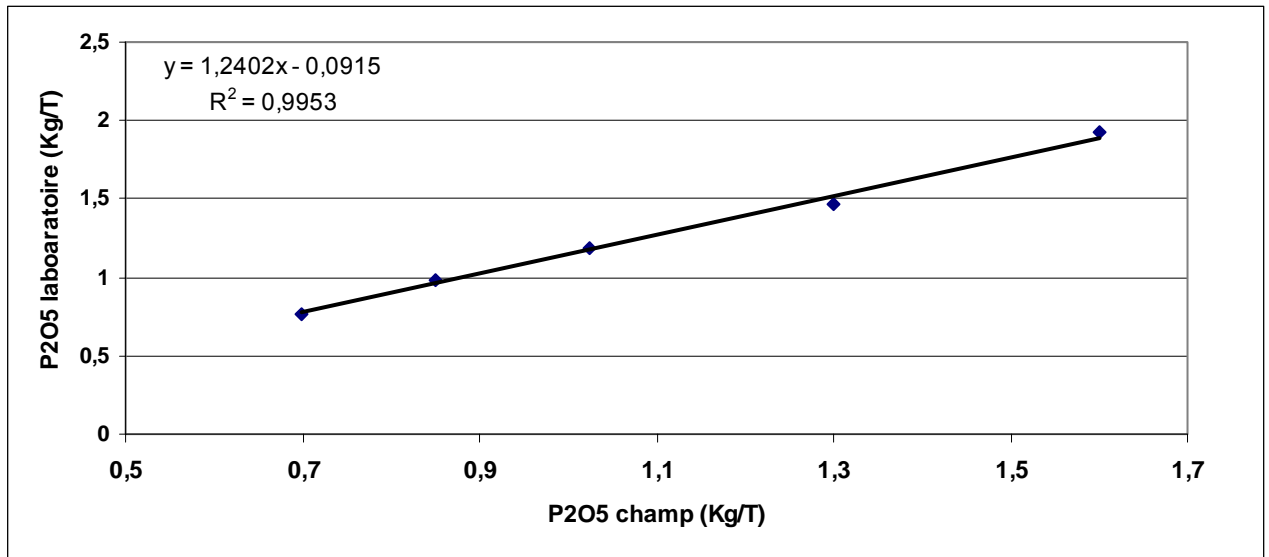
**Tableau 2. Analyses laboratoires des échantillons**

LISIERS BRUT											
HAUTEUR COLONNE	N TOTAL	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn		
mm	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T		
3074	4,74	2,17	2,51	2,04	1,32	0,53	0,037	0,060	0,27		
2769	4,60	2,26	2,30	1,99	1,20	0,48	0,033	0,056	0,025		
2464	4,77	2,28	2,54	1,99	1,30	0,53	0,036	0,062	0,027		
2007	4,89	2,26	2,64	2,07	1,36	0,56	0,038	0,064	0,029		
1998	4,91	2,17	2,78	1,96	1,42	0,58	0,030	0,067	0,030		
1651	5,17	2,34	2,96	2,11	1,51	0,62	0,043	0,074	0,033		
1461	5,13	2,23	2,80	1,85	1,42	0,59	0,039	0,068	0,030		
FRACTION LIQUIDE											
HAUTEUR COLONNE	N TOTAL	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn		
mm	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T		
3074	4,19	2,19	0,77	1,76	0,70	0,08	0,026	0,037	0,011		
2769	4,28	2,22	0,98	1,73	0,77	0,14	0,028	0,041	0,014		
2464	4,53	2,29	1,19	1,77	0,90	0,18	0,033	0,048	0,018		
2007	4,68	2,22	1,47	2,06	1,20	0,22	0,04	0,60	0,022		
1998	4,53	2,41	1,92	2,15	1,08	0,38	0,031	0,50	0,023		
1651	4,68	2,1	1,1	1,93	0,97	0,13	0,036	0,052	0,017		
1461	4,63	2,17	1,14	1,88	1,01	0,15	0,035	0,053	0,017		
FRACTION SOLIDE											
HAUTEUR COLONNE	N TOTAL	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	E. Coli	Salmonelles
mm	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	kg/T	NPP/g	Présence (O/N)
3074	14,76	2,46	32,98	2,02	12,17	8,69	0,153	0,401	0,306	--	--
2769	13,25	2,38	31,41	1,93	11,34	8,00	0,118	0,395	0,242	500	N
2464	13,34	2,35	31,34	1,93	11,55	8,05	0,126	0,401	0,241	170	N
2007	14,00	2,50	35,01	1,96	11,66	9,22	0,131	0,412	0,282	2400	N
1998	12,31	2,50	23,04	1,82	8,89	5,70	0,134	0,334	0,191	9000	N
1651	14,35	2,40	27,46	1,63	9,05	7,25	0,101	0,318	0,233	3000	O
1461	10,86	2,52	17,79	1,66	6,74	4,51	0,087	0,233	0,161	5000	O

Note : Les valeurs des éléments fertilisants sont calculées sur une base humide

**Tableau 3. Comparaison entre les analyses terrain et laboratoire**

Lisier brut					
MS champ	MS labo	Écart	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> champ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> labo	Écart
%	%	% (+ou -)	Kg/T	Kg/T	% (+ou -)
5,45	3,95	37,97	1,67	2,51	-33,47
6,6	3,81	73,23	1,75	2,30	-23,91
3,8	4,12	-7,77	1,80	2,54	-29,13
4,91	4,28	14,72	2,05	2,64	-22,35
4,3	4,47	-3,80	2,30	2,78	-17,27
Fraction liquide					
MS champ	MS labo	écart	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> champ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> labo	Écart
%	%	% (+ou -)	Kg/T	Kg/T	% (+ou -)
3,5	2,84	23,24	0,70	0,77	-9,35
3,3	2,8	17,86	0,85	0,98	-13,27
2,9	3,29	-11,85	1,03	1,19	-13,87
2,73	3,64	-25,00	1,30	1,47	-11,56
3,6	3,42	5,26	1,60	1,92	-16,67
Fraction solide					
MS champ	MS labo	Écart			
%	%	% (+ou -)			
33,7	32,4	4,01			
37,6	34,68	8,42			
32	33,53	-4,56			
37,8	35,3	7,08			
38	32,94	15,36			

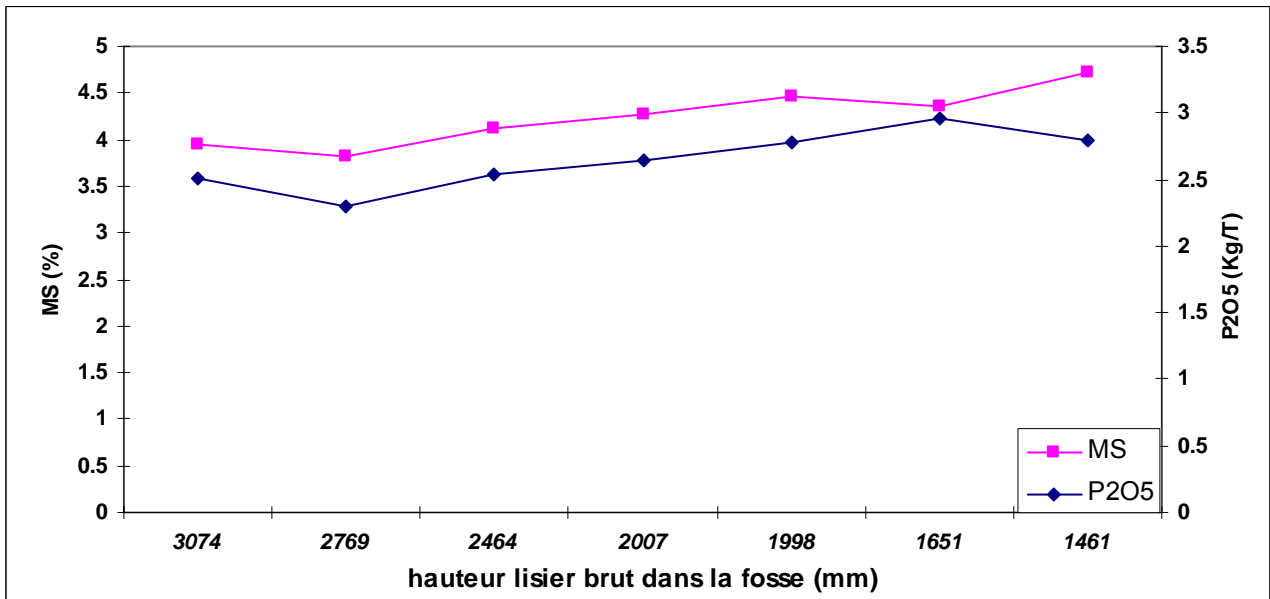


**Figure 2. Régression linéaire simple entre les analyses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> au champ et au laboratoire pour la fraction liquide**

## Analyse des résultats

### Évolution de la matière sèche et du phosphore dans la fosse

Tel que l'on pouvait s'y attendre, les valeurs des tableaux 1 et 2, reprises sous forme graphique à la figure 3, permettent de constater l'augmentation de la teneur en matière sèche et de la concentration en  $P_2O_5$  dans le lisier brut au fur et à mesure que la colonne s'abaisse dans le réservoir. Cette variabilité dans la consistance du produit implique une vigilance accrue de la part de l'opérateur pour maintenir des efficacités de séparation constantes.



**Figure 3. Relations entre la teneur en matière sèche, la concentration en  $P_2O_5$  du lisier brut et la hauteur de la colonne de lisier dans le réservoir**

Le tableau 4 présente l'écart calculé entre la valeur théorique de la teneur en matière sèche de la fraction liquide à partir du bilan de masse et celle évaluée au laboratoire à partir des échantillons recueillis. Cet écart représente la précision avec laquelle le bilan de masse théorique permet de reconstituer la composition des échantillons prélevés. Si l'on fait abstraction de l'essai réalisé avec l'huile de canola, essai qui présente un écart inexplicable de 100 %, l'écart varie de 5 à 29 % pour une valeur moyenne de 17 %. Cette dernière valeur illustre la précision avec laquelle on peut espérer fermer le bilan de masse pour les conditions expérimentées au champ.

**Tableau 4. Écart entre les teneurs en matière sèche calculées et laboratoire**

MS LABO	MS CALCULÉE	ÉCART
%	%	% (+ou -)
2,84	2,65	-6,78
2,8	2,17	-22,55
3,29	2,33	-29,24
3,64	2,65	-27,28
3,42	2,96	-13,34
3,39	3,21	-5,25
3,73	-0,14	-103,72

### **Efficacité de séparation**

L'efficacité de séparation d'un constituant particulier est exprimée en terme de pourcentage de constituants enlevés dans le lisier brut. Cette quantité est la différence entre celle présente dans le lisier brut moins celle se retrouvant dans la fraction liquide. L'équation 9 permet de déterminer cette efficacité lorsque les concentrations du constituant analysé sont formulées sur une base humide, tel qu'exprimé au tableau 2.

$$Eff (\%) = \frac{(Q_{m_{lb}} \times C_{lb}) - (Q_{m_{fl}} \times C_{fl})}{(Q_{m_{lb}} \times C_{lb})} \times 100 \dots\dots\dots [9]$$

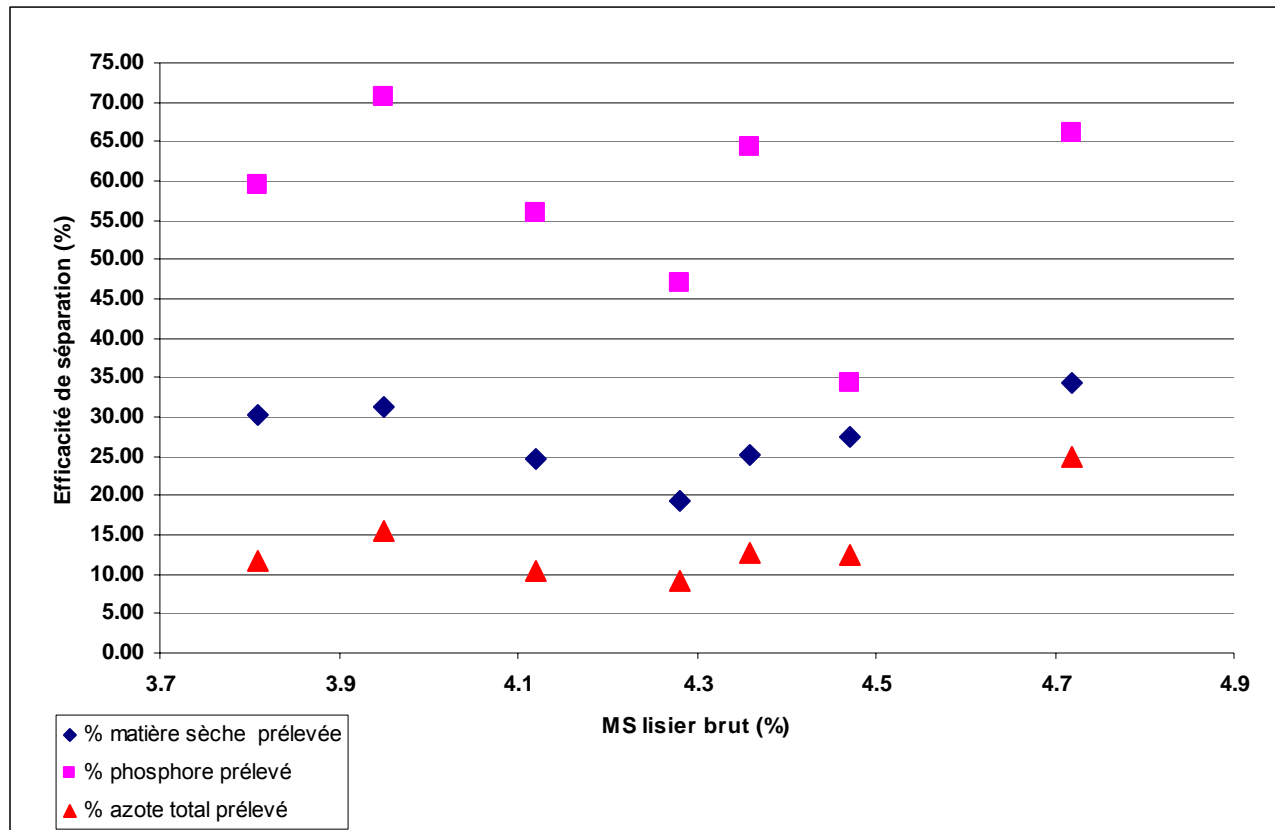
où :

- Q<sub>m<sub>lb</sub></sub> : débit massique du lisier brut (kg/h)
- C<sub>lb</sub> : concentration de l'élément considéré dans le lisier brut (kg/T)
- Q<sub>m<sub>fl</sub></sub> : débit massique de la fraction liquide (kg/h)
- C<sub>fl</sub> : concentration de l'élément considéré dans la fraction liquide (kg/T)

Le tableau 5 illustre le résultat de ces calculs pour la matière sèche (valeur laboratoire pour la fraction liquide), l'azote total, l'azote ammoniacal et le phosphore. La figure 4 exprime ces résultats en fonction de la matière sèche se trouvant dans le lisier brut.

**Tableau 5. Efficacités de séparation de différents éléments**

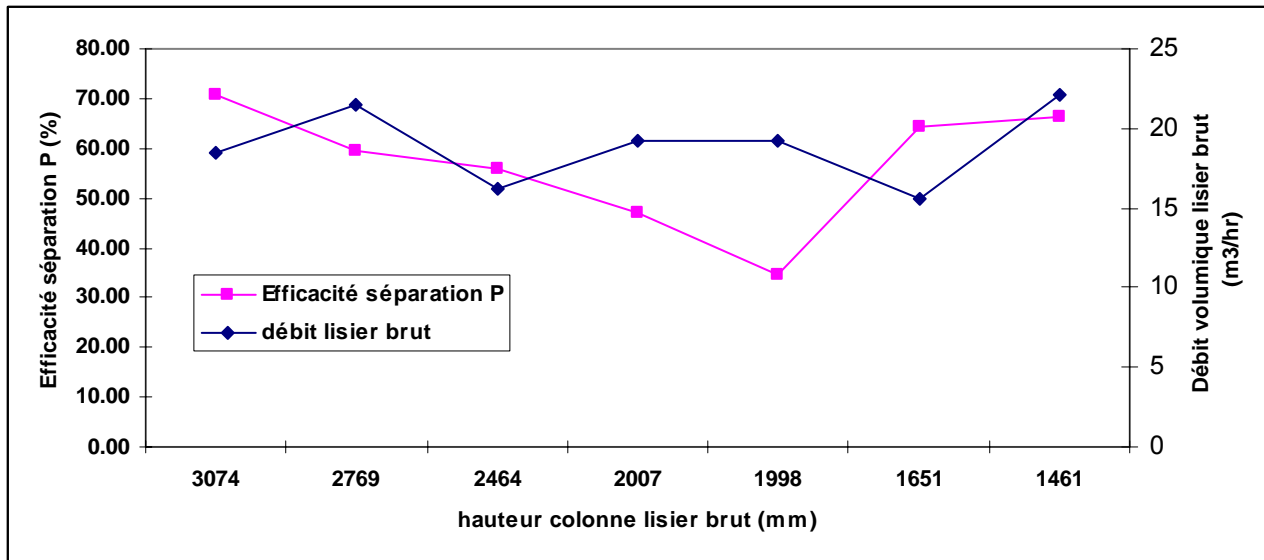
EFFICACITÉ DE SÉPARATION (LB-FL/LB)					
HAUTEUR COLONNE	MS (labo)	N TOTAL	N -NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	REMARQUE
mm	%	%	%	%	
3074	31,25	15,47	3,50	70,67	
2769	30,22	11,65	6,73	59,54	
2464	24,73	10,49	5,33	55,84	
2007	19,21	9,08	6,68	47,10	
1998	27,33	12,37	-5,48	34,41	Polymère
1651	25,11	12,81	13,56	64,20	
1461	34,34	25,01	19,15	66,17	Huile canola



**Figure 4. Efficacités de séparation en fonction de la teneur en matière sèche du lisier brut**

L'examen du tableau 5 et de la figure 4 met en relief les difficultés rencontrées sur le chantier à maintenir une performance stable lors du procédé de séparation. On note une variation de 34 à 70 % sur l'efficacité d'extraction du phosphore et de 19 à 30 % sur l'efficacité d'extraction de la matière sèche. La formation de mousse dans le séparateur empêchait le rendement optimal de l'équipement et nécessitait des ajustements réguliers de la part de l'opérateur. À ce titre, la figure 5 illustre les variations des efficacités d'extraction du phosphore et du débit d'alimentation du

séparateur en lisier brut en fonction de la hauteur de la colonne de lisier dénotant ainsi les efforts faits par l'opérateur pour stabiliser l'équipement.



**Figure 5. Efficacités de séparation du phosphore et débits d'alimentation du séparateur en fonction de la hauteur de la colonne de lisier dans la fosse**

### Effets des additifs

Les essais 5 et 7 ont été réalisés alors que des additifs étaient ajoutés au lisier brut et mélangés à l'intérieur du bol du séparateur. Au cours de l'essai 5 (hauteur de la colonne de lisier brut dans la fosse à 1998 mm), un polymère a été injecté pour forcer l'agglomération des particules solides. Comme on peut le constater à la figure 5, l'expérience ne fut pas concluante puisque l'on a enregistré la plus petite efficacité d'extraction du phosphore de tous les essais. Pour sa part, l'essai 7 (hauteur de la colonne de lisier brut dans la fosse à 1461 mm), où de l'huile de canola a été injectée comme coupe-mousse, présente des résultats surprenants. D'abord, le tableau 1 révèle un écart important entre la teneur en matière sèche calculée et celle mesurée par le laboratoire dans la fraction liquide, signifiant ainsi que le bilan de masse ne ferme pas. Il faut donc prendre les résultats de cet essai avec une certaine réserve.

Le tableau 6 a été réalisé afin de vérifier l'influence du bilan de masse sur la détermination finale de l'efficacité de séparation du phosphore. Aussi la deuxième colonne du tableau présente l'efficacité de séparation du phosphore, en tenant compte de la concentration en phosphore et du débit massique du lisier brut et de la fraction liquide, alors que la troisième colonne ne tient compte que des concentrations en phosphore dans les 2 éléments liquides. On peut voir que généralement la simple mesure des concentrations permet d'estimer avec un écart relativement faible l'efficacité de séparation du phosphore. Ce fait établi, si l'on regarde l'efficacité de séparation du phosphore pour l'essai numéro 7 sans utiliser le bilan massique, on constate une efficacité d'au moins 59 %. Ce résultat est très intéressant si l'on observe que cet essai a permis d'obtenir une efficacité d'extraction importante du phosphore tout en maintenant un débit d'alimentation en lisier brut de plus de 22 m<sup>3</sup>/h, soit le plus haut débit enregistré pendant les essais. L'injection d'huile de canola semble présenter un certain intérêt pour obtenir de bonnes efficacités tout en maintenant des débits d'opération élevés. Toutefois, de nouveaux essais devraient être effectués pour s'assurer que ces conditions sont répétables.

**Tableau 6. Efficacités de séparation du phosphore en tenant compte des débits massiques ou en utilisant que les concentrations de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dans le lisier brut et la fraction liquide**

HAUTEUR COLONNE	EFFICACITÉ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> AVEC DÉBIT MASSIQUE	EFFICACITÉ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> SANS DÉBIT MASSIQUE	ÉCART
mm	%	%	% (+ou -)
3074	70,666	69,32	1,94
2769	59,543	57,39	3,75
2464	55,841	53,15	5,06
2007	47,103	44,32	6,28
1998	34,405	30,94	11,22
1651	64,204	62,84	2,17
1461	66,172	59,29	11,61

### Populations microbiennes

Le tableau 2 présente les résultats des analyses micro-biologiques effectuées sur la fraction solide. La population de coliformes fécaux est présentée en nombre le plus probable (NPP/g). L'examen du tableau 2 permet de constater une tendance à la hausse des populations microbiennes au fur et à mesure que la colonne de lisier descend dans la fosse. Ce constat est vrai autant pour les coliformes fécaux que pour les salmonelles.

### Conclusion

Les essais de séparation de lisier menés à la ferme Gestion de Lagaudreau ont permis de mesurer les performances d'un séparateur décanteur centrifuge de grande capacité. L'appareil a traité de 15 à 22 m<sup>3</sup>/h de lisier brut et permet d'obtenir une fraction solide dont la teneur en matière sèche varie de 28 à 35 %. Les efficacités de séparation pour la matière sèche, le phosphore et l'azote total ont varié respectivement de 19 à 30 %, de 34 à 70 % et de 9 à 25 % au cours des différents essais. La formation de mousse dans le bol du séparateur, associée à la variabilité de la teneur en matière sèche du lisier au fur et à mesure que le niveau décroît dans le réservoir, semblent avoir été les causes du manque de stabilité durant les essais. L'injection d'huile de canola dans le bol du séparateur semble présenter un certain intérêt pour obtenir de bonnes efficacités tout en maintenant des débits d'opération élevés. Toutefois, de nouveaux essais devraient être effectués pour s'assurer que ces conditions sont répétables.



## **ANNEXE I : ÉTALONNAGE DU DÉBITMÈTRE ULTRASONIQUE**

**Certificat de vérification de l'état d'étalonnage**      *Certificat No 04-13299*

**Procédure de vérification :**      ENV-P-16

**Appareils utilisés :**

- Chronomètre Fisher Scientific, ENV-2398, modèle 14-649-S, NS 230291141  
*(prochain étalonnage dû en novembre 2005)*
- Balance Mettler Toledo (0-500kg) ENV-1820, modèle Spyder, NS 4411290 *(prochain étalonnage dû le 10 décembre 2004)*
- Débitmètre Honeywell (0-350 LPM) ENV-1138, modèle LK1D10B-0050PL-2TSY-XX, NS 319.0A
- Thermomètre Fisher ENV-1113, modèle 14-985E, NS 5302K *(prochain étalonnage dû le 22 juillet 2004)*
- Automate programmable GE FANUC ENV-1852, modèle 90-70, NS D353126
- Pompe Gorman Rupp ENV-1137, modèle 11½A2B

**Appareil vérifié :** Débitmètre ultrasonique Greyline modèle PSE5-A, No série n/d et lecteur PDFM-IV-A1A, No série 17985

**Résultats de la vérification avec lisier à 14°C**  
**(masse volumique de 1.03kg/L)**

Consigne (L/min)	Lecture du débitmètre (m <sup>3</sup> /h)	Temps de pompage (secondes)	Poids de lisier recueilli (kg)	Débit réel (m <sup>3</sup> /h)	Écart (%)
0	0	---	---	---	---
40	2,43	60	41,0	2,39	+1,67
85	5,13	60	87,2	5,08	+0,98
125	7,57	45	96,3	7,48	+1,20
165	9,94	45	126,9	9,85	+0,91
250	15,03	30	128,2	14,94	+0,60
330	20,00	30	169,1	19,70	+1,52

Note : à cause du bruit de fond élevé sur le lieu de vérification, la sensibilité du débitmètre a été réduite à 1

Vérification effectuée le 1<sup>er</sup> juin 2004

Michel Comeau, Technicien en RD

**ANNEXE II : MÉTHODES D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET  
MICRO-BIOLOGIQUES**

## Analyses physico-chimiques

MS : Détermination de la matière sèche par chauffage (Official methods of analysis of the association of official analytical chemist, 13<sup>th</sup> edition, 1975), p 29-30.

MO : Détermination de la matière organique par incinération (Bell D F., 1964), Loss-on-ignition as an estimate off organic matrice and organic carbon in non-coloreous soils, Soil sc. p.84-92.

N<sub>total</sub> : Individual/simultaneous determination of nitrogen and/or phosphorus in block digester acid digest (Industrial method 1977) 334-74WB Tarrytown NY10591.

N<sub>ammo</sub> : Détermination de l'azote ammoniacal avec minéralisateur/distillateur Kjeldahl.

P, K, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg :

Détermination du P suite à une minéralisation en milieu nitrique/perchlorique avec un spectrophotomètre d'émission au plasma. Methods 3050 are contained in test methods for evaluating solid waste physical/chemical method, SW-846 3<sup>rd</sup> edition, September (EPA, 1986).

## Analyses micro-biologiques

Bureau de Normalisation du Québec. 1997. *Amendements organiques-composts*. CAN/BNQ 0413-200.

Ministère de l'Environnement du Québec, 2004., *Dénombrement de Escherichia coli : méthode par tubes multiples employant un milieu de culture à substrats enzymatiques*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec MA. 700 – Ec-tm 1.0. 21 p.

## **ANNEXE III : IMAGES DU SITE EXPÉRIMENTAL**



Unité mobile contenant la centrifugeuse



Réservoir tampon du lisier brut



Centrifugeuse Alfa Laval DSX-706



Remorque de réception de la fraction solide



Problème de débordement causé par l'accumulation de mousse au réservoir tampon



Entreposage temporaire de la fraction solide



Réfléctomètre RQ-Flex pour l'évaluation in situ du contenu en phosphore



Débitmètres ultrasoniques Greyline PSE5-A