



# Effacité de la séparation fèces-urine sous caillebotis bilan et sous-produits



Photo CDPO

**Au Québec, depuis juin 2002, un règlement sur les exploitations agricoles est en vigueur. Entre autres, il fournit les normes à suivre pour la gestion du phosphore produit par les élevages. Ainsi, les producteurs de porcs québécois, suivant un échancier progressif, devront obtenir un bilan de phosphore équilibré en 2010. Les contraintes imposées par le règlement risquent d'affecter les éleveurs n'ayant pas accès à suffisamment de terres épandables.**

(Cet article a été présenté aux JRP 2005 - Bibliographie complète fournie sur simple demande.)

Au Québec, 97,5 % des bâtiments porcins gèrent les déjections animales sous forme liquide. Dans un contexte d'excédent de phosphore, la gestion du lisier pose un problème de planification de la fertilisation. Relativement aux besoins des plantes, le lisier contient une concentration trop élevée de phosphore comparativement aux autres éléments fertilisants tel l'azote. Dans le but de résoudre cette problématique, plusieurs approches ont été étudiées.

Parmi celles-ci, la séparation de l'urine et des fèces sous le caillebotis est envisagée pour 3 raisons :

- Éviter la formation de lisier et augmenter la flexibilité de la planification de la fertilisation en concentrant le phosphore et les autres éléments fertilisants dans une fraction solide (figure 1),
- Réduire la charge fertilisante de la fraction liquide,
- Diminuer les émissions de gaz (NH<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>S) et d'odeurs dans les bâtiments.

Selon la littérature, chez le porc en croissance, environ 90 % du phosphore provient des fèces. Des études ont montré l'intérêt de séparer les fèces et l'urine à la source dans l'optique de concentrer le phosphore. Il existe différents types de systèmes de séparation sous le caillebotis. Notons particulièrement les convoyeurs

à courroies mobiles et gouttières, les convoyeurs à filets mobiles et les systèmes de racloirs en forme de « V ». Selon les études, les différents systèmes ont permis de concentrer environ 90 % du phosphore dans une phase solide ayant une teneur en matière sèche variant de 25 à 53 %. Plus spécifiquement, le système de racloir en forme de « V » a permis de concentrer 51 % de l'azote total et 93 % du phosphore total dans un solide constitué de 35 % de matière sèche. En outre, ces divers procédés permettraient une augmentation des apports d'urine de 35 à 50 % sur des prairies par rapport à une gestion conventionnelle.

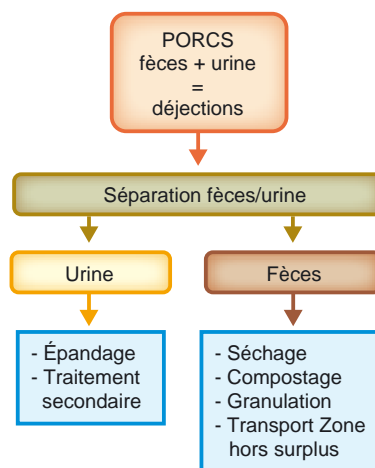


Figure 1 : Diagramme d'écoulement du procédé de séparation fèces/urine

## Résumé

Cette étude a évalué l'efficacité d'un système de racloir en « V », dont l'objectif est de séparer les fèces et l'urine sous le caillebotis. Sur une période de 15 semaines, les essais ont été réalisés dans 2 salles d'engraissement de 144 porcs chacune. Chaque salle était équipée de 4 dalots munis de racloirs en « V » afin d'évacuer les déjections. Les essais ont caractérisé la composition des fractions solides et liquides. Le système a en moyenne concentré 91 % du phosphore, 66 % de l'azote total, 37 % de l'azote ammoniacal, 60 % du potassium, 94 % de la matière organique et plus de 95 % des métaux dans une fraction solide à 33,7 % de matière sèche. La fraction solide correspondait à 42 % de la masse totale de rejets. Selon les normes de fertilisation québécoises principalement basées sur le phosphore, l'épandage de la fraction liquide requiert environ 4 à 5 fois moins de superficie de terres cultivables. Les coûts de construction supplémentaires liés au racloir en « V », par rapport à un bâtiment conventionnel, sont évalués à 24,25 € /place-porc.

Francis POULIOT<sup>(1)</sup>  
Stéphane GODBOUT<sup>(2)</sup>  
Valérie DUFOUR<sup>(1)</sup>  
Robert D. VON BERNUTH<sup>(3)</sup>  
Jeff HILL<sup>(4)</sup>



**La séparation et l'évacuation rapide des fèces et de l'urine permettraient de réduire de 50 % les émissions d'odeurs au bâtiment ainsi que les émissions d'ammoniac de l'ordre de 40 à 65 % dans le bâtiment.**

Quant aux nuisances olfactives, la séparation et l'évacuation rapide des fèces et de l'urine permettraient de réduire de 50 % les émissions d'odeurs au bâtiment ainsi que les émissions d'ammoniac de l'ordre de 40 à 65 % dans le bâtiment. De plus, le système de racloir en « V » présente un bon potentiel d'implantation au Québec. En effet, il semble que l'adaptabilité de la technologie s'avèrera peu complexe car des systèmes similaires, avec racloirs conventionnels, sont déjà fabriqués et utilisés au Québec.



Photo CDPQ

Dalot : caniveau pour évacuation du lisier sous le caillebotis.

C'est pourquoi ce système fut testé, afin de valider sa performance dans le cadre d'une étude dont les objectifs étaient :

- Établir un **bilan massique** des phases liquide et solide afin de déterminer l'efficacité de séparation d'un racloir en « V ».
- Évaluer l'efficacité d'un racloir en « V » à **concentrer le phosphore** et les autres éléments fertilisants dans la fraction solide des déjections.

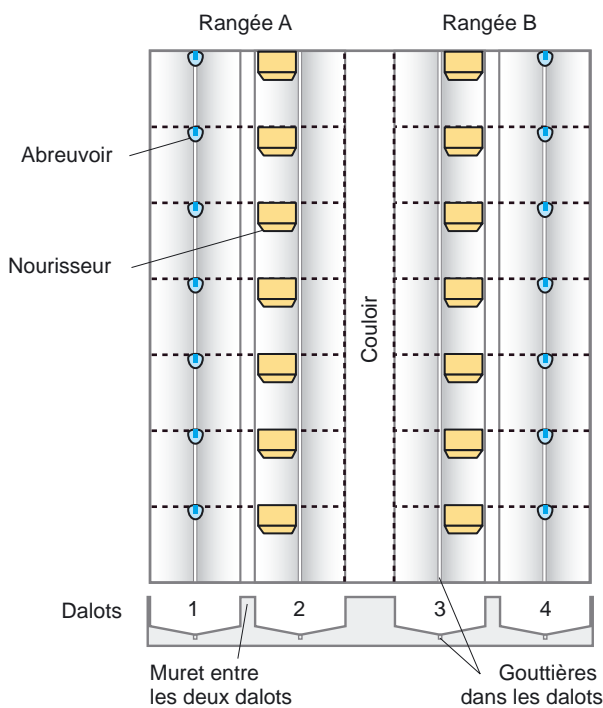


Figure 2 : Schéma du positionnement des abreuvoirs et nourrisseurs dans la salle

**Bâtiment et équipement**

Le projet s'est déroulé dans un bâtiment de type naisseur-finisueur de 250 truies appartenant au Michigan State University (East Lansing, Michigan, États-Unis). Les essais ont été réalisés dans deux salles d'engraissement mesurant chacune 10,82 m par 18,08 m. Chaque salle comptait deux rangées de sept enclos de 2,44 m par 4,88 m et 144 porcs. Le plancher était de type caillebotis intégral.

Les cases étaient pourvues d'un nourrisseur « sec » de type Crystal Spring et d'un bol économiseur d'eau de type Drik-o-mat. Les nourrisseurs étaient placés au-dessus du plan incliné du dalot, tandis que les abreuvoirs étaient positionnés au-dessus des gouttières (figure 2). L'installation comportait quatre dalots par salle mesurant chacun 2 m par 18,1 m.

Les pentes longitudinale (0,42 %) et transversale (9 %) du dalot en forme de « V » permettent une séparation par gravité (figure 3). Ainsi, la fraction solide (fèces et aliments gaspillés) est accumulée sur le plan incliné bétonné du dalot et évacuée par un racloir en forme de « V » tandis que le liquide (urine et eau) s'écoule dans le creux du « V ». La pente de plancher du dalot (pente transversale) permet ainsi au liquide de s'écouler en

continu vers une conduite encastree dans le fond du « V » pour être par la suite évacué vers l'extérieur du bâtiment (pente longitudinale).

**Déroulement de l'expérimentation**

La période d'expérimentation a été de 108 jours, soit du 8 juillet au 24 octobre 2003. Les porcs ont été introduits à un poids moyen de  $17,9 \pm 4,12$  kg et ils ont terminé les essais à un poids moyen de  $111,2 \pm 14,24$  kg. Chaque lot de porcs est entré simultanément dans les deux salles d'engraissement. À leur entrée, les porcelets ont été allotés par rangée d'enclos afin d'avoir le même nombre de porcs (72) et le même poids moyen ( $17,9 \pm 4,12$  kg) pour chacune des rangées.

Hebdomadairement, pour les quinze premières semaines d'expérience, les rejets solides et liquides, produits sur une période de 24 heures, ont été récupérés séparément grâce à des réservoirs, installés à la sortie de chaque dalot dans chacune des deux salles. Les fractions solide et liquide ont été pesées et des échantillons ont été prélevés à des fins d'analyse. Pour les semaines 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13 et 14, un seul échantillon par fraction, par salle a été prélevé. Ceux-ci étaient obtenus en combinant et mélangeant les quatre volumes collectés par sal-

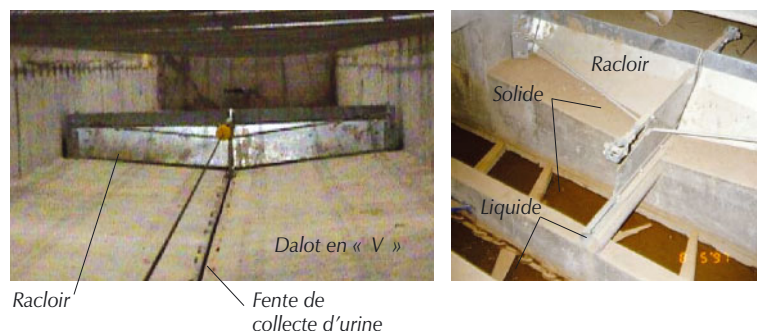


Figure 3 : Vue du dalot et du racloir en « V » installés au Michigan State University



le. Pour les semaines 3, 6, 9, 12 et 15, un échantillon par fraction, par dalot, par salle était prélevé. À la seizième semaine d'élevage, d'autres essais ont été effectués seulement sous la rangée A de la salle 2. Durant trois jours, les solides et liquides ont été pesés, échantillonnés, et analysés sur trois périodes d'accumulation différentes : 18 h à 6 h, 6 h à 12 h et 12 h à 18 h.

## Analyses

L'analyse des échantillons de solides et de liquides pour les seize semaines d'expérimentation a porté sur les éléments suivants : matière sèche (MS), rapport carbone/azote (C/N), pH, carbone organique (CO), matière organique (MO), azote total (N), azote ammoniacal (N-NH<sub>4</sub>), phosphore (P), soufre (S), calcium (Ca), potassium (K), magnésium (Mg), sodium (Na), aluminium (Al), bore (B), cuivre (Cu), fer (Fe), manganèse (Mn) et zinc (Zn). Pour les quinze premières semaines, les analyses ont été effectuées par le laboratoire A&L Great Lake Laboratories inc. (Fort Wayne, Indiana, États-Unis). Le laboratoire des sols de l'IRDA (Sainte-Foy, Québec, Canada) a été responsable de l'analyse des échantillons de la seizième semaine.

Pour chaque phase, un bilan massique a été réalisé afin d'établir l'efficacité de séparation des différents éléments dans la phase solide selon l'équation suivante :

$$\text{Eff (\%)} = \frac{M_{\text{Solide}} \times C_{\text{Solide}}}{M_{\text{Solide}} \times C_{\text{Solide}} + M_{\text{Liquide}} \times C_{\text{Liquide}}} \times 100 \quad (1)$$

où : Eff. : Efficacité de séparation dans la fraction solide (%)

M<sub>Solide</sub> : Masse humide de la fraction solide (kg)

C<sub>Solide</sub> : Concentration de l'élément analysé dans la fraction solide (mg/kg)

M<sub>Liquide</sub> : Masse humide de la fraction liquide (kg)

C<sub>Liquide</sub> : Concentration de l'élément analysé dans la fraction liquide (mg/kg)

## Quantité moyenne de déjections solides et liquides rejetées

Dans cette étude, les fractions solide et liquide représentent respectivement 42,3 % et 57,7 % de la masse totale des déjections. Il est important de noter que ces fractions ne contiennent pas les eaux de lavage et les précipitations car elles ont été recueillies à l'extrémité du dalot en cours d'élevage.

L'utilisation de deux dalots par rangée de cases, un en dessous des nourrisseurs et l'autre sous les abreuvoirs (figure 2) a permis de montrer que la zone privilégiée de déjections se retrouve sous les nourrisseurs (figure 4). D'autre part, la quantité de solide dans les dalots situés sous les bols d'eau demeure constante malgré la croissance des porcs. Finalement, autour de la semaine 12, une baisse de la production de liquide a été observée ce qui peut s'expliquer par une température extérieure plus froide jumelée à une diminution de la consommation d'eau (figures 4 et 5).

Avec l'augmentation du poids des porcs, la production de déjections a augmenté en passant de 0,31 à 1 kg/porc/jour pour la phase solide et de 0,54 à 1,48 kg/porc/jour pour la phase liquide (figure 5). Sur une période de 108 jours, un porc a produit en moyenne 85,8 kg de solide et 117,2 kg de liquide. Ainsi, la production de solide et

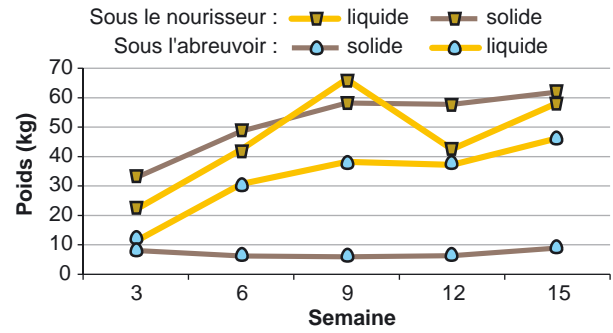


Figure 4 : Quantité moyenne pondérée de solide et de liquide produits dans les dalots sous les nourrisseurs et les bols à eau

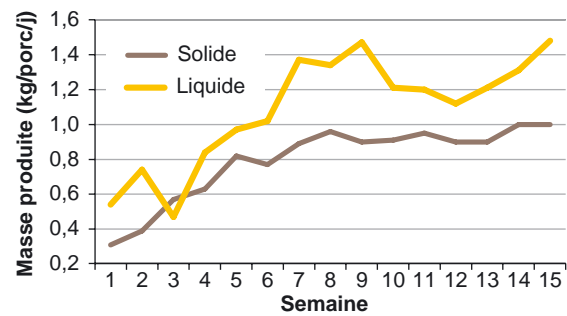


Figure 5 : Production quotidienne moyenne de solide et de liquide sur 15 semaines

de liquide combinée a été de 1,87 kg/porc/jour alors qu'au Québec, d'autres auteurs ont évalué que les porcs produisaient 3,3 kg/porc/jour. Cette différence s'explique surtout par le fait que les déjections recueillies au Michigan ne contenaient pas d'eaux de lavage. Également, elle peut s'expliquer par l'économie d'eau liée à l'utilisation de bols économiseurs d'eau et par une bonne conversion alimentaire.

## Caractéristiques des fractions solides et liquides

La phase liquide contenait de l'azote, surtout sous forme ammoniacale, et elle contenait une bonne proportion de potassium. Cette phase liquide avait une concentration moyenne en éléments fertilisants bien inférieure à celle du solide. Les concentrations en métaux, phosphore, azote total, carbone organique et matière



**Tableau 1 : Concentration moyenne pondérée en éléments fertilisants dans les fractions solides et liquides sur une base humide**

	MS	CO	MO	N <sub>total</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	Ca	Na	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Solide	33,7	167,6	286,4	16,0	4,05	14,46	10,06	1,52	2,83	6,42	1,61	185,0	10,6	36,3	658,7	72,9	332,2
Liquide <sup>1</sup>	2,5	8,1	14,0	6,0	5,02	1,07	4,95	0,68	0,19	0,29	0,71	7,4	6,7	1,4	25,6	2,1	8,1

<sup>1</sup> ne sont pas incluses : eaux de lavage et précipitations

organique étaient plus élevées dans la phase solide (tableau 1).

Le rapport (C/N) de la fraction solide a varié entre 7,4 et 13,1 lors des essais. Pour la phase solide, les coefficients de variation de la concentration des éléments fertilisants majeurs soit l'azote total, le phosphore et le potassium étaient de 10,9 %, 16,5 % et 15,8 % respectivement. Pour les mêmes éléments fertilisants contenus dans la fraction liquide, les coefficients de variation étaient de 21,0 %, 52,3 % et de 18,8 % respectivement. Le coefficient de variation plus élevé dans le cas du phosphore dans le liquide peut s'expliquer par la variation substantielle de la consommation d'eau par les porcs influençant ainsi le taux de dilution de l'urine. Par ailleurs, une production accrue d'urine a pu favoriser le lessivage du solide accumulé dans le dalot.

### Impact de la période de la journée

Dans l'ensemble, la période d'accumulation de la fraction solide dans le dalot n'a pas eu d'influen-

ce sur la teneur en matière sèche, ni sur la concentration en éléments fertilisants, que ce soit dans la fraction solide ou dans la fraction liquide. De plus, l'efficacité d'isolement des éléments fertilisants dans les deux phases a été similaire pour les trois périodes d'accumulation.

Lors des essais de la seizième semaine, il a été mesuré que 69,8 % de la production de solide et de liquide s'effectue entre 6 h et 18 h. Ceci semble en lien direct avec le type de consommation journalière des porcs qui, bien que non mesurée dans cette étude, est typiquement diurne. De plus, la masse de liquide et de solide représentait respectivement 56,1 % et 43,9 % des déjections produites sur l'ensemble d'une journée (tableau 2).

### Efficacité de séparation

En moyenne, le système de racloir en « V » a permis de concentrer 91 % du phosphore, 66 % de l'azote total, 60 % du potassium et environ 95 % des métaux lourds dans la fraction solide (tableau 3).

L'efficacité de séparation moyenne du phosphore dans la fraction solide a été relativement constante tout au long des essais. Cette constance est aussi remarquée dans le cas du potassium. Par contre, avec l'augmentation du poids des porcs, la proportion moyenne d'azote total et d'azote ammoniacal dans la fraction solide tend à diminuer en passant de 79,4 à 56,7 % et de 55,5 à 28,6 % respectivement (figure 6). La teneur moyenne en matière sèche dans la fraction solide a été de  $33,7 \pm 2,09$  % et celle de la fraction liquide a été de  $2,5 \pm 0,39$  %. L'analyse de la figure 6 suggère que le poids des porcs et la composition alimentaire influence la composition (MS, N, N-NH<sub>4</sub> et P) des phases liquide et solide des déjections animales. Une analyse exhaustive future est requise afin d'être en mesure de connaître les facteurs responsables de ces variations.

### Impact sur les coûts de construction

Une estimation des coûts d'investissement pour la construction d'un nouveau bâtiment d'engraissement de 1 000 places a été

**Tableau 2 : Production moyenne de déjections pour trois périodes journalières**

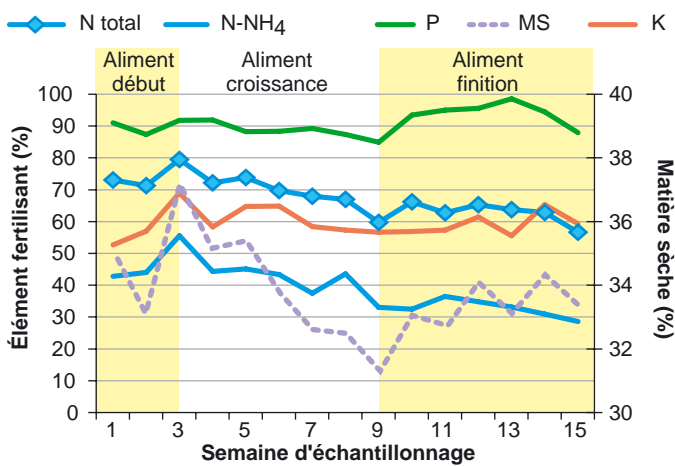
Période d'accumulation	Fraction liquide (kg)	Fraction solide (kg)	Fraction solide + liquide (kg)
06:00 à 12:00	23,26	16,96	40,22 (27,3 %)
12:00 à 18:00	35,59	27,16	62,75 (42,5 %)
18:00 à 06:00	29,90	20,68	44,58 (30,2 %)
Total	82,75 (56,1 %)	64,80 (43,9 %)	147,55 (100 %)

**Tableau 3 - Efficacité moyenne de séparation des éléments fertilisants contenus dans les fractions solides**

	CO	MO	N <sub>total</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	S	Mg	Ca	Na	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Efficacité moyenne (%)	94	94	66	37	91	60	62	92	94	62	98	81	98	98	99	99
Écart-type (%)	1,9	0,9	6,0	7,2	3,8	4,5	8,2	2,0	1,7	7,3	3,9	18,4	2,5	2,0	1,5	1,3

**En moyenne, le système de racloir en « V » a permis de concentrer 91 % du phosphore, 66 % de l'azote total, 60 % du potassium et environ 95 % des métaux lourds dans la fraction solide.**





**Figure 6 : Proportions moyennes pondérées d'éléments fertilisants contenus dans la fraction solide et sa teneur en matière sèche moyenne pondérée**

effectuée. Deux scénarios de construction sont présentés, soit la construction d'un engraissement avec raclor conventionnel et d'un engraissement avec raclor en « V ». L'évaluation considère seulement les postes de dépenses pour lesquels il y a une différence de coûts entre les deux types de bâtiments. Selon l'estimé, le système de raclor en « V » a un coût de construction supplémentaire de 37,81 \$/place-porc (24,13 €/place-porc, 29/09/2004) comparativement au système conventionnel (tableau 4).

### Impact sur la dose d'application et les superficies d'épandage

Pour la situation du Québec, une évaluation de l'impact du système de raclor en « V » sur la planification de la fertilisation, dans le cas d'un engraissement de 1 000 places, a été réalisée à titre d'exemple.

La dose d'épandage de la fraction liquide serait trois fois plus élevée que celle du lisier conventionnel

pour cette ferme type. Toutefois, pour éviter le ruissellement la dose pourrait être inférieure selon la saturation en eau et le type de sol. De plus, en supposant que toute la fraction solide soit exportée vers des usines de compostage ou d'autres terres agricoles, la superficie requise pour l'épandage pourrait ainsi être de quatre à cinq fois moindres que celle nécessaire pour épandre du lisier.

### Conclusion

Les résultats issus de cette étude portant sur le séparateur fèces-urine de type raclor en « V » ont permis de confirmer les résultats bibliographiques (efficacité de séparation et composition des sous-produits). Le transfert de cette technologie est en cours au Québec dans différents bâtiments commerciaux d'engraissement afin d'évaluer l'aspect technico-économique. Par ailleurs, des essais conduits au printemps 2004 par l'IRDA permettront d'évaluer l'impact sur les émissions de gaz et d'odeurs de différents systèmes de séparations à la source comparativement à une gestion conventionnelle du lisier. ■

### Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au support financier des partenaires suivants : le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec, la Fédération des producteurs de porcs du Québec, l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et La Coop fédérée. Les auteurs remercient le Michigan State University (MSU) qui a été partenaire financier et l'hôte de ce projet. Merci également à Robert von Bernuth, Jeff Hill et Erin Henderson du MSU et à Dominique Hamel pour leur implication dans le projet et leur contribution dans la réalisation des essais conduits au MSU.

**Tableau 4 : Coûts comparatifs entre deux types de bâtiments d'engraissement de 1 000 places (raclors conventionnels vs raclors en « V »)**

Type de bâtiment	Raclor standard \$/place (€/place) A	Raclor en « V » \$/place (€/place) B	Différence \$/place (€/place) B - A
<b>Section bâtiment</b>			
Béton	64,00 (40,84)	70,25 (44,83)	6,65 (3,99)
Tuyau	2,44 (1,56)	4,36 (2,78)	1,92 (1,22)
Excavation	9,85 (6,29)	10,92 (6,97)	1,07 (0,68)
<b>Section équipement</b>			
Raclors	9,36 (5,97)	14,15 (9,03)	4,79 (3,06)
Raclors à chaîne	0,00 (0,00)	11,53 (7,36)	11,53 (7,36)
Fosse	61,32 (39,13)	50,25 (32,06)	-11,07 (- 7,07)
Plateforme (solide)	0,00 (0,00)	19,17 (12,23)	19,17 (12,23)
Ingénierie	7,25 (4,63)	11,00 (7,02)	3,75 (2,39)
<b>Total</b>	<b>155,22 (99,05)</b>	<b>192,03 (122,53)</b>	<b>37,81 (23,48)</b>

<sup>1</sup> Taux de change en vigueur le 29/09/2004

**Contact :**  
fpouliot@cdpqinc.qc.ca

- (1) Centre de développement du porc du Québec inc., 2795 boulevard Laurier, bureau 340, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1V 4M7
- (2) Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 120-A, chemin du Roy, Deschambault, Québec, Canada, G0A 1S0
- (3) Michigan State University, 213, Farrall Hall, East Lansing, Michigan, États-Unis, 48824-2892
- (4) Premium Standard Farms, P.O. Box 194, Highway 65 North, Princeton, Missouri, États-Unis, 64673