

Analyse technico-économique

Le système d'irrigation avec rampe

pour l'épandage du lisier



UPA Mauricie



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Introduction

Ce feuillet technique s'adresse aux producteurs et aux conseillers agricoles qui désirent évaluer le système d'irrigation avec rampe pour l'épandage du lisier.

Au cours des dernières années, la proportion du cheptel québécois dont les déjections sont gérées sous forme liquide a augmenté de façon constante alors que la proportion des volumes d'engrais de ferme épandus après la récolte a diminué. Ces changements majeurs ont entraîné une augmentation des risques de compactage des sols agricoles en raison des passages répétés des citernes servant à l'épandage du lisier. Pour pallier ce problème, nous avons voulu vérifier si l'emploi du système d'irrigation avec rampe constituait une alternative valable à l'utilisation de la citerne.

Le système d'irrigation avec rampe comporte une contrainte majeure qui est la distance entre le site d'épandage et la fosse principale de lisier. En effet, lorsque la distance d'une parcelle excède 2 km, le système devient inefficace. De même, lorsqu'il faut franchir un obstacle, tel que le réseau routier, l'installation des tuyaux nécessaires à son utilisation s'avère impossible. Dans le but de résoudre ces problèmes, la présente étude évalue l'utilisation d'un réservoir d'appoint placé à proximité des parcelles à fertiliser (Figure 1).

Ce feuillet décrira dans un premier temps les différentes composantes du système d'irrigation avec rampe. Par la suite, les coûts moyens d'utilisation de ce système seront évalués grâce à l'étude de modèles de chantier s'approchant au plus près de la réalité. Il sera aussi question des épandages effectués dans des conditions particulières, telles que la postlevée dans le maïs et les céréales. Pour terminer, une synthèse des résultats obtenus à la suite de la mise en place de parcelles d'essai sera effectuée pour vérifier l'effet du compactage après les passages de citernes sur le rendement des cultures et la structure du sol.

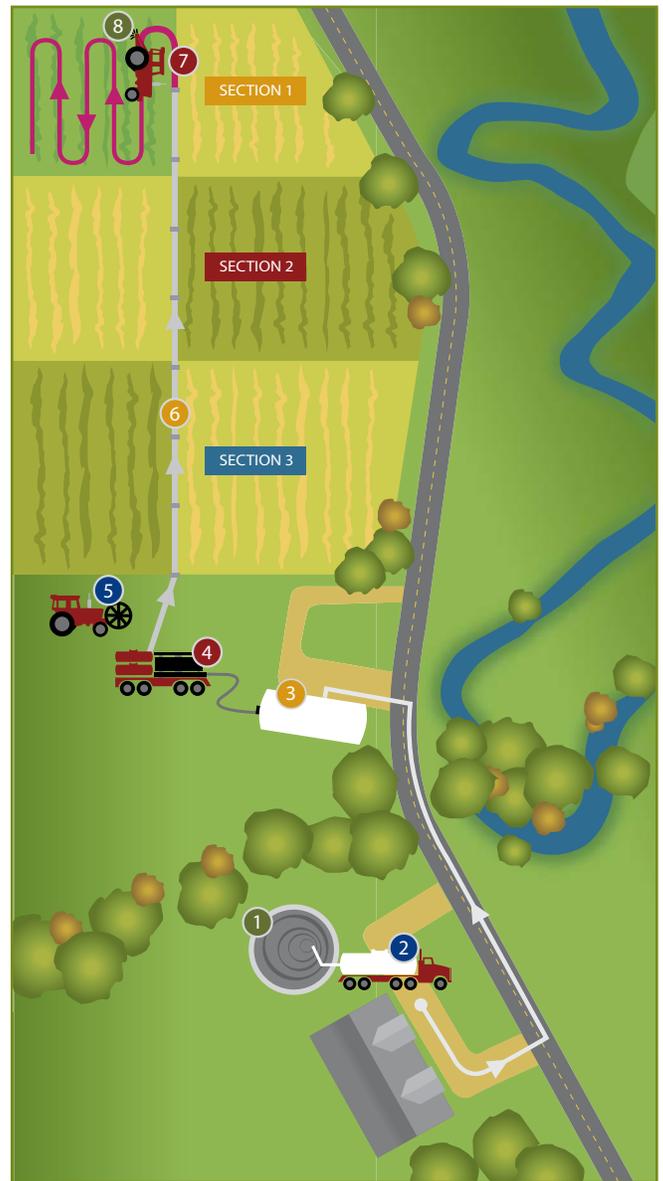


Figure 1. Utilisation d'un système d'irrigation pour un chantier d'épandage situé à plus de 2 km de la fosse principale

1. Pompe agitatrice
2. Transport
3. Réserve d'appoint
4. Pompe stationnaire
5. Enrouleur
6. Tuyaux d'alimentation
7. Tuyau d'épandage
8. Rampe d'épandage

Description des composantes du système d'irrigation

① La pompe agitatrice

La reprise du lisier dans la fosse à l'aide d'un brasseur est une opération essentielle peu importe le moyen utilisé pour l'épandage (citerne ou système d'irrigation). Il existe des pompes agitatrices (Figure 2) de conceptions variées qui peuvent se combiner facilement au système d'irrigation.



Figure 2. Pompe agitatrice

Source : Sébastien Filbotte



Figure 4. Réserve d'appoint

Source : Salah Zoghiami

conteneur), la réserve d'appoint peut contenir entre 41 et 114 m³ (9 000 et 25 000 gal Imp). On y ajoute un train routier pour en assurer la manutention d'un chantier à l'autre. La capacité recommandée est de 91 m³ (20 000 gal Imp) pour optimiser les travaux d'épandage et éviter les arrêts fréquents.

Un des inconvénients importants de la réserve d'appoint est la tendance qu'a la partie solide du lisier à s'accumuler dans le fond du réservoir. Il faut donc prévoir vider le surplus accumulé à la fin de chaque saison. Une solution intéressante pour résoudre ce problème consiste à utiliser un mélangeur actionné par un tracteur, tel qu'illustré à la figure 5.

② Le transport

Lorsque la distance entre la fosse et le lieu d'épandage est supérieure à 2 km, il faut recourir à des citernes (Figure 3). Plusieurs scénarios sont possibles. On utilise généralement des citernes ayant une capacité variant entre 14 à 41 m³ (de 3 000 gal Imp à 9 000 gal Imp).



Figure 3. Transport à l'aide d'une citerne

Source : Daniel Guilmette



Figure 5. Mélangeur actionné par un tracteur

Source : Jean-Pierre Hivon

③ La réserve d'appoint

Dans les chantiers d'épandage où il est impossible de pomper le lisier à partir de la fosse principale (plus de 2 km), une réserve d'appoint s'avère essentielle (Figure 4). De fabrication généralement artisanale (ancien

④ La pompe stationnaire

Le cœur du système d'irrigation est une pompe qui est généralement actionnée par un moteur diesel stationnaire (Figure 6). Cette pompe est spécialement conçue pour développer un débit de 219 m³/h (800 gal Imp/min). Elle peut aussi être actionnée par la prise de force (PDF) d'un tracteur de ferme. Cependant, elle est habituellement mise en marche à l'aide d'un moteur diesel stationnaire d'environ 200 CV monté sur une remorque.

La présence d'un ouvrier pour coordonner les travaux pendant toute la durée de l'épandage est recommandée. Lors d'un arrêt du système, un clapet antiretour évite que les tuyaux ne se vident. La pompe stationnaire doit être équipée d'un compresseur d'air pour vider les tuyaux de lisier à la fin des chantiers.

Mis à part l'entretien régulier du moteur diesel, il faut prévoir le remplacement des joints d'étanchéité de la pompe environ tous les deux ans. Ils doivent être changés quand la pompe éprouve des difficultés à s'amorcer.



Figure 6. Pompe stationnaire

Source : Jean-Pierre Hivon

5 L'enrouleur

Les tuyaux flexibles sont manipulés et entreposés à l'aide d'un enrouleur (Figure 7). L'enrouleur, de fabrication généralement artisanale, est actionné par un moteur hydraulique et se fixe sur une attache trois points à l'avant ou à l'arrière d'un tracteur. Un seul enrouleur permet de regrouper 6 tuyaux flexibles de 201 m (660 pi).



Figure 7. Enrouleur pour tuyaux flexibles

Source : Jean-Pierre Hivon

6 Les tuyaux d'alimentation

À la sortie de la pompe, le lisier est acheminé au champ par deux types de tuyaux : 1) les tuyaux en aluminium de 9,14 m (30 pi) de longueur sur 15 cm (6 po) de diamètre et 2) les tuyaux flexibles de 201 m (660 pi) de longueur sur 15 cm (6 po) de diamètre.

Bien que le coût au mètre linéaire des tuyaux flexibles soit plus élevé, leur popularité grandissante s'explique par leur facilité d'utilisation et d'entretien. La main-d'œuvre apprécie davantage la manutention des tuyaux flexibles qui rendent les travaux moins salissants.

Les tuyaux d'alimentation (Figure 8) sont déposés au sol et ne peuvent pas être déplacés pendant l'épandage. Les tuyaux d'aluminium de 15 cm (6 po) de diamètre sont transportés sur un chariot et sont assemblés par deux personnes.



Figure 8. Tuyau d'alimentation flexible

Source : Murielle Bournival

7 Le tuyau d'épandage

Le tuyau d'épandage (tuyau en polyuréthane avec accouplement de tire) (Figure 9) d'un diamètre de 12 cm (4 ½ po) est connecté au bout du tuyau d'alimentation. Ce tuyau est spécialement conçu pour résister aux frottements sur le sol et aux obstacles sur le terrain. Il ne faut donc pas le confondre avec les tuyaux d'alimentation.

L'épandage s'effectue en traînant le tuyau et en le faisant serpenter. Puisque la surface de couverture en dépend, il est important de choisir un tuyau assez long. En pratique, il mesure généralement 305 m (1 000 pi). Lorsque l'épandage de la superficie à couvrir est complété, l'opérateur doit reconnecter le tuyau d'épandage au tuyau d'alimentation pour une nouvelle section du champ. L'épandage débute au plus loin et se rapproche graduellement de la fosse afin d'éviter les déplacements dans les zones déjà couvertes.

Ce système exige de bonnes connaissances de la part de l'opérateur, car en cas de perte de débit, l'équipement peut soudainement s'entremêler et rendre l'opération difficile. Il est donc essentiel de maintenir une pression constante dans le tuyau lorsqu'il est traîné et de le remettre en position allongée avant d'arrêter le système.



Source : Murielle Bournival

Figure 9. Tuyau d'épandage

Il existe aussi un type de système dont le tuyau connecté sur la rampe est semi-rigide et disposé sur un enrouleur; ce tuyau doit être placé en face du champ et déroulé au fur et à mesure de l'épandage. Ce système est décrit dans la section qui traite des épandages en postlevée dans le maïs-grain.

La rampe peut être munie d'un débitmètre (*flow meter*). Cet appareil sert à évaluer la quantité de lisier épandue à tout moment de l'épandage et à permettre ainsi à l'opérateur d'ajuster l'avancement du tracteur en fonction de la dose requise.

En général, la rampe d'épandage exige peu d'entretien. L'utilisation de lisier trop épais est toutefois à éviter. En effet, selon nos observations, un lisier ayant un taux de matière sèche excédant 8 % risque de bloquer le tuyau et rendre ainsi l'opération inefficace.

On a aussi évalué des rampes de fabrication artisanale d'une largeur de 30,5 m (100 pi). Celles-ci sont particulièrement appropriées pour les épandages en postlevée du maïs.



Source : Jean-Pierre Hivon

Figure 10. Rampe d'épandage

8 La rampe d'épandage

Rappelons que l'épandage de lisier constitue d'abord et avant tout une opération de fertilisation. Le recours à une rampe d'épandage (Figure 10) est donc indispensable pour augmenter l'efficacité de l'azote contenu dans le lisier en réduisant les pertes d'ammoniac par volatilisation et, du même coup, les odeurs. Plusieurs types de rampes peuvent être adaptées au système d'irrigation. Elles assurent habituellement une couverture uniforme de lisier sur une largeur de 7,60 m (25 pi).

La jonction entre le tuyau d'épandage et la rampe est assurée par une rotule à pivot, laquelle sert à former un angle de 90 degrés lors des virages et ainsi à éviter la réduction de la pression du lisier vers la rampe. Grâce à la solidité de la rotule à pivot, la circulation du tuyau d'épandage flexible dans le champ est facilitée.

Considérations technico-économiques

Description des modèles à l'étude

MODÈLE 1

SYSTÈME D'IRRIGATION AVEC TUYAUX FLEXIBLES ET POMPE STATIONNAIRE

Le modèle 1 s'adresse aux producteurs et aux groupes de producteurs qui doivent épandre annuellement plus de 15 000 m³ ou à ceux qui désirent faire de l'épandage à forfait. La fréquence élevée des déplacements est un facteur à considérer. Ce système fonctionne à l'aide d'une pompe stationnaire qui se transporte facilement d'un site à l'autre. Ce modèle est composé de tuyaux d'alimentation flexibles dont la manutention est facilitée par l'utilisation d'un enrouleur. La rampe employée couvre une largeur de 7,60 m (25 pi).

MODÈLE 2

SYSTÈME AVEC TUYAUX D'ALUMINIUM ET POMPE ACTIONNÉE PAR UN TRACTEUR

Le modèle 2 s'adresse aux producteurs et aux groupes de producteurs qui épandent moins de 15 000 m³ annuellement. Ainsi, la fréquence de déplacement des tuyaux est limitée. Ce système est composé de tuyaux d'alimentation en aluminium qui nécessitent un investissement moins important que les tuyaux flexibles. Ce modèle fonctionne à l'aide d'une pompe actionnée par un tracteur plutôt que par une pompe stationnaire, laquelle requiert un investissement plus grand. On suppose que la majorité des champs à fertiliser se situent à proximité de la fosse. La rampe utilisée couvre une largeur de 7,60 m (25 pi).

Tableau 1. Coût d'acquisition et d'utilisation des deux modèles à l'étude

	Nombre d'unités	Prix unitaire (\$)	Modèle 1 (\$)	Modèle 2 (\$)
Tuyaux d'aluminium (15 cm x 9 m)	220	175	-	38 500
Tuyaux flexibles (15 cm x 201 m)	10	6 000	60 000	-
Tuyaux d'épandage (12 cm x 201 m)	2	8 500	17 000	17 000
Enrouleur 6 boyaux	2	20 000	40 000	-
Enrouleur 2 boyaux	1	10 500	-	10 500
Pompe (PDF)	1	-	-	6 000
Moteur et pompe stationnaire	-	-	25 000	-
Accessoires et branchement	-	-	3 410	3 410
Rampe d'épandage	-	-	9 000	9 000
Investissement total			154 410	84 410
Coût de possession ¹	-	16 %	24 706	13 506
Coût d'installation et de démontage ²	-	-	101 \$/h	73 \$/h
Coût de fonctionnement du système ³	-	-	146 \$/h	217 \$/h

1. Le coût de possession annuel comprend les amortissements, les taxes et assurances ainsi que le coût d'opportunité du capital investi. L'amortissement est calculé de façon linéaire pour une durée de vie utile de 10 ans des équipements. Les taxes et assurances sont estimées à 2 % par an. Le coût du capital est estimé à 4 %, soit le taux des obligations du Québec à taux fixe pour un terme de 10 ans. Le coût de possession du système est évalué à 16 % par an.
2. Le coût d'installation des tuyaux d'alimentation en aluminium pour un tracteur de 50 hp avec remorque fonctionnant à 28 \$/h ainsi que 3 employés à 15 \$/h chacun est de 73 \$/h. Le coût d'installation des tuyaux d'alimentation flexibles pour un tracteur de 90 hp avec dérouleur fonctionnant à 56 \$/h ainsi que 3 employés à 15 \$/h chacun est de 101 \$/h.
3. Pour le fonctionnement du modèle 1, le système comprend, pour le pompage, le moteur stationnaire fonctionnant à 34 \$/h, pour l'épandage, le tracteur 120 hp avec rampe fonctionnant à 67 \$/h ainsi que 3 employés à 15 \$/h chacun pour un total de 145 \$/h. Ceci comprend, uniquement pour les frais de fonctionnement des tracteurs (charges fixes, réparation et entretien pour une utilisation de 500 heures par an), les carburants et lubrifiants ainsi que les salaires. Pour le fonctionnement du modèle 2, le système comprend, pour le pompage, un tracteur 200 hp avec pompe fonctionnant à 105 \$/h, un tracteur 120 hp avec rampe fonctionnant à 67 \$/h et 3 employés à 15 \$/h chacun, pour un total de 217 \$/h.

Les tableaux suivants résument les coûts totaux d'épandage (excluant le transport) en fonction du débit moyen et du volume annuel à gérer.

Meilleur qu'une citerne?

Pour être en mesure de prendre une décision éclairée, il est essentiel de comparer les deux systèmes (irrigation avec rampe et citerne). Le tableau 3 présente les renseignements nécessaires aux fins de comparaison.

Sur le plan économique, l'épandage avec un système d'irrigation devient concurrentiel à partir de volumes de 15 000 m³ dans le cas du modèle 1 et de 10 000 m³ dans le cas du modèle 2. Ce résultat s'explique par le fait qu'avec les citernes, on peut adapter l'investissement en fonction du volume à épandre, ce que ne permet pas le système d'irrigation.

Par exemple, pour un volume à épandre de 2 500 m³, la citerne est plus avantageuse puisqu'un investissement de 45 000 \$ pour une citerne de 14 m³ (3 000 gal Imp) est suffisant. Toutefois, si cette citerne permet un coût par m³ concurrentiel pour de grands volumes, les 500 heures nécessaires pour épandre 20 000 m³ sont élevées lorsqu'on

les compare aux 150 heures requises pour le système d'irrigation. Il faut donc trouver un équilibre entre les volumes à épandre, le temps d'application, les sommes à investir et le coût d'épandage par m³.

L'épandage avec un système d'irrigation est moins flexible que l'épandage avec une citerne. Les tuyaux représentent une limite physique qu'il faut considérer dans la planification du chantier. Les champs de forme irrégulière ou allongée exigent des changements de branchement plus nombreux, ce qui réduit le débit moyen d'épandage.

Selon la forme du champ, la superficie couverte par un branchement diffère. Par exemple, un champ de 125 m x 1 000 m (12,5 ha) nécessitera deux changements de branchement (excluant le branchement initial) alors qu'un champ de 110 x 1 150 m (12,6 ha) ne requerra qu'un seul changement (excluant le branchement initial). Chaque changement de branchement demande entre 30 minutes et 1 heure de travail pour déplacer le tuyau et attendre la remontée de la pression du lisier. Ainsi, pour une dose de 40 m³/ha, soit un chantier de 500 m³, 1 heure supplémentaire au taux forfaitaire de 235 \$/h équivaut à une augmentation de 0,47 \$/m³, seulement en raison de la configuration du chantier.

Tableau 2. Le coût en \$/m³ selon le débit de fonctionnement moyen du système et le volume de lisier annuel à gérer

Débit de fonctionnement ¹		2 500 m ³		5 000 m ³		10 000 m ³		15 000 m ³		20 000 m ³	
		Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 1	Modèle 2
(m ³ /h)	(gal Imp/min)	(\$/m ³)	(\$/m ³)	(\$/m ³)	(\$/m ³)	(\$/m ³)	(\$/m ³)				
68	250	12,02	8,58	7,08	5,88	4,61	4,53	3,78	4,08	3,37	3,86
82	300	11,66	8,05	6,72	5,35	4,25	4,00	3,43	3,55	3,02	3,33
95	350	11,41	7,68	6,47	4,97	4,00	3,62	3,17	3,17	2,76	2,95
109	400	11,22	7,39	6,28	4,69	3,81	3,34	2,98	2,89	2,57	2,66
123	450	11,07	7,17	6,13	4,47	3,66	3,12	2,83	2,67	2,42	2,44
136	500	10,95	6,99	6,01	4,29	3,54	2,94	2,72	2,49	2,30	2,27
150	550	10,85	6,85	5,91	4,15	3,44	2,80	2,62	2,35	2,21	2,12
164	600	10,77	6,73	5,83	4,03	3,36	2,68	2,54	2,23	2,13	2,00

1. Ces coûts incluent les frais d'installation de 0,20 \$/m³ pour le modèle 1 et de 0,15 \$/m³ pour le modèle 2, qui sont basés sur un chantier de 25 ha et une dose de 40 m³/ha. Les frais d'installation peuvent varier de 0,10 à 0,45 \$/m³ selon la dose d'épandage et la superficie du chantier.

Tableau 3. Prix, débit et coût pour l'épandage avec citerne

Capacité		Prix (\$)	Débit (m ³ /h)	Coût d'épandage (\$/m ³)				
(m ³ /h)	(gal Imp)			2 500 m ³	5 000 m ³	10 000 m ³	15 000 m ³	20 000 m ³
14	3 100	43 000	40	4,06	3,11	2,63	2,47	2,39
20	4 500	59 500	58	4,71	3,39	2,73	2,51	2,40
28	6 100	77 500	66	5,77	4,05	3,20	2,91	2,77
36	8 000	100 500	86	6,72	4,50	3,38	3,01	2,83

Tableau 4. Volume de lisier généré annuellement en fonction du nombre de porcs à l'engraissement ou du nombre de truies (nombre de places dans le bâtiment)

Nombre de porcs à l'engraissement	m ³ /an (gal Imp/an)	Nombre de truies	m ³ /année (gal Imp/an)
1 000	1 530 (336 600)	400	2 120 (466 400)
4 000	6 120 (1 346 400)	1 200	6 360 (1 399 200)
8 000	12 240 (2 692 800)	2 400	12 700 (2 794 000)
12 000	18 360 (4 039 200)	3 600	19 080 (4 197 600)

Source : CRAAQ, 2007

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- L'épandage avec un système d'irrigation devient concurrentiel à partir de volumes de 10 000 à 15 000 m³.
- À investissement égal, le système d'irrigation permet de réduire le temps nécessaire à l'épandage, comparativement à la citerne, en raison de son débit élevé.
- L'épandage avec un système d'irrigation ne se prête pas à tous les types de champs; il est moins flexible qu'une citerne.
- Le chantier d'épandage doit avoir une superficie suffisante pour permettre la répartition des frais d'installation et être compétitif par rapport aux coûts d'épandage réalisés avec une citerne.
- Il faut réduire au minimum le nombre de branchements nécessaires sur le chantier.

L'utilisation du système d'irrigation sur des sites éloignés à plus de 2 km

Un réservoir d'appoint efficace et d'utilisation facile représente la solution à l'une des principales contraintes liées à l'utilisation du système d'irrigation avec rampe (sites éloignés à plus de 2 km et obstacle causé par le réseau routier). Le recours à cette réserve ajoute une étape dans l'épandage, soit le transport du lisier de la fosse principale jusqu'à la réserve d'appoint. L'efficacité du transport du lisier, que l'on peut définir comme étant la capacité de maintenir la fosse de transfert à un niveau suffisant pour combler le débit d'épandage, est une source courante de perte d'efficacité du système. La plupart du temps, le débit d'épandage est au minimum en raison du manque de lisier dans la réserve d'appoint.

Plusieurs scénarios sont alors possibles. Pour les calculs, la capacité des citernes retenue pour un camion dix roues est de 16,8 m³ (3 700 gal Imp), de 36,3 m³ (8 000 gal Imp) pour une semi-remorque et de 40,9 m³ (9 000 gal Imp) pour une remorque. Ces capacités correspondent à la charge maximale autorisée par le ministère des Transports pour le nombre d'essieux. Les taux horaires des citernes (conducteur inclus) retenus pour les calculs sont de 70 \$ pour un camion dix roues, 100 \$ pour une semi-remorque et 125 \$ pour une remorque.

Le transport se divise en quatre étapes : le chargement, l'allée, la vidange et le retour. Plus la capacité de la citerne de transport est grande, plus le temps de chargement et de vidange est important dans le temps de transport. De même, plus la distance à parcourir est grande, plus le temps pour les allers et retours occupe une proportion importante du temps total. Ainsi, plus la distance à parcourir est grande, plus les citernes de grande capacité sont avantageuses, car le temps de chargement plus long est compensé par un nombre de voyages moins élevé. Comme les camions se déplacent à une vitesse supérieure à celle des tracteurs et que la réserve d'appoint est utilisée lorsque l'épandage est effectué à une distance plus grande que 2 km, les camions sont plus avantageux que les tracteurs avec citerne pour le transport.

Le débit moyen d'épandage

Le débit moyen d'épandage d'un système avec une réserve d'appoint (chantier situé à plus de 2 km de la fosse principale) est de 95 m³/h (350 gal Imp/min) et varie entre 68 m³/h (250 gal Imp/min) et 123,3 m³/h (450 gal Imp/min) selon le chantier d'épandage. Par comparaison, le débit moyen du système qui pompe le lisier directement dans la fosse principale est de 137 m³/h (500 gal Imp/min) et peut atteindre 164 m³/h (600 gal Imp/min). Il faut donc prévoir une perte

Tableau 5. Évaluation de la capacité de transport nécessaire en fonction de la distance à parcourir pour fournir un débit d'épandage se situant entre 100 m³/h (367 gal Imp/min) et 140 m³/h (513 gal Imp/min)

Distance	Capacité de transport
Entre 2 et 3 km	Une remorque ou semi-remorque et un camion dix roues
Entre 4 et 6 km	Deux remorques ou semi-remorques ou quatre camions dix roues
Entre 7 et 9 km	Deux remorques ou semi-remorques et deux camions dix roues ou trois remorques ou semi-remorques
Entre 10 et 12 km	Trois remorques ou semi-remorques et un camion dix roues
Entre 13 à 15 km	Quatre remorques ou semi-remorques

d'efficacité d'environ 30 % et pouvant même atteindre 50 % lorsqu'une réserve d'appoint est utilisée, principalement en raison du transport.

Il est important de planifier la capacité de transport en fonction de la distance à parcourir entre la fosse principale et la réserve d'appoint (chantier d'épandage) afin d'atteindre un débit d'épandage optimal. Le tableau 5 donne un aperçu de la capacité de transport à prévoir selon la distance à parcourir pour fournir un débit d'épandage se situant entre 100 m³/h (367 gal Imp/min) et 140 m³/h (513 gal Imp/min).

Considérant les facteurs énumérés précédemment, le coût du transport peut se résumer aux variables suivantes : la capacité horaire du système et la distance à parcourir (Figure 11).

Notez qu'en augmentant le nombre de citernes de transport, on augmente la capacité horaire de transport, mais aussi le coût horaire et inversement si l'on diminue le nombre de citernes. Le coût par m³ est donc relativement constant pour une distance donnée, et ce, indépendamment de la capacité des citernes. Par contre, la capacité totale des citernes a une grande influence sur la capacité du système d'épandage.

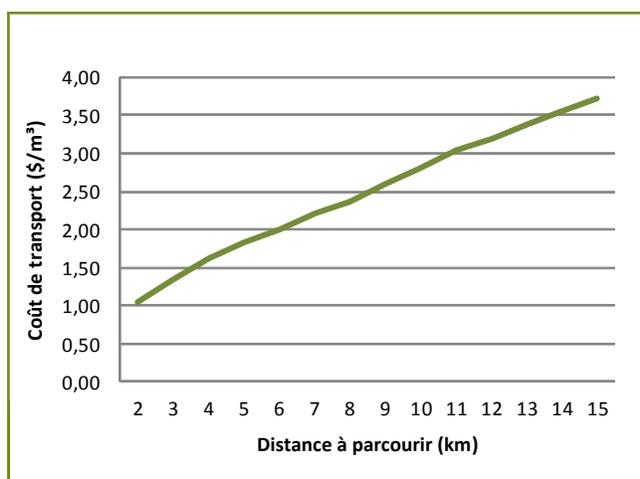


Figure 11. Coût du transport en fonction de la distance à parcourir entre la fosse principale et la réserve d'appoint¹

1. Scénario optimal sans aucune attente pour le chargement et pour le déchargement, ni bris mécanique

Avertissement : tous les calculs sur les coûts d'épandage sont basés sur un coût du carburant de 0,90 \$/L et une période d'amortissement de 10 ans.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- Pour que le système soit rentable, il est primordial que la réserve d'appoint alimente de façon continue le système d'irrigation. La cohérence entre la capacité de transport, la capacité de la réserve d'appoint et le débit d'épandage est essentielle pour ce type d'épandage.
- Le recours à une réserve d'appoint pour des épandages à plus de 2 km de la fosse principale augmente les coûts d'épandage de 1 \$/m³, auxquels il faut ajouter 0,25 \$/m³ pour chaque kilomètre supplémentaire.
- Le tarif horaire de la citerne fait varier les résultats de façon importante.
- La capacité de la pompe de chargement peut accélérer ou ralentir la capacité du système, surtout pour les petites distances.
- Plus la distance est longue, plus il est avantageux de recourir à une citerne dont la capacité de transport est élevée.

Des fenêtres d'application de lisier utiles et rentables

Bien que l'épandage de lisier avec un système d'irrigation s'effectue généralement sur un sol nu ou sur une prairie implantée, il existe d'autres fenêtres d'application possibles.

L'azote ammoniacal représente la plus grande partie de l'azote minéral contenu dans le lisier. Cette forme est rapidement disponible aux plantes (en quelques jours). Les besoins nutritifs des plantes et la disponibilité des éléments fertilisants peuvent donc être combinés avantageusement par les applications en postlevée.

Compte tenu du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) qui limite à moins de 35 % du volume annuel des déjections produites pouvant être épandues après le 1^{er} octobre, l'utilisation du système d'irrigation représente une alternative intéressante à considérer.

L'utilisation du système d'irrigation en préémergence et en postémergence dans les céréales

Au printemps, lorsque le sol est sensible au compactage, l'utilisation du système d'irrigation permet de maximiser le potentiel fertilisant du lisier (Figure 12). L'épandage de lisier au stade préémergence ou en postlevée des céréales allonge la fenêtre d'application, et ce, sans retarder la pousse des céréales qui bénéficient d'un semis hâtif.

Les essais d'épandage menés en préémergence ou au moment où la culture avait légèrement pointé (postémergence : 30 % des plants pointés) se sont avérés très concluants, car aucun dommage à la culture n'a été observé. Comme le montre la figure 13, la terre est légèrement aplanie par le passage du tuyau. Les semences ou les plants pointés ne sont pas déplacés par le frottement du tuyau au sol.

Au stade préémergence, la quantité de terre apportée au-dessus des sillons n'est pas suffisante pour enfoncer davantage la semence et l'empêcher de germer. Quant au stade postémergence, la pression du tuyau n'est pas assez puissante pour abîmer la céréale (Figure 14).



Source : Jean-Pierre Hivon

Figure 13. Passage d'un tuyau dans une culture de blé en préémergence

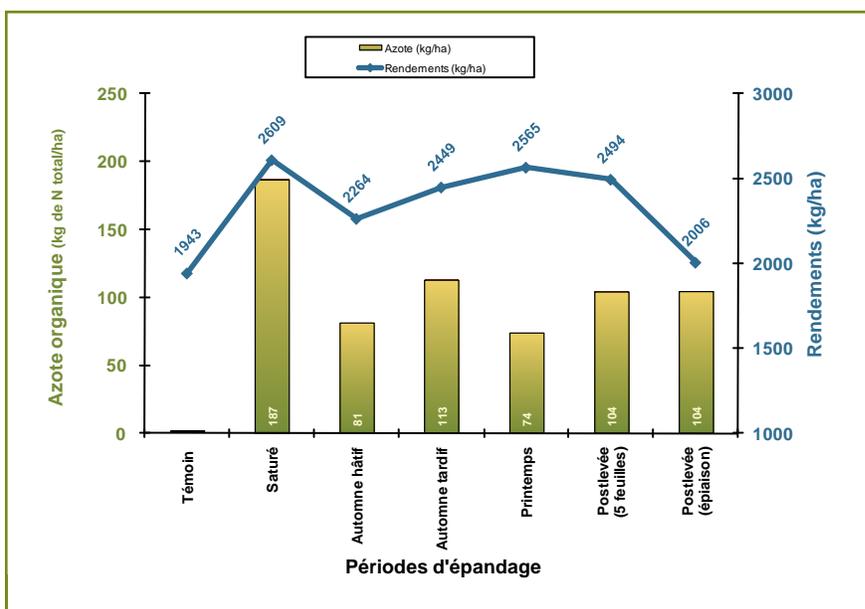


Figure 12. Moyennes des rendements de blé fertilisé avec du lisier de porc

Source : ConserSol, 2010

Ainsi, que la culture soit au stade pré ou post-émergence, l'épandage avec le système d'irrigation donne de bons résultats. Il faut cependant porter une attention particulière à l'opération de semis afin que le passage du tuyau ne déplace pas les semences. Ce problème survient généralement lorsque ces dernières ne sont pas situées assez profondément dans le sol (moins de 2,5 cm). L'épandage en postémergence peut être réalisé tant et aussi longtemps que les premières feuilles de la céréale n'excèdent pas la cavité (sillon) produite par le semoir.



Source : Murielle Bournival

Figure 14. Épandage de lisier dans une culture de blé en postémergence

L'utilisation du système d'irrigation en postlevée dans les céréales

Un sol lourd et bien ressuyé n'est pas déplacé par le frottement du tuyau flexible. La culture est simplement couchée lors de son passage et elle se relève peu de temps après. La figure 15 montre un champ de blé d'automne où l'épandage avec un système d'irrigation vient d'être effectué. Il n'est pas recommandé d'effectuer ce type



Source : Jean-Pierre Hivon

Figure 15. Champ de blé d'automne au stade tallage où une application de lisier vient d'être effectuée sans que la culture n'ait été endommagée

d'épandage sur un sol léger car la terre risque de se soulever, réduisant ainsi de façon significative la population et l'uniformité de la culture.

L'utilisation du système d'irrigation en postlevée dans le maïs

Description d'un chantier à la Ferme SCH inc. de Claudette, Hervé et Stéphane Blanchette de Saint-Charles-sur-le-Richelieu

À la Ferme SCH inc. (Figure 16), on privilégie les épandages avec un système d'irrigation principalement pour éviter les problèmes de compactage du sol. Les épandages commencent dès que le maïs a 2 ou 3 feuilles et se poursuivent jusqu'à ce qu'il ait un maximum de 7 ou 8 feuilles, soit lorsqu'il atteint une hauteur de 61 à 76 cm (24 à 30 po).



Source : Pier-Luc Savaria

Figure 16. Les propriétaires de la Ferme SCH inc. cultivent 150 ha de maïs-grain. Les champs où est réalisé l'épandage avec le système d'irrigation ont une superficie totale de 93 ha contigus. Ces conditions particulières justifient le recours à un tel système

Les travaux commencent par le brassage du lisier afin d'obtenir un mélange homogène. Durant ce temps, on installe des tuyaux rigides en aluminium de 9,1 m (30 pi). Un « L » est formé afin de couvrir la largeur du champ avec la longueur maximale disponible de 2 469 m (8 100 pi). Cette installation prend de 2 à 4 heures selon les chantiers. Elle requiert de 3 à 4 personnes, soit un employé à la pompe, un autre sur le tracteur et un ou deux autres pour récupérer le système. On commence habituellement par les champs les plus éloignés pour récupérer le matériel des sections complétées et procéder à l'épandage sur les champs les plus près.

Un tuyau flexible de 381 m (1 250 pi) se rend jusqu'à la rampe dont la largeur de 30,5 m (100 pi) couvre 40 rangs (Figure 17). Une telle largeur de rampe minimise la manipulation des tuyaux d'irrigation en plus de diminuer les risques d'endommager les plantules de maïs. Des pendillards déposent le lisier au sol (Figure 18) qui est ensuite incorporé à l'aide d'un sarcleur.

Le tracteur avance lentement, à moins de 1 km/h, selon la dose voulue. Lorsqu'il atteint l'extrémité du champ, le tuyau d'alimentation flexible est détaché et, à l'aide d'un moteur, il est rembobiné sur l'enrouleur (Figure 19). On peut replacer le tracteur muni de la rampe près de l'enrouleur afin de couvrir la zone voisine.



Source : Salah Zoghliami

Figure 17. Rampe d'une largeur de 30,5 m qui s'utilise seulement sur de grandes surfaces comme dans la plaine montérégienne



Source : Patricia Leduc

Figure 18. Pendillards permettant de déposer le lisier à proximité des plants de maïs



Source : Patricia Leduc

Figure 19. Enrouleur de type Cadman qui permet de rembobiner le tuyau flexible

L'utilisation du système d'irrigation avec rampe : une avenue à explorer pour minimiser le compactage des sols

Le compactage des sols est un problème difficile à cerner. Les résultats du tableau 6 comparent des rendements obtenus après avoir simulé un compactage avec une citerne d'épandage à lisier. Les parcelles comparées ont toutes reçu les mêmes doses de lisier et le compactage a été créé par un ou deux passages d'une citerne remplie à sa pleine capacité (Figure 20).

Dans le cas d'un épandage de lisier en postlevée du maïs selon le dispositif présenté à la figure 21, les moyennes de rendement à l'hectare des essais 1 et 2 ont varié de moins de 1 % à - 23 % respectivement. Dans ces deux essais, les épis ont été récoltés à la main dans 8 rangs de 10 m de long, alignés côte à côte dans 4 différentes sections, pour un total de 32 évaluations de rendement dans chacun des sites.

Ces essais ont donné des résultats très différents malgré un protocole identique. Les variations de rendement témoignent bien de la très grande variabilité liée au phénomène de compactage des sols. Les hautes valeurs des



Source : Jean-Pierre Hivon

Figure 20. Simulation de compactage d'un sol avec une citerne à lisier au printemps

Tableau 6. Rendements des cultures avec ou sans compactage du sol

Numéro du site d'essai	1			2			3		
	N ^{bre} 1	Rendement ² (kg/ha)	Écart type (kg/ha)	N ^{bre}	Rendement (kg/ha)	Écart type (kg/ha)	N ^{bre}	Rendement (kg/ha)	Écart type (kg/ha)
Année	2008			2009			2008		
Conduite	Labour profond			Semis direct			Labour		
Texture du sol	Loam argileux			Argile lourde			Loam argileux		
Culture	Maïs-grain			Maïs-grain			Maïs-grain		
Période d'épandage	Postlevée			Postlevée			Printemps		
Lisier	Porc			Porc			Porc		
Capacité de la citerne (gal Imp)	5 000			5 000			6 100		
Nombre d'essieux	3			3			3		
Pneus	Basse pression			Basse pression			Radiaux Basse pression		
Aucun compactage	8	9 200	1 575	8	10 575	350	3	10 775	420
Rendement : simple passage	16	9 150 (-1 %) ⁶	1 275	16	5 700 (-45 %) ⁶	1 225	3	10 550 (-2 %) ⁴	900
Rendement : double passage	8	9 025 (-2 %) ⁷	1 850	8	4 525 (-57 %) ⁷	725	3	9 600 (-11 %) ⁵	1 250
Rendement calculé à l'hectare ³		9 175 (0 %) ³			8 150 (-23 %) ³			10 550 (-2 %) ⁴	

1. Indique le nombre de pesées.
2. Moyenne des rendements.
3. Rendements à l'hectare pour un champ ayant reçu du lisier en postlevée, considérant que les roues de la citerne perturbent 4 rangs sur une largeur d'épandage de 8 rangs de maïs.
4. Rendements à l'hectare pour un champ ayant reçu du lisier au printemps, considérant que les roues de la citerne couvrent 20 % de la largeur d'épandage.
5. Rendements à l'hectare pour un champ ayant reçu du lisier au printemps, considérant que les roues de la citerne couvrent 40 % de la largeur d'épandage.
6. Rendements à l'hectare pour un champ, considérant que tous les rangs ont subi un passage latéral d'une citerne.
7. Rendements calculés pour un hectare pour un champ, considérant que tous les rangs ont subi de chaque côté un passage latéral d'une citerne.

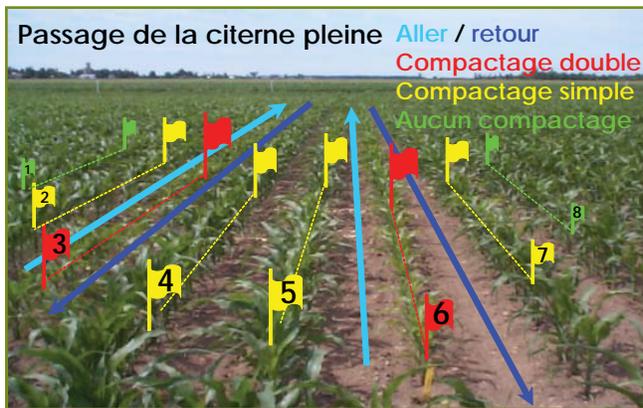


Figure 21. Dispositif d'essais de compactage avec une citerne à lisier en postlevée dans le maïs

Source : Jean Cantin

écarts types rapportées au tableau des résultats permettent également de constater les très grandes variations du rendement.

Les effets du compactage peuvent être atténués si le sol est suffisamment travaillé en profondeur année après année (Figure 22).

Pour l'épandage du lisier au printemps dans les cultures de maïs de l'essai 3, les rendements à l'hectare ont été de -2 %. Dans cet essai, la récolte a été évaluée avec une balance de semencier. Les résultats montrent qu'un seul passage d'une citerne peut causer un tassement du sol suffisamment important pour induire une baisse des rendements. Un double passage risque d'amplifier cette baisse et laisser des signes apparents d'une diminution de rendement (Figure 23) et de compactage du sol (Figure 24).

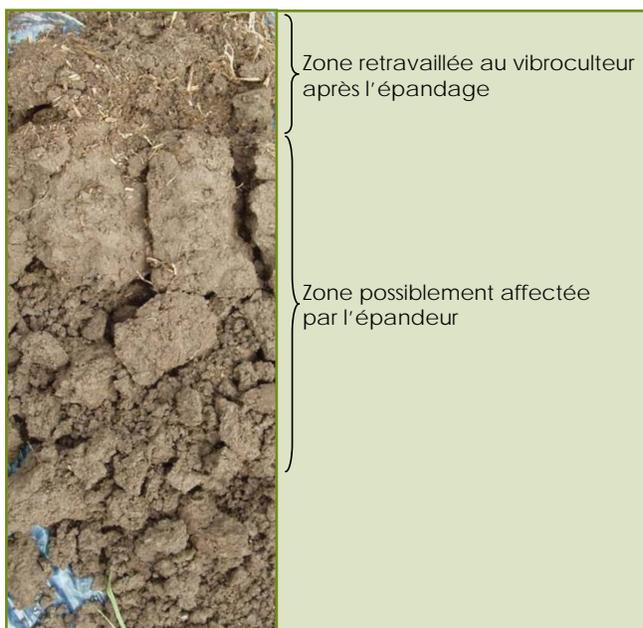


Figure 22. Profil du sol après un passage d'épandeur et un travail superficiel du sol

Source : Jean Cantin



Figure 23. Variations visuelles d'une culture de maïs à la suite du passage d'une citerne à lisier en postlevée

Source : Jean Cantin



Figure 24. Signes apparents de compactage à la suite du double passage d'une citerne à lisier en postlevée sur le site d'essai n° 2

Source : Jean Cantin

« Ça dépend! » semble être la meilleure réponse à donner à la question : « Quels risques de compactage une application de lisier avec une citerne peut-elle causer? »

Le compactage d'un sol dépend d'une multitude de facteurs interreliés et difficilement quantifiables. Le principal est sans nul doute l'utilisation d'une citerne à lisier dans de mauvaises conditions du sol. D'autres facteurs, tels que le type de sol, la période d'application du lisier, la profondeur du travail du sol après l'épandage, la capacité de chargement de la citerne, le nombre d'essieux et le type de pneus utilisé, doivent aussi être considérés. Et que penser des applications année après année sur un même champ?

Pour pallier ce problème de compactage, le système d'irrigation semble être une technique alternative intéressante.

La présente étude a permis, dans un premier temps, de déterminer les coûts d'acquisition et d'utilisation d'un système d'irrigation avec rampe pour l'épandage des lisiers. Deux modèles ont été proposés. Le premier s'adresse aux producteurs agricoles ou forfaitaires qui désirent valoriser plus de 15 000 m³ de lisier annuellement. Son coût d'utilisation a été évalué à 2,72 \$/m³. Le coût d'utilisation du second modèle, mieux adapté pour les producteurs qui ont des volumes annuels de lisier inférieurs à 15 000 m³, a été estimé à 2,49 \$/m³. Ces résultats se comparent avantageusement à l'utilisation des citernes pour l'épandage évalué à 2,73 \$/m³.

Toutefois, pour les champs situés à plus de 2 km de la fosse principale, l'utilisation d'une réserve d'appoint fait augmenter de façon substantielle les frais d'épandage, soit de 1 \$/m³, auxquels il faut ajouter 0,25 \$/m³ pour chaque kilomètre supplémentaire.

Dans un deuxième temps, différentes options novatrices reliées à l'usage d'un système d'irrigation ont été présentées. Les essais réalisés ont permis d'apprécier l'efficacité de ce système pour l'épandage en préémergence et en postémergence dans les céréales. Ces fenêtres d'application peuvent s'avérer très utiles pour les producteurs de céréales

certifiées biologiques ou « sans intrants » qui privilégient un apport de fertilisants organiques, mais qui ne veulent pas prendre le risque de compacter leurs sols avec des citernes.

L'emploi du système d'irrigation dans le maïs en postlevée est également possible. Cependant, les systèmes étudiés dans le cadre de nos essais ne conviennent pas à toutes les situations. En effet, une rampe de 30,4 m (100 pi) requiert de très grandes surfaces pour justifier son utilisation.

Enfin, le principal avantage du système d'irrigation est lié au fait qu'il réduit les risques de compactage des sols. Ce système constitue une alternative intéressante à considérer puisque de plus en plus de lisiers sont valorisés au printemps.

Nos observations ont permis de constater des modifications de la structure du sol à la suite du passage d'une citerne. Des diminutions de rendement ont également été observées. Pour ces raisons, il nous apparaît essentiel que les recherches sur le compactage se poursuivent afin d'évaluer l'impact réel de ce phénomène sur le maintien de la fertilité de nos sols agricoles.

Références

BPR-Infrastructure inc. 2008. *Suivi 2007 du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec*. 56 p.

Cantin, J. 2010. *Impacts des périodes d'épandage de fumier sur la culture du blé*. Club-conseil en agroenvironnement ConseilSol. 44 p.

Clubs-conseils en agroenvironnement. 2005. *Équipements d'épandage et gestion des lisiers - caractérisation de 75 chantiers - saison 2004*. 8 p.

CRAAQ. 2007. *Valeurs références pour les volumes et les concentrations en éléments fertilisants des lisiers de porcs*. 7 p.

Weill, A. 2009. *Les profils de sol agronomiques : Un outil de diagnostic de l'état des sols*. CRAAQ. 38 p.

Avis

L'information contenue dans ce feuillet peut être reproduite sans frais et sans autorisation pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée dans le but d'assurer l'exactitude des renseignements reproduits et que la Fédération de l'UPA de la Mauricie soit identifiée comme étant la source d'information.

Feuillet réalisé grâce au

Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA). Ce programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) est livré par l'intermédiaire du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ).



**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec



Agriconseils Maska

AgriNovo



Producteurs et forfaitaires qui ont participé aux essais

Roger Beauchemin	Ferme Cérélamy
André Beauregard	Ferme G. Tanguay et fils
Jean-Claude Colin	Ferme Mylamy
Daniel et Jacques Corbeil	Ferme Rita Beauregard
Mario Croisetière	Ferme SCH Blanchette
Etienne Leblanc	Ferme Yves Lefebvre et Fils
Marcel Ledoux	Irrigation Marcel Girard et Fils inc.
Marc Préfontaine	Les entreprises Paul Labonté
Jean Smith	Services Trans-Agri

Coordination du projet

Alexandre Tourigny, agronome, chargé de projet en agro-environnement, Fédération de l'UPA de la Mauricie, Trois-Rivières

Rédaction et révision

Murielle Bournival, agronome, conseillère en agroenvironnement, Groupe Envir-Eau-Sol inc., Yamachiche

Jean Cantin, M.Sc., agronome, conseiller en grandes cultures et agroenvironnement, MAPAQ, Saint-Hyacinthe

Jean-François Drouin, agronome, chargé de projets, CRAAQ, Québec

Catherine Dugré, agronome, conseillère en production végétale, MAPAQ, Trois-Rivières

Sébastien Flibotte, agronome, conseiller en agroenvironnement, Club Agrinove, Acton Vale

Jean-Pierre Hivon, agronome, conseiller en agroenvironnement, Groupe Envir-Eau-Sol inc., Yamachiche

Raymond Leblanc, agronome, conseiller en agroenvironnement, Fédération des producteurs de porcs du Québec, Longueuil

Patricia Leduc, agronome, conseillère en agroenvironnement, AgriConseils Maska, Saint-Hyacinthe

Alexandre Tourigny, agronome, chargé de projet en agro-environnement, Fédération de l'UPA de la Mauricie, Trois-Rivières

Marc Trudelle, conseiller en agroenvironnement, Fédération des producteurs de porcs du Québec, Longueuil

Révision linguistique

Marie-Claude Biron, secrétaire, Fédération de l'UPA de la Mauricie, Trois-Rivières

Lise Casaubon, Trois-Rivières

Édition et diffusion

Chantale Ferland, M.Sc., chargée de projets aux publications, CRAAQ, Québec

Lyne Lauzon, biologiste, coordonnatrice des publications, CRAAQ, Québec

Conception graphique et mise en page

Sylvie Robitaille, technicienne en infographie, CRAAQ, Québec

Photos de la page couverture

Jean-Pierre Hivon
© PhotoXpress.com

Publication EAE 014

© Fédération de l'UPA de la Mauricie, 2010

© Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2010

Bibliothèque et Archives Canada, 2010

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010