

**CE PROJET A ÉTÉ RENDU POSSIBLE GRÂCE AU FINANCEMENT DU  
PROGRAMME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU CANADA-QUÉBEC (PAECQ).**

---

Il s'agit d'une initiative fédérale-provinciale issue du  
Cadre stratégique pour l'agriculture dont la livraison a été confiée au  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.

**PROGRAMME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU CANADA-QUÉBEC**

Ce programme est issu du Cadre stratégique pour l'agriculture.

Pour plus d'information :

 Agriculture et Agroalimentaire Canada	 Agriculture and Agri-Food Canada	 Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec	 CONSEIL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DU QUÉBEC <a href="http://www.cdaq.qc.ca">www.cdaq.qc.ca</a>
---	--	---	---

Le CDAQ et les bailleurs de fonds ne sont pas responsables du contenu ou de l'exactitude de  
l'information contenue dans ce rapport.

**ESSAI D'UNE RAMPE MOBILE À BASSE PRESSION POUR L'IRRIGATION  
DE LA POMME DE TERRE À L'ÎLE D'ORLÉANS**

**Projet n° 5199 PAECO**

**Syndicat de l'UPA de l'Île d'Orléans**

**Rapport final**

**Mars 2007 à mars 2008**

**Rédigé par : Daniel Bergeron, agronome  
Conseiller en horticulture, MAPAQ**

**Collaboration : Jean Noreau, chimiste, MAPAQ  
Carl Boivin, agronome, M.Sc, IRDA**

**Le 30 mai 2008**



## Liste des intervenants

<b>Demandeur :</b>	Syndicat de l'UPA de l'île d'Orléans
<b>Chargé de projet :</b>	Daniel Bergeron, agronome, MAPAQ
<b>Collaborateurs du MAPAQ :</b>	Jean Noreau, chimiste
	Stéphanie Tellier, agronome, M. Sc.
	Jérôme Carrier, d. t. a.
<b>Collaborateurs de l'IRDA :</b>	Carl Boivin, agronome, M. Sc.
	Michèle Grenier, statisticienne

## Table des matières

1.	DESCRIPTION DU PROJET .....	1
1.1.	Objectif général .....	3
1.2.	Objectifs spécifiques.....	3
	ÉVALUER L'UNIFORMITÉ D'APPLICATION DE L'EAU AVEC LA RAMPE MOBILE EN COMPARAISON AVEC LES CANONS FIXES SUR SYSTÈME PORTATIF ET LE CANON MOBILE AVEC ENROULEUR.....	3
	ÉVALUER L'IMPACT ÉCONOMIQUE DE LA RAMPE MOBILE EN RAPPORT AVEC LES AUTRES MÉTHODES D'IRRIGATION.....	3
	COMPARER LES QUANTITÉS D'EAU UTILISÉES PAR UNITÉ PRODUITE AVEC LES TROIS DIFFÉRENTS SYSTÈMES .....	3
1.3.	Étapes et échéances .....	4
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE .....	5
2.1.	Analyse des données.....	8
3.	RÉSULTATS ET ANALYSE.....	8
3.1.	Évaluer l'uniformité d'application de l'eau avec la rampe mobile en comparaison avec les canons fixes .....	8
3.2.	Évaluer l'impact économique de la rampe mobile en rapport avec les autres méthodes d'irrigation.....	12
3.3.	Évaluation des coûts annuels d'utilisation des différents systèmes.....	16
3.4.	Comparer les quantités d'eau utilisées par unité produite avec les différents systèmes.....	17
4.	IMPACT.....	18
5.	DIFFUSION DES RÉSULTATS.....	18
	ANNEXE 1 .....	19
	ANNEXE 2 : COÛT ANNUEL DE POSSESSION DES SYSTÈMES D'IRRIGATION.....	20
	ANNEXE 3 : TABLEAU COMPARATIF DES COÛTS D'EXPLOITATION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'IRRIGATION .....	21

# 1. DESCRIPTION DU PROJET

---

## Introduction

L'approvisionnement en eau est un enjeu problématique à l'échelle globale de l'île d'Orléans, à la fois pour le secteur municipal et le secteur agricole. Actuellement, la totalité des 7 000 habitants permanents de l'île dépend des eaux souterraines pour son approvisionnement en eau potable.

Selon la fiche d'enregistrement du MAPAQ de 2005, 184 entreprises déclaraient 7 980 hectares en culture. Les principales cultures relevées sur l'île sont les fourrages et les pâturages (36 %), les fruits et légumes (34 %), ainsi que les céréales et protéagineux (27 %). La pomme de terre représente la principale culture horticole, avec une superficie d'environ 1 000 hectares, et concerne 70 producteurs

Selon Statistique Canada, le nombre de fermes déclarantes et les superficies irriguées à l'île d'Orléans étaient respectivement de 72 et 828 hectares en 1996 alors que ces valeurs s'établissaient à 51 et 823 hectares en 2001. Les principales cultures irriguées sur l'île sont la fraise, la framboise, les légumes tels carotte, laitue, brocoli, chou, oignon, concombre et pomme de terre.

Le plant de pommes de terre est très vulnérable aux stress hydriques, car il possède un système racinaire peu développé qui se localise près de la surface. De nombreuses recherches menées à travers le monde ont démontré la sensibilité de la pomme de terre aux stress hydriques même si ceux-ci se produisaient sur une courte période. Selon ces mêmes recherches, c'est à partir de la tubérisation jusqu'au milieu de la période de grossissement des tubercules que les manques d'eau ont le plus d'effets négatifs sur la qualité et la quantité (King et Starck, 1997). En ce qui a trait à la qualité, notons des problèmes de cœur brun, de cœur creux et d'extrémités de tubercules translucides. Aussi, il importe de mentionner que la réponse aux stress hydriques diffère selon les variétés.

En 2003, il y avait 3 200 hectares de pommes de terre irrigués au Québec sur un total de 20 000 hectares, ce qui représente 16 % des superficies (Statistique Québec citée dans Ferland en 2006). La région de la Capitale-Nationale est la plus importante région productrice de pommes de terre au Québec, avec 4 700 hectares, ce qui correspond à 23,4 % des superficies (Colin, 2006). L'île d'Orléans possède environ 25 % des superficies de la région de Québec, avec 1 225 hectares.

En raison des sécheresses des dernières années, des baisses de rendement importantes ont été constatées dans la production de pommes de terre dans la région de Québec et tout particulièrement à l'île d'Orléans. Selon Thibault (2007), les baisses ont été observées particulièrement durant les étés 2001 (25 à 35 %), 2002 (50 à 60 %) et 2005 (25 à 40 %).

Plusieurs producteurs de pommes de terre de l'île d'Orléans ont acquis des systèmes et aménagé des étangs afin de pallier le manque d'eau dans cette culture. Les systèmes d'irrigation utilisés par ceux-ci sont uniquement par aspersion et sont de deux types : canons fixes sur rampes (systèmes portatifs à la main) et canons mobiles avec enrouleur. Ces systèmes présentent des taux d'efficacité d'application limités, soit de 60 % à 75 % (King et Starck, 1997). Aussi, des essais effectués au cours de l'été 2006 à l'île d'Orléans avec des canons fixes ont clairement démontré qu'il est impossible d'obtenir une application uniforme sur toute la culture, des zones au pourtour et à divers endroits dans le champ étant peu irriguées

(Bergeron et Noreau, 2006). De plus, lorsqu'ils sont utilisés en présence de vents, situation très fréquente à l'île d'Orléans, le patron d'uniformité des canons est très affecté et la dérive augmentée. En pareil cas, des écarts considérables peuvent être observés, l'application d'eau pouvant varier de 1,5 à 8 cm sur l'ensemble du champ. Un manque d'uniformité d'application peut provoquer des zones surirriguées (reçoivent trop d'eau) en augmentant ainsi le risque de lessivage, de ruissellement et de maladies. Les secteurs moins irrigués présentent pour leur part un potentiel de rendement plus faible.

Les réserves en eau sont limitées et leur aménagement est très dispendieux. Si les systèmes d'irrigation n'offrent qu'une efficacité de 75 % par exemple, les sources d'eau pourraient devenir insuffisantes ou, si elles devaient remplir pleinement les besoins, représenteraient un coût annuel d'utilisation majoré considérablement.

Selon King et Starck (1997), la rampe mobile à faible pression présente une efficacité de 80 à 87 %, efficacité qui est principalement due au fait que l'eau est appliquée plus uniformément et que l'effet du vent est moindre. Également, ce système requiert moins de main-d'œuvre que les canons fixes (Anonyme, 1995). Il devenait ainsi plus qu'intéressant de vérifier le potentiel d'utilisation d'une rampe mobile à basse pression pour irriguer la pomme de terre à l'île d'Orléans.

## 1.1. Objectif général

Le projet a pour objectif principal de vérifier le potentiel technicoéconomique d'une rampe mobile pour la culture de la pomme de terre à l'île d'Orléans afin d'améliorer la rentabilité des entreprises et protéger l'environnement.

## 1.2. Objectifs spécifiques

*Les sous-objectifs poursuivis étaient les suivants :*

**ÉVALUER L'UNIFORMITÉ D'APPLICATION DE L'EAU AVEC LA RAMPE MOBILE EN COMPARAISON AVEC LES CANONS FIXES SUR SYSTÈME PORTATIF ET LE CANON MOBILE AVEC ENROULEUR**

Les trois systèmes à évaluer seront utilisés dans des champs distincts et l'uniformité d'application sera évaluée en mesurant à trois reprises les quantités d'eau appliquées à l'aide de pluviomètres répartis uniformément dans le champ. Le coefficient d'uniformité sera déterminé pour chacun des systèmes d'après Van Der Gulik (1989).

**ÉVALUER L'IMPACT ÉCONOMIQUE DE LA RAMPE MOBILE EN RAPPORT AVEC LES AUTRES MÉTHODES D'IRRIGATION**

Dans chaque champ, trente sites seront échantillonnés et les rendements totaux et vendables mesurés. Une évaluation en regard des maladies présentes sera effectuée pour chaque site. Les rendements obtenus dans les différents traitements permettront de déterminer les gains observables et, en considérant les coûts annuels d'utilisation, les revenus nets en découlant.

**COMPARER LES QUANTITÉS D'EAU UTILISÉES PAR UNITÉ PRODUITE AVEC LES TROIS DIFFÉRENTS SYSTÈMES**

Un suivi de chacune des irrigations sera effectué afin de mesurer, pour les trois méthodes, les quantités d'eau utilisées à l'aide de pluviomètres. En considérant le rendement vendable, la quantité d'eau utilisée par unité produite sera déterminée.

Certains objectifs n'ont pas été atteints. Le marché visé par le producteur a dû être modifié à la dernière minute entraînant ainsi un changement de variétés. Il devenait donc difficile, étant donné la configuration des champs de la ferme et la dimension des systèmes, de mettre en place plus de deux traitements pour un même cultivar sans affecter la précision des données. L'essai a donc été réalisé sur six champs contigus de la ferme pour un même cultivar, mais en ne retenant que deux traitements : canons fixes et rampe mobile. Il était prévu de comparer quand même l'uniformité d'application du canon avec enrouleur lors des irrigations dans les autres champs de l'entreprise. Par contre, il n'a pas été possible d'effectuer cette analyse parce qu'aucune irrigation n'a été nécessaire dans ces champs (sol plus lourd et pluie suffisante pour combler les besoins). D'ailleurs, aucune autre entreprise de l'île d'Orléans n'a, à notre connaissance, effectué d'irrigations dans la pomme de terre en 2007.

Les objectifs de mesure d'uniformité, de quantités d'eau utilisée et d'impact économique ont été atteints et ont permis une acquisition importante de données pouvant facilement être transférée.

### 1.3. Étapes et échéances

Activités réalisées d'avril 2007 à mars 2008

- **Avril 2007**
  - Réunion avec les collaborateurs au projet
  - Mise en place du dispositif
  - Achat de matériel
  
- **Juin à octobre 2007**
  - Conduite des essais et collecte des données
  
- **Décembre 2007 à mars 2008**
  - Compilation, analyses et interprétation des données
  - Rédaction du rapport final
  - Diffusion des résultats (voir section)

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

---

Le projet d'un an s'est déroulé sur une entreprise située à Saint-Laurent, île d'Orléans. La culture était la pomme de terre (cv 'Superior') et la plantation a été effectuée le 13 mai 2007. Le pH du sol, un loam graveleux, variait de 5,3 à 6,2 et le taux de matière organique, de 5,2 à 6,6.

L'irrigation par aspersion a été utilisée pour les deux traitements. Le premier a été fait à l'aide d'une rampe mobile de 216 pieds de largeur, de la compagnie Harnois (modèle XMA250). Selon les données du fabricant, cette rampe permet d'irriguer 276 pieds de largeur, dont 250, uniformément. L'autre traitement consistait à irriguer avec des canons fixes sur système portatif (tuyaux d'aluminium 5 po) fonctionnant à 80 psi (canon Nelson P100) (figure 1). Les canons étaient espacés de 150 pieds chacun sur le sens de la longueur des champs, ce qui représente une distance de 50 % du diamètre mouillé par le canon. Cette distance a été établie en fonction de tests réalisés en 2006 avec ces canons (Bergeron et Noreau, 2006). Les canons étaient disposés sur une ligne de tuyaux d'aluminium placée au centre du champ.

Les traitements d'irrigation étaient gérés en fonction des données tensiométriques du sol et le seuil de déclenchement a été fixé à 40-50 centibars à 20 cm de profondeur.



Figure 1 : Photos des deux équipements utilisés pour les traitements (haut de la photo : canon Nelson P100 et rampe mobile de Harnois au bas de la photo)

Une série de trois blocs (répétitions), comprenant chacun des traitements disposés de façon entièrement aléatoire, a été mise en place. La disposition des traitements est présentée à la figure 2.



Figure 2 : Disposition au champ des traitements d'irrigation avec les superficies correspondantes pour chacun des champs

Chacun des 6 champs soumis au projet a été divisé en 30 parcelles qui représentaient chacune environ 1/30 de la superficie du champ (figure 3).

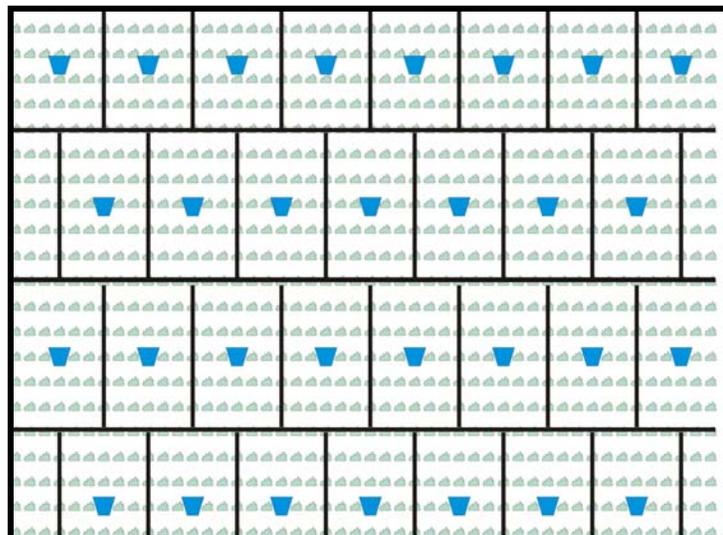


Figure 3 : Exemple de division de chaque champ en 30 parcelles

## Traitement additionnel

Nous avons aussi évalué l'uniformité d'application de la rampe sur toute la largeur du champ en disposant deux rangées de pluviomètres à deux hauteurs différentes et en effectuant deux passages en opérant la rampe à la pression recommandée (figure 4).



Figure 4 : Dispositif pour évaluer l'uniformité d'application de la rampe sur la largeur du champ

## Collecte des données

Un pluviomètre a été installé pour chacune des 180 parcelles et les quantités d'eau appliquées ont ainsi été mesurées à chaque irrigation. À un endroit sur la ferme, à proximité des champs, la pluviométrie (Pluviomètre HOBO, modèle S-RGB-M006) ainsi que la température et l'humidité relative de l'air ambiant (HOBO, modèle S-THA-M017) ont été mesurées en continu pour la durée du projet. Une station météo située à Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans et qui appartient au Réseau de lutte intégrée Orléans (RLIO) a permis de préciser la vitesse des vents lors des irrigations.

Tout au long de la saison, un suivi des champs a été effectué pour déceler la présence de maladies dans chacune ses parcelles. En fin de saison, soit les 13 et 14 septembre, un échantillonnage de 10 pieds de longueur a été fait dans chacune des 180 sections pour évaluer les rendements. Le poids des échantillons de 3 m de longueur a été multiplié par un facteur de 3 400 pour le transformer en kg/ha. Les tubercules vendables étaient pesés et classés par catégorie. Un sous-échantillon de 25 tubercules a été caractérisé pour chaque parcelle pour établir les indices de gale et de rhizoctonie.

La disponibilité de l'eau dans le sol a été mesurée avec des tensiomètres (Hortimètre, modèle T-80, d'HORTAU et des Irrrometer 0-100cb).

## 2.1. Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées avec la procédure mixte de SAS pour le rendement vendable, le poids moyen des tubercules vendables et les indices de maladie (gale et rhizoctonie).

L'analyse de l'uniformité a été effectuée à l'aide du coefficient d'uniformité d'après Van der Gulik (1995) et du coefficient de variation.

## 3. *RÉSULTATS ET ANALYSE*

---

### Résultats obtenus pour la saison 2007 selon les objectifs spécifiques

La saison 2007 a été relativement pluvieuse dans la région de Québec. Les précipitations observées au cours de l'été sont présentées à l'annexe 1. Néanmoins, l'entreprise n'a pas hésité à irriguer lorsque les tensiomètres et les observations au champ indiquaient un besoin d'irriguer. Ainsi, quatre champs ont été irrigués à deux reprises et deux l'ont été à trois occasions. Les irrigations ont eu lieu vers les 5-6 juillet, les 26-27 juillet et les 1-2 août.

### 3.1. Évaluer l'uniformité d'application de l'eau avec la rampe mobile en comparaison avec les canons fixes

Il a été possible d'effectuer l'analyse de l'uniformité d'application avec les canons fixes et la rampe mobile. Le coefficient d'uniformité est une approche statistique utilisée afin de déterminer l'uniformité d'application d'un système d'irrigation par aspersion. Une application uniforme absolue est représentée par un coefficient d'uniformité de 100 %. Les coefficients d'uniformité acceptables pour les pratiques habituelles d'irrigation sont établis à 80 % (Van der Gulik, 1989).

Le coefficient d'uniformité peut se calculer selon l'équation suivante :

$$Cu = 100 \left( 1,0 - \frac{\sum x}{mn} \right)$$

où	Cu	=	coefficient d'uniformité
	x	=	écart entre les observations individuelles et la valeur moyenne
	m	=	valeur moyenne
	n	=	nombre d'observations

Les valeurs des 180 pluviomètres ont été collectées après chacune des 14 irrigations et le coefficient déterminé pour chacune de ces irrigations. Pour les deux traitements, le coefficient d'uniformité a été établi et est présenté au tableau 1.

Tableau 1 : Coefficient d'uniformité pour les deux systèmes d'irrigation évalués.

Coefficient d'uniformité					
Méthode d'irrigation	Champ	Irr. 1	Irr. 2	Irr. 3	
Canon fixe	10	61,2	67,39	76,35	
	8	55,50	53,11		
	5	62,02	64,48		
	Moyenne des 7 irrigations Écart Type				62,9 7,7
Rampe	10A	82,34	77,47	72,98	
	8A	71,42	67,59		
	6A	72,47	80,69		
	Moyenne des 7 irrigations Écart Type				75,0 5,3

Une autre façon d'évaluer l'uniformité est d'analyser le coefficient de variation. Il s'agit de l'écart-type de la distribution exprimé en pourcentage de la moyenne de la distribution. À l'aide du logiciel SAS, nous avons procédé à cette analyse qui est présentée à la figure 5.

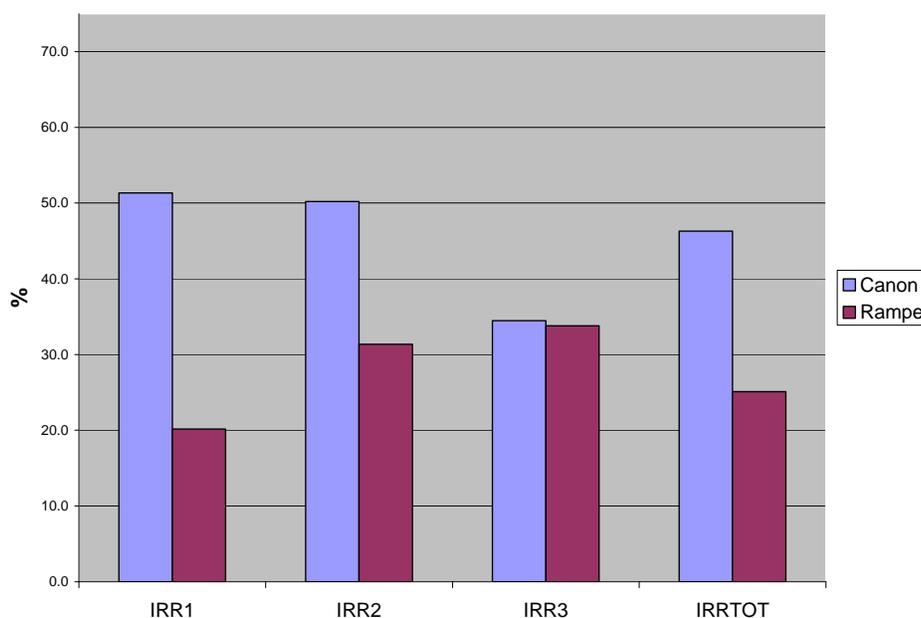


Figure 5 : Coefficient de variation des quantités appliquées pour les deux systèmes d'irrigation évalués lors des trois irrigations et pour le total des irrigations

Quelle que soit la méthode d'évaluation utilisée, la différence est marquée. La rampe présente une meilleure uniformité d'application que les canons. D'après Van der Gulik (1989), le coefficient d'uniformité acceptable pour les pratiques habituelles d'irrigation est établi à 80. L'uniformité moyenne obtenue a été

de 75 avec la rampe. Toutefois, il est important de considérer les conditions de vent qui prévalaient durant les irrigations. Le tableau 2 présente les conditions de vent à chacune des irrigations. Il est à noter que le producteur n'utilisait pas les canons en situation venteuse, étant donné les pertes importantes par dérive et le manque d'uniformité en ces conditions. La rampe a quelques fois été utilisée en situation un peu plus venteuse, car selon le fabricant, cela est tout à fait possible. Le vent a donc pu entraîner parfois une baisse de l'uniformité. Quant à la valeur obtenue avec les canons, soit 62,9, elle est bien en dessous de l'objectif.

Le coefficient de variation démontre un grand écart entre les valeurs obtenues par rapport à la moyenne (figure 5) pour les irrigations 1 et 2 effectuées avec les canons, ce qui démontre une distribution de l'eau très peu uniforme avec ce système. Le total des quantités appliquées démontre également une uniformité plus faible pour le canon par rapport à la rampe.

Le fait de ne mettre qu'une seule rangée de canons au centre du champ n'est pas idéal. En fonction de la largeur des champs, il y aurait lieu de disposer plus d'une rangée et d'utiliser peut-être des canons à diamètre mouillé inférieur.

**Tableau 2** : Conditions de vent observées lors de chacune des irrigations

Méthode d'irrigation	Vitesse des vents (km/h)		
	Irr.1	Irr.2	Irr.3
<b>Canon</b>			
Champ 10	7 à 9	4 à 7	5 à 8
Champ 8	4 à 7	5 à 8	-
Champ 5	9 à 14	1 à 8	-
<b>Rampe</b>			
Champ 10A	7 à 9	9 à 14	4 à 10
Champ 8A	3 à 7	8 à 13	-
Champ 6A	6 à 12	4 à 17	

Afin de bien visualiser la différence d'uniformité entre les deux systèmes, un exemple de données de pluviométrie obtenues pour chacun des traitements lors d'une irrigation effectuée en condition de vents similaires est présenté à la figure 6.

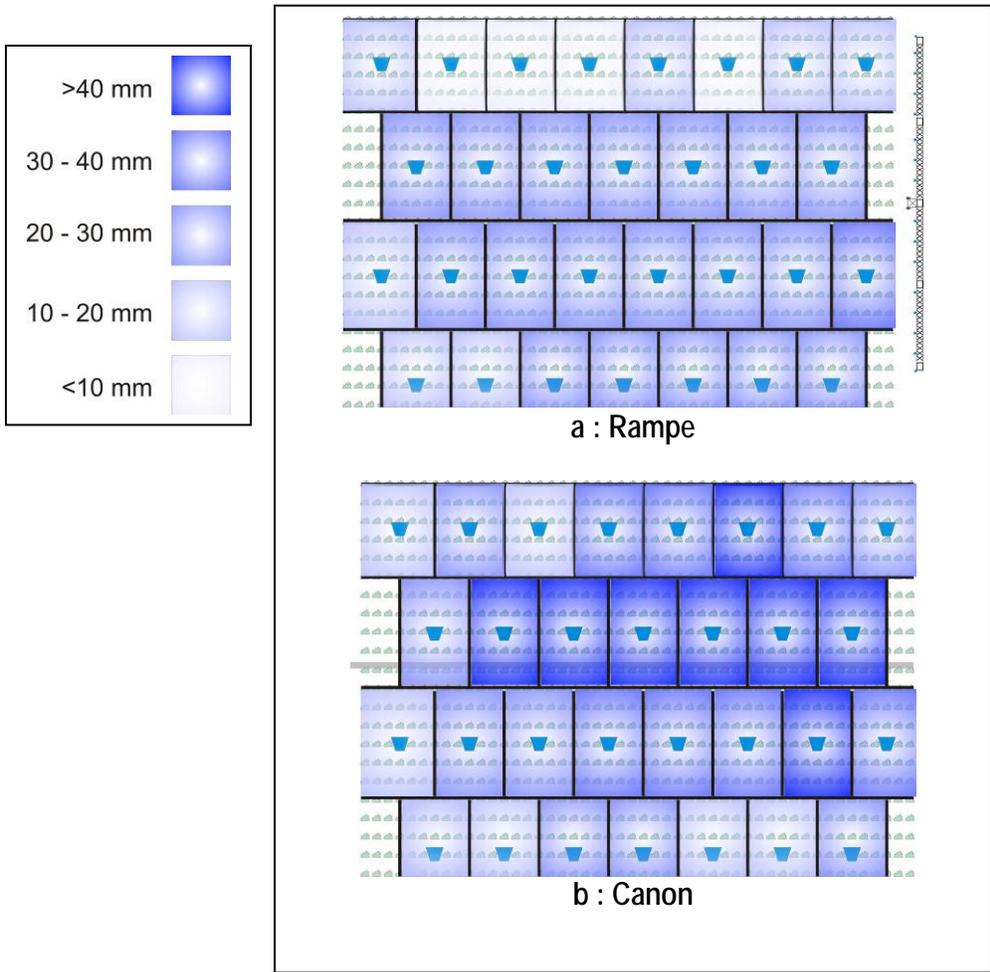


Figure 6 : Distribution des quantités d'eau appliquée (mm) lors d'une irrigation avec chacun des deux systèmes d'irrigation évalués (a : rampe; b : canons)

Aussi, nous avons évalué l'uniformité d'application de la rampe sur toute la largeur du champ en disposant deux rangées de pluviomètres et en effectuant 2 passages.

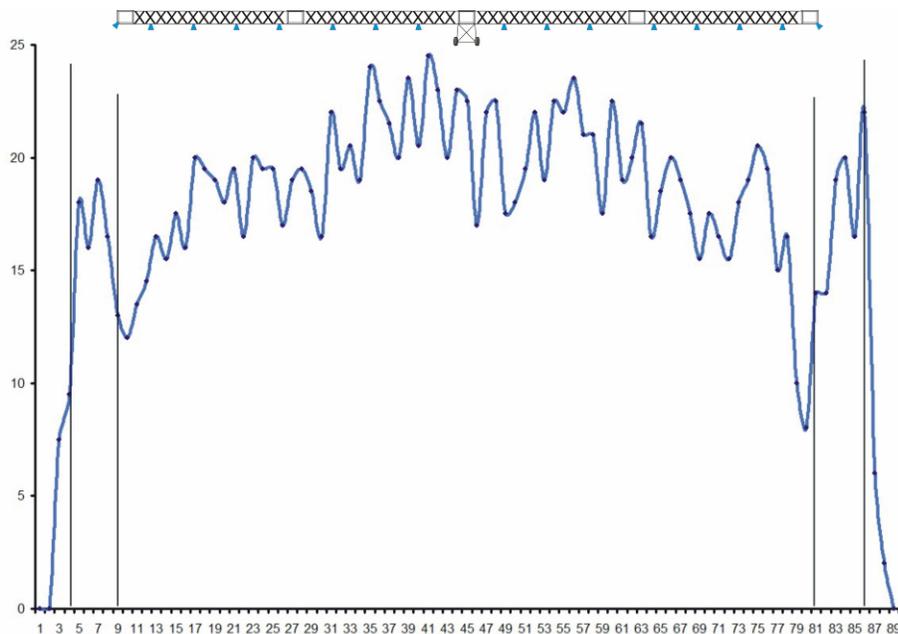


Figure 7 : Distribution moyenne de l'eau appliquée (mm) sur la largeur du champ avec la rampe

Les données sont présentées à la figure 7. Les chiffres au bas correspondent à chacun des rangs de pommes de terre. La distance entre les rangs 9 et 81 correspond à la largeur de la rampe tandis que la largeur entre les rangs 4 et 86 représente la largeur mouillée de la rampe selon le fabricant. Les quantités appliquées sont relativement uniformes mais diminuent progressivement à mesure qu'on s'éloigne du centre de la rampe. Une explication possible pourrait être la perte de charge dans les tuyaux de la rampe, mais étant donné que nous n'avons pas évalué ce facteur, il est difficile de préciser la cause exacte. Aussi, l'augmentation des quantités appliquées aux extrémités semble attribuable au fait que les buses sont différentes à ces endroits.

### 3.2. Évaluer l'impact économique de la rampe mobile en rapport avec les autres méthodes d'irrigation

Le dépistage des champs effectué tout au long de la saison a permis de constater qu'il n'y avait pas de différence de maladies du feuillage entre les différents champs et traitements.

En fin de saison, nous avons évalué les rendements sur les 180 parcelles et avons comparé les deux traitements. Les résultats obtenus sont présentés à la figure 8.

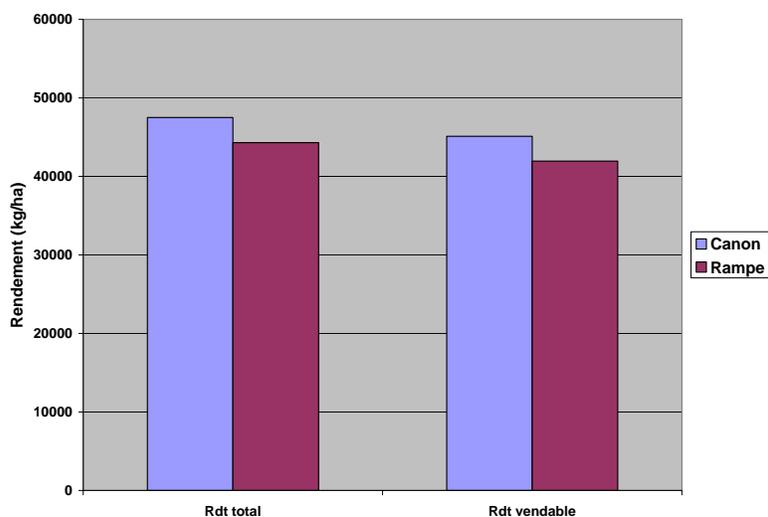


Figure 8 : Rendements total et vendable en pomme de terre en fonction des traitements

Les rendements obtenus ont été très élevés pour chacun des deux traitements. L'analyse statistique ne permet toutefois pas de conclure à une différence significative entre l'irrigation par les canons ou la rampe (tableau 3) bien que les canons aient tendance à fournir des rendements légèrement plus élevés. Quant aux indices de gale et rhizoctonie, il n'y a pas eu non plus de différence significative (résultats non présentés).

Tableau 3 : Rendement total et vendable en pomme de terre en fonction des traitements

Rendement (kg/ha)	Système d'irrigation	
	Canon	Rampe
Total*	47 495 a	44 299 a
Vendable*	45 097 a	41 944 a

\* Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $p = 0,05$ .

Compte tenu de la variabilité possible des caractéristiques de sol entre les champs, nous avons évalué le coefficient de corrélation ( $r$ ) entre l'irrigation totale, les rendements et les indices de gale et de rhizoctonie pour chacun des champs irrigués par canon et rampe. Les coefficients sont présentés au tableau 4.

Il n'existe pas de relation entre la quantité d'eau appliquée et l'indice de gale ou de rhizoctonie. Ces deux maladies n'étaient pas présentes de façon importante dans aucun champ. Concernant la gale, il est à noter que la gale poudreuse a été diagnostiquée sur les échantillons acheminés au laboratoire de diagnostic du MAPAQ. Ce type de gale est causée par un champignon (*Spongospora subterranea*) qui profite des

conditions humides des sols. Nous n'avons pas pu établir son importance relative en fonction des traitements, mais il est évident que l'irrigation peut favoriser le développement de cette maladie, surtout si elle est présente dans le sol. Aussi, des pommes de terre présentaient des symptômes de pourriture aqueuse causée par *Pythium ultimum* lors de la récolte. Dans ce cas également, nous n'avons pas pu établir de lien entre les techniques d'irrigation et l'importance de la maladie. Il semble plutôt que cette dernière était plus présente dans les baissières et les zones du champ à sol plus lourd. L'irrigation doit donc tenir compte de ces zones dans le champ pour éviter des conditions asphyxiantes.

Dans le cas des rendements, il existe une relation avec la quantité d'eau appliquée pour les champs 8 (canon) et 10A (rampe). Le rendement augmente avec la quantité d'eau appliquée. Les figures 9 et 10 permettent de visualiser la relation entre le rendement total et l'irrigation totale dans les champs 8, irrigué au canon, et 10A, irrigué à la rampe.

**Tableau 4 : Coefficient de corrélation (r) entre l'irrigation totale, les rendements et les indices de gale et de rhizoctonie pour chacun des champs irrigués par canon et rampe**

Variables testées	Irrigation par canon					
	Champ 10		Champ 5		Champ 8	
Rendements totaux	0,06	n.s.	0,07	n.s.	0,50	**
Rendements vendables	0,05	n.s.	-0,01	n.s.	0,41	*
Calibre moyen	0,33	†	0,20	n.s.	0,23	n.s.
Indice de gale	-0,08	n.s.	0,22	n.s.	0,09	n.s.
Indice de rhizoctonie	0,07	n.s.	0,11	n.s.	0,24	n.s.

Variables testées	Irrigation par rampe					
	Champ 10A		Champ 6A		Champ 8A	
Rendements totaux	0,38	*	0,21	n.s.	0,21	n.s.
Rendements vendables	0,42	*	0,25	n.s.	0,26	n.s.
Calibre moyen	0,32	†	0,23	n.s.	0,64	***
Indice de gale	0,24	n.s.	-0,27	n.s.	-0,32	†
Indice de rhizoctonie	-0,27	n.s.	-0,08	n.s.	-0,32	†

n.s. Non significatif

† Significatif au seuil 0,1

\*, \*\* et \*\*\* Respectivement significatif au seuil 0,05, 0,01 et 0,001

Coefficient de Pearson (Rendements et calibre)

Coefficient de Spearman (Indice de gale et de rhizoctonie)

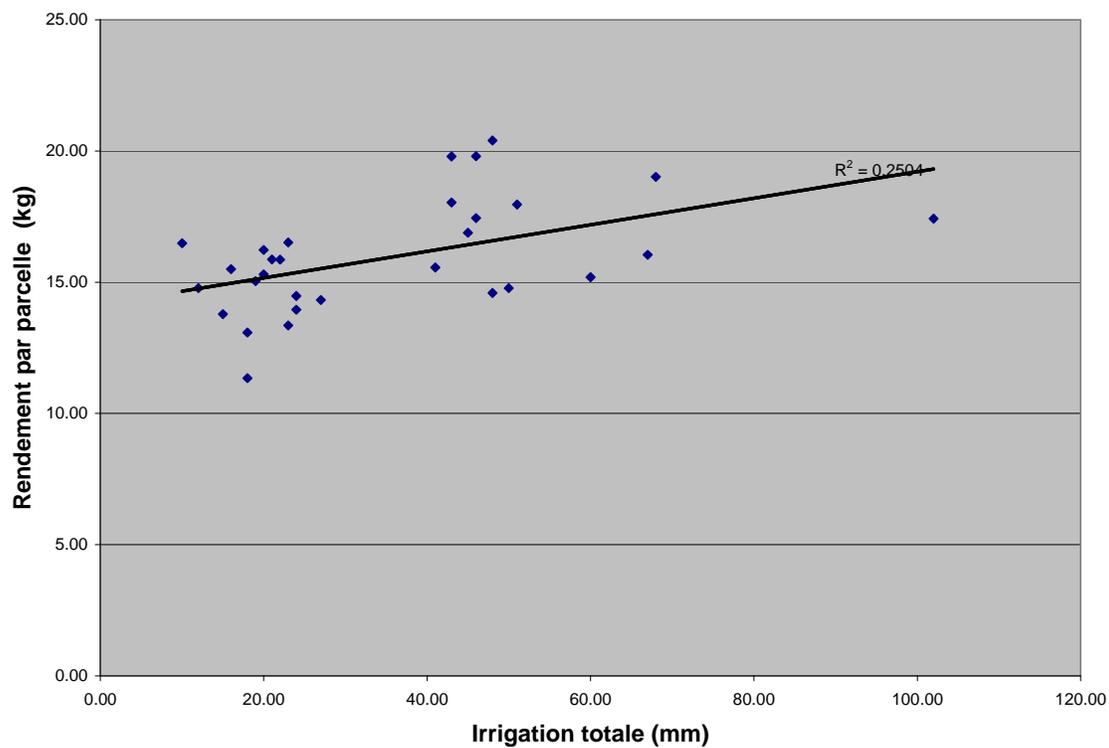


Figure 9 : Relation entre le rendement total et l'irrigation totale dans le champ 8 irrigué au canon

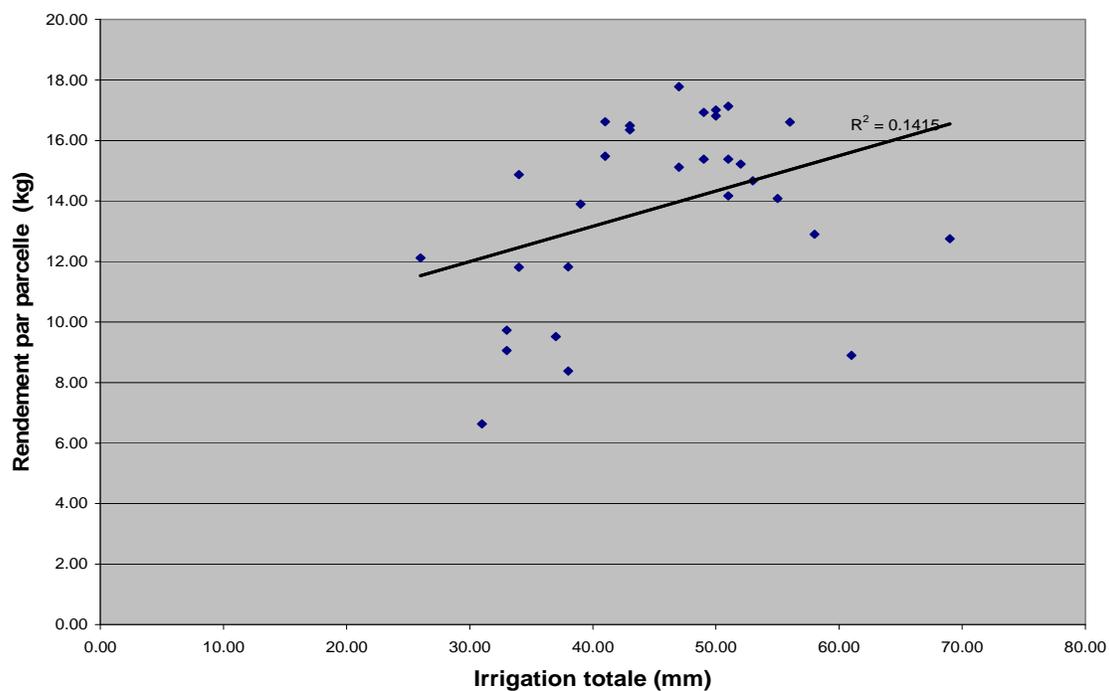


Figure 10 : Relation entre le rendement total et l'irrigation totale dans le champ 10A irrigué à la rampe

Il n'a donc pas été possible d'observer de différence significative de rendements entre les techniques d'irrigation sous essai. Le même constat s'applique pour les indices de gale et de rhizoctonie.

### 3.3. Évaluation des coûts annuels d'utilisation des différents systèmes

Le projet a permis de comparer les canons fixes sur système portatif et la rampe mobile avec enrouleur. Toutefois, pour une meilleure évaluation et une comparaison adéquate des systèmes les plus utilisés en production de pommes de terre, nous avons également considéré le canon mobile avec enrouleur dans l'analyse comparative. Il a été possible d'effectuer cette comparaison puisque l'entreprise participante cultive de la pomme de terre depuis plusieurs années et que l'irrigation y est pratiquée de façon régulière à l'aide de canons fixes et de canons mobiles avec enrouleur. Les chiffres utilisés ont été ceux obtenus avec la rampe et les canons en 2007 et ceux habituellement observés à la ferme participante avec l'autre système. Aux fins des calculs, nous avons considéré une entreprise qui irrigue 80 acres de pomme de terre répartis en 8 champs d'une superficie moyenne de 10 acres chacun.

Afin de mesurer le coût d'utilisation d'un système, il importe de distinguer le coût annuel de possession et le coût d'utilisation. Le coût annuel d'un équipement peut être établi en calculant la dépréciation (D), les intérêts (I), les réparations et entretien (R), les taxes foncières (T) et les assurances (A). Le cumul de ces postes est communément appelé DIRTA. Dans le cas des systèmes d'irrigation, les taxes sont nulles. Le tableau de l'annexe 2 présente le coût annuel de possession des différents systèmes comparés.

Après avoir établi le DIRTA, le coût annuel de possession est calculé en appliquant ce taux au coût de remplacement de l'équipement. Il est à noter que pour les canons fixes sur système portatif, nous avons considéré que le système est laissé au champ pour toute la période d'irrigation. Seuls les canons sont déplacés manuellement. Le coût d'achat est ainsi plus important pour le système (tuyaux et stations à canons), mais les frais de main-d'œuvre pour le déplacement sont alors diminués de beaucoup. Aux coûts annuels de possession, il faut ajouter les frais d'utilisation. Aux fins des calculs, nous avons considéré trois irrigations par année. Le coût serait donc affecté si le nombre d'irrigations change. Les coûts évalués sont présentés au tableau de l'annexe 3.

Le tableau 2 présente une synthèse des coûts pour les trois systèmes les plus couramment utilisés en pomme de terre. Pour une superficie de 80 acres, le coût le moins dispendieux est indéniablement le système avec canon et enrouleur. La différence est principalement attribuable au coût annuel de possession. Il s'agit évidemment de valeurs basées sur des vies économiques estimées pour les divers équipements. Néanmoins, la différence est de 48 \$/acre entre la rampe et le canon enrouleur. Ce différentiel représente 3 840 \$ de plus pour une entreprise qui irriguerait 80 acres.

Tableau 2 : Tableau synthèse des coûts annuels de possession et d'utilisation des trois systèmes d'irrigation les plus fréquemment utilisés en pomme de terre

Système d'irrigation	Coût annuel de possession (DIRTA) (\$/acre)	Coût annuel d'utilisation (\$/acre)	Coût total annuel* (\$/acre)
Rampe et enrouleur	122	45	167
Canon et enrouleur	64	55	119
Canons fixes sur système portatif	104	40	144

\* Pour 80 acres et 3 irrigations

### 3.4. Comparer les quantités d'eau utilisées par unité produite avec les différents systèmes

Les systèmes ont fonctionné de façon à ce que les quantités appliquées soient en moyenne semblables sur l'ensemble du champ. Pour chaque système mis à l'essai, les quantités d'eau totales appliquées ont été mesurées à chaque irrigation, ce qui représente au total 210 données par traitement (données non présentées). Ainsi, l'application totale avec la rampe a été de 124 mm en moyenne par champ tandis qu'avec les canons, elle a été de 152 mm, ce qui représente une différence de 28 mm. En considérant que 28 mm représentent 280 mètres cubes par hectare, ou 113 mètres cubes par acre, cela représente une utilisation de 9 040 mètres cubes additionnels avec les canons pour une superficie de 80 acres. Si les réserves en eau de l'entreprise sont limitées, cela pourrait signifier des investissements importants additionnels pour augmenter les réserves avec les canons. Aussi, les quantités mesurées ne tiennent pas compte de la perte par dérive, qui peut être non négligeable en conditions venteuses.

Si nous considérons que les rendements sont similaires avec les deux systèmes mis à l'essai, les quantités d'eau utilisées par unité produite sont donc plus grandes avec les canons. Les 28 mm additionnels utilisés avec les canons par rapport aux 124 mm de la rampe représentent une augmentation de l'eau utilisée de 22,5 %. Il faut toutefois être prudent dans l'estimation. En effet, l'essai a été effectué pendant une année seulement et les précipitations ont été tout de même importantes au cours de saison.

## 4. *IMPACT*

---

Le projet réalisé a permis d'atteindre plusieurs objectifs. Il est indéniable que la rampe mobile présente une meilleure uniformité d'application que les canons mobiles sur système portatif. La rampe ne permet toutefois pas d'obtenir de meilleurs rendements.

Concernant les coûts d'utilisation des différents systèmes, l'analyse a démontré que la rampe engendre les frais annuels les plus élevés, soit 23 \$/acre de plus que les canons fixes et 48 \$/acre de plus que le canon avec enrouleur. Ces différences sont principalement attribuables au coût annuel de possession.

Quant à la quantité d'eau utilisée par unité produite, l'évaluation a permis d'observer un meilleur ratio pour la rampe, celle-ci ayant utilisé environ 20 % moins d'eau que les canons fixes. Le projet n'a pas permis d'établir ce ratio pour le canon avec enrouleur.

Il n'y a pas de lien entre les techniques d'irrigation et les indices de gale ou de rhizoctonie. D'autres maladies comme la pourriture aqueuse observées sur les pommes de terre en fin de saison laissent supposer que des conditions trop humides de sol dans certaines zones des champs aient favorisé leur développement.

Avec la réalisation de ce projet, les producteurs de pommes de terre qui prévoient acquérir des équipements d'irrigation pour leur culture sont maintenant mieux en mesure d'évaluer le potentiel technicoéconomique de la rampe mobile.

L'utilisation d'un équipement qui offre une bonne uniformité d'application présente des avantages indéniables. Toutefois, l'uniformité ou non des sols est aussi importante pour éviter des applications excessives dans certaines zones du champ et des apports insuffisants dans d'autres secteurs. La caractérisation des sols associée à une application d'eau modulée en fonction de ses propriétés mérite certainement d'être évaluée dans le futur. Parmi les équipements qui se prêteraient bien à cette technique, notons par exemple un enrouleur à vitesse variable jumelé à un canon ou à une rampe.

## 5. *DIFFUSION DES RÉSULTATS*

---

Une activité de démonstration a été effectuée au début septembre 2007. Tous les producteurs de pommes de terre de la région de la Capitale-Nationale ainsi que des intervenants du secteur ont été invités à l'activité. Environ 20 personnes étaient présentes à l'évènement au cours duquel le fonctionnement de la rampe mobile a été démontré. Un essai de mesure d'uniformité à l'aide de pluviomètres sur toute la largeur du champ a été effectué.

## ANNEXE 1

---

### Précipitations observées sur le site expérimental en 2007

Mois	Pluie (mm)
<b>Juin</b>	
Semaine du 3 au 9	42
du 10 au 16	0
du 17 au 23	27
du 24 au 30	24
<b>Juillet</b>	
Semaine du 1 <sup>er</sup> au 7	6
du 8 au 14	27
du 15 au 21	87
du 22 au 28	9
du 29 au 4 août	22
<b>Août</b>	
Semaine du 5 au 11	41
du 12 au 18	16
du 19 au 25	32
du 26 au 1 <sup>er</sup> septembre	33

## ANNEXE 2 : COÛT ANNUEL DE POSSESSION DES SYSTÈMES D'IRRIGATION

### Coût annuel de possession des systèmes d'irrigation

Pour évaluer le coût annuel de possession, il faut tout d'abord déterminer le DIRTA (dépréciation, intérêt, réparation et entretien, taxes foncières et assurances). Le DIRTA est évalué d'après l'AGDEX 824/825a du CRAAQ (2007) et les coûts présentés proviennent de l'entreprise participante et du CRAAQ, AGDEX 753 (2008).

Équipement	Vie économique Ans	Dépréciation %	Intérêt %	Réparation et entretien %	Taxes foncières %	Assurances %	Total %
<b>1. Canon et enrouleur</b>	15	6,33	2,4	2	0	0,51	11,24
<b>2. Rampe et enrouleur</b>							
2.1 Enrouleur	15	6,33	2,4	3	0	0,51	12,24
2.2 Rampe	10	9,5	2,4	3	0	0,51	15,41
<b>3. Canons fixes sur système portatif</b>							
2.1 Canons et stations	15	6,33	2,4	2	0	0,51	11,24
2.2 Système portatif (tuyaux aluminium)	20	4,75	2,4	1	0	0,51	8,66

Après avoir évalué le DIRTA, il faut multiplier ce taux par le coût d'achat de chacun des équipements. Le coût ne comprend que l'équipement dans le champ.

Équipement	Coût d'achat (\$)	DIRTA (%)	Coût annuel total (\$)	Coût annuel par acre (\$)
<b>1. Canon et enrouleur</b>	45 650	11,24	<b>5131</b>	5131 / 80 acres = <b>64</b>
<b>2. Rampe et enrouleur</b>				
2.1 Enrouleur	43 000	12,24	5263	
2.2 Rampe	29 000	15,41	4469	
			<b>9732</b>	9732 / 80 acres = <b>122</b>
<b>3. Canons fixes sur système portatif</b>				
2.1 Canons (6 canons de 300 pi. diam)	10 860	11,24	1221	
2.2 90 stations à canon	19 800	11,24	2226	
2.3 Système portatif ( 12 900 pi. tuyaux alu.)	55 875	8,66	4839	
			<b>8285</b>	8 285 / 80 acres = <b>104</b>
Coût annuel total pour canons et tuyaux			<b>8285</b>	8 285 / 80 acres = <b>104</b>

## ANNEXE 3 : TABLEAU COMPARATIF DES COÛTS D'EXPLOITATION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'IRRIGATION

<b>Comparaison des coûts d'exploitation des différents systèmes</b>			
<b>Système d'irrigation pour 80 acres (8 champs de 10 acres) et 3 irrigations/an</b>			
	<b>Rampe et enrouleur</b>	<b>Canon et enrouleur</b>	<b>Canons fixes sur système portatif</b>
<b>1. Main-d'œuvre</b>			
1.1 Installation	<b>2 880 min</b>	<b>600 min</b>	<b>3 840 min</b>
1.2 Surveillance d'opération	<b>800 min</b>	<b>800 min</b>	Déjà inclus dans le temps pour changer les canons de place
<b>Coût total main-d'œuvre</b>	2 880 min + 800 min = 3 680 min 61,3 h @ 12 \$ = <b>735 \$</b>	1 400 min = 23,3 h @ 12 \$ = <b>280 \$</b>	3 840 min = 64 h @ 12 \$ = <b>768 \$</b>
<b>2. Machinerie</b>			
Tracteurs pour déplacer l'équipement	24 h @ 40 \$ h/tracteur = <b>960 \$</b>	12 h @ 40 \$ h/ tracteur = <b>480 \$</b>	1,5 h @ 40 \$/h/ tracteur : <b>60 \$</b>
<b>3. Carburant</b>			
Pression à la pompe	80 psi	150 psi	100 psi
Consommation par heure	8 litres / h	15 litres / h	25 litres / h
Nombres d'heures pour 80 acres	80	80	32
Consommation totale pour 3 irr.	80 h @ 8 litres * 3 irr. = 1920 l.	80 h @ 15 litres * 3 irr. = 3 600 l.	32 h @ 25 litres * 3 irr.= 2 400 l.
Coût du carburant	1920 l. @ 1,00 \$ = <b>1 920 \$</b>	3 600 l. @ 1,00 \$ = <b>3 600 \$</b>	2 400 l. @ 1,00 \$ = <b>2 400 \$</b>
<b>Coût total d'exploitation</b>	735 + 960 + 1 920 = <b>3 615 \$</b>	280 + 480 + 3 600 = <b>4 360 \$</b>	768 + 60 + 2 400 = <b>3 228 \$</b>
<b>Coût d'exploitation à l'acre</b>	3 615 \$ / 80 acres : <b>45 \$</b>	4 360 \$ / 80 acres : <b>55 \$</b>	3 228 \$ / 80 acres : <b>40 \$</b>
<b>Coût total/acre DIRTA*+opérations</b>	122 + 45 = <b>167 \$ / acre</b>	64 + 55 = <b>119 \$ / acre</b>	104 + 40 = <b>144 \$ / acre</b>

\* DIRTA calculé à l'annexe 2