

RAPPORT FINAL

IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DE LA POMME DE TERRE



Jérémie Vallée, agr.
Daniel Bergeron, agr., M.Sc.
Carl Boivin, agr., M.Sc.

Février 2017

L'IRDA a été constitué en mars 1998 par quatre membres fondateurs, soit le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), l'Union des producteurs agricoles (UPA), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE).

L'IRDA est une corporation de recherche à but non lucratif qui travaille à chaque année sur une centaine de projets de recherche en collaboration avec de nombreux partenaires du milieu agricole et du domaine de la recherche.

Notre mission

L'IRDA a pour mission de réaliser des activités de recherche, de développement et de transfert en agroenvironnement visant à favoriser l'innovation en agriculture, dans une perspective de développement durable.

Notre vision

En 2016, l'IRDA est reconnu à l'échelle canadienne comme un chef de file en recherche, développement et transfert en agroenvironnement. L'IRDA se démarque par son approche intégrée et par le dynamisme de ses partenariats qui lui permettent d'anticiper les problèmes et de proposer des solutions novatrices répondant aux besoins des agriculteurs et de la société.

Pour en savoir plus

www.irda.qc.ca

PARTENAIRE

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

ÉQUIPE DE RÉALISATION DU PROJET

- Responsable scientifique : Carl Boivin, agr., M.Sc. - IRDA
- Jérémie Vallée, agr., B.Sc., - IRDA
- Michèle Grenier, Biostatisticienne, M.Sc. - IRDA
- Daniel Bergeron, agr., M.Sc. – MAPAQ, Direction régionale de la Capitale Nationale

COLLABORATEURS

- Annie-Pier Paradis, agr., Réseau de lutte intégrée Orléans inc.
- Mathieu Plante, Dubois Agrinovation
- Carol-Ann Lacroix, étudiante – MAPAQ, Direction régionale de la Capitale Nationale

FERMES PARTICIPANTES

- Ferme Victorin Drolet, Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier
- Ferme Dauphine, Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans

Les lecteurs qui souhaitent commenter ce rapport peuvent s'adresser à :

Carl Boivin

IRDA

2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-2380, poste 430

carl.boivin@irda.qc.ca

REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche est réalisé grâce à une aide financière accordée par le Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.

TABLE DES MATIÈRES

1	Mise en contexte	1
2	Objectif général	2
	Objectifs spécifiques.....	2
3	Matériel et méthode	3
	Sites expérimentaux.....	3
	Dispositifs expérimentaux	3
	Caractérisation des propriétés physico-chimiques du sol.....	3
	3.1.1 Courbe de désorption en eau	4
	Statut hydrique du sol et suivi de l'irrigation	4
	3.1.2 Tensiométrie.....	4
	3.1.3 Compteur d'eau.....	4
	Récolte et classement	4
4	Analyses des résultats	5
	Caractérisation des sols.....	5
	Rendements	5
	Volume d'eau	9
5	Analyse économique	11
	Coûts annuels de possession et d'exploitation	12
6	Conclusion	14
7	Bibliographie.....	15
8	Annexes	16
	Pluviométrie	19
	Température de l'air.....	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Emplacement des tubulures de goutte à goutte.....	3
Figure 2. Rendement vendable (quintaux/acre), site SCJO, 2016.....	6
Figure 3. Rendement vendable (quintaux/acre), site SCJC, 2016.	6
Figure 4. Nombre de tubercules vendables, site SJIO, 2016.	7
Figure 5. Nombre de tubercules vendables, site SCJC, 2016.	7
Figure 6. Poids moyen des tubercules vendables (g), site SJIO, 2016.....	8
Figure 7. Poids moyen des tubercules vendables (g), site SCJC, 2016.	8
Figure 8. Quantité d'eau utilisée par irrigation goutte à goutte en comparaison avec l'irrigation par aspersion pour les deux sites.....	10
Figure 9. Exemple d'un plan d'installation du système d'irrigation pour les scénarios retenus.....	12
Figure 10. Pluviométrie mesurée (mm) au site de Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans, 2016.	19
Figure 11 Pluviométrie mesurée (mm) au site de Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, 2016.....	19
Figure 12. Température de l'air (°C) mesurée au site de Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans, 2016.	20
Figure 13. Température de l'air (°C) mesurée au site de Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, 2016.....	20

1 MISE EN CONTEXTE

L'irrigation est de plus en plus utilisée dans la production de pomme de terre au Québec. Au début des années 2000, cette pratique était observée sur environ 2300 ha tandis que ce sont maintenant plus de 6600 ha qui bénéficient de cette technique. L'irrigation se fait actuellement par aspersion. Celle-ci peut être par haute pression (environ 75 psi) à l'aide d'asperseurs sur tuyaux fixes ou mobiles (canon enrouleur). Cette technique s'adapte bien à des champs de différentes configurations, mais nécessite beaucoup d'énergie (haute pression) et présente une efficacité d'utilisation de l'eau de l'ordre de 70 %. L'aspersion peut aussi être effectuée avec des rampes ou des pivots à basse pression (environ 35 psi). La consommation en énergie est beaucoup plus faible et l'efficacité est d'environ 80 %. Ces systèmes sont toutefois coûteux à l'achat et se prêtent bien à des champs à configuration particulière (carré ou rectangles).

L'irrigation par goutte à goutte est très utilisée dans de nombreuses cultures horticoles au Québec. Cette méthode fonctionne à basse pression (environ 12 psi), nécessite peu d'énergie et présente une efficacité de l'utilisation de l'eau de 90 à 95 %. Cette technique n'est toutefois pas utilisée dans la production de pommes de terre au Québec. Des essais ont déjà été effectués au début des années 2000. Ceux-ci n'ont toutefois pas réussi à démontrer que cette technique pouvait être rentable, en raison principalement du coût de la tubulure jetable annuellement, qui était enfouie sur chaque butte, et au coût associé à la main-d'œuvre pour l'enlèvement de la tubulure en fin de saison. Depuis, de nombreux essais menés ailleurs dans le monde (ex. : États-Unis, Allemagne, France et Inde) ont démontré l'intérêt à utiliser cette technique de façon différente par exemple en mettant la tubulure dans l'entre-rang, non enfouie et avec possibilité de la récupérer pour un usage additionnel.

Le projet a pour objectif de vérifier la faisabilité technico-économique de l'irrigation goutte à goutte dans la production de pomme de terre avec une technique qui permet d'utiliser une tubulure non enfouie dans les entre-rangs. Cette technique permettrait de diminuer dans un cas, de moitié la quantité de tubulures à utiliser et offrirait la possibilité de récupérer celle-ci pour une utilisation pour plus d'une année.

La pertinence de faire l'essai en sol plus lourd est qu'en pareille situation, il n'est pas rare de voir certaines saisons où seulement quelques irrigations sont nécessaires dans la région de la Capitale-Nationale pour combler les besoins en eau de la pomme de terre. L'avantage de l'irrigation goutte à goutte dans de tels cas peut sembler limité, mais la quantité d'eau économisée peut tout de même justifier l'investissement, particulièrement si les réserves en eau sont limitées. Aussi, pour plusieurs entreprises, les réserves en eau sont insuffisantes pour combler les besoins saisonniers de la pomme de terre. Une technique d'irrigation avec une efficacité d'utilisation de l'eau de 90 à 95 % pourrait être donc bénéfique en pareille situation.

2 OBJECTIF GÉNÉRAL

Évaluer la performance de l'irrigation goutte à goutte dans la culture de la pomme de terre cultivée dans des contextes pédologiques différents.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- I. Comparer différentes positions (3) de la tubulure.
- II. Évaluer les coûts et l'utilisation d'eau d'un système goutte à goutte.
- III. Acquérir de nouvelles connaissances techniques quant à l'intégration de système goutte à goutte dans la régie de la pomme de terre.

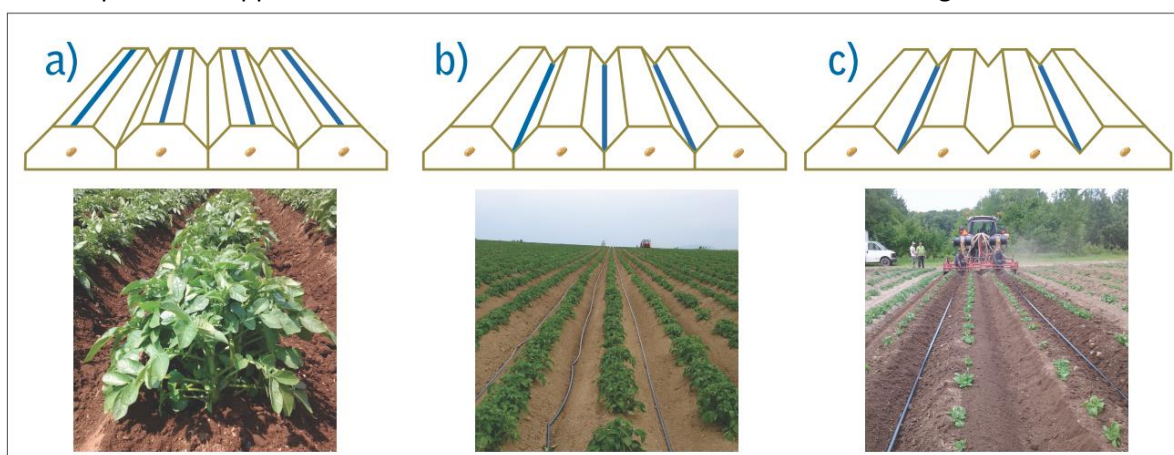
3 MATÉRIEL ET MÉTHODE

SITES EXPÉRIMENTAUX

Le projet a été réalisé sur deux sites : à la Ferme Victorin Drolet, située à Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier (SCJC) (46.825051 °, -71.674629 °) avec la variété AC Stampede Russet (sable loameux) et à la Ferme Dauphine, localisée à Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans (SJIO) (46.935194°, -70.888558 °), avec la variété Russet Burbank (loam sablo-argileux).

DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Quatre traitements ont été comparés : un témoin sans irrigation (NI), une tubulure enfouie sur le dessus de chaque butte (CB), une tubulure non enfouie dans chaque entre-rang (CER) et une tubulure non enfouie à tous les deux entre-rangs (1ERS2) en 2016 (Figure 1). Chaque parcelle comptait huit rangs de largeur et chaque traitement, qui a été répété quatre fois (quatre blocs avec distribution aléatoire), a été appliqué sur les quatre rangs du centre de la parcelle. Ainsi, 16 et 18 parcelles ont respectivement été constituées au site de SJIO et de SCJC. Les deux parcelles supplémentaires au site de SCJC étaient des témoins sans irrigation.



(Adapté de Demmel, 2014)

Figure 1. Emplacement des tubulures de goutte à goutte.

CARACTÉRISATION DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

La caractérisation des sites expérimentaux a été effectuée sur l'horizon 10 à 20 cm, à 2 endroits à l'intérieur du périmètre de l'essai. Un échantillonnage de sol a permis de mesurer la texture, le pH, la matière organique (MO) ainsi que le contenu en résidus. Le contenu en MO totale a été calculé selon le contenu en carbone total (Ctot), déterminé au LECO, avec un facteur de conversion de 1,724. La granulométrie a été déterminée par la méthode de l'hydromètre en six points, suivie d'un tamisage des sables (Gee et Bauder, 1968). La texture du sol a donc été déterminée grâce aux analyses granulométriques effectuées en laboratoire et du diagramme triangulaire des classes de texture de sols (AAC, 2002).

3.1.1 Courbe de désorption en eau

Pour réaliser la courbe de désorption en eau du sol, des échantillons de sols non perturbés ont été prélevés dans l'horizon 10-20 cm avec des cylindres de polychlorure de vinyle (PVC) qui mesurent 10 cm de diamètre et 10 cm de hauteur. Les échantillons ont ensuite été saturés en eau pendant 24 heures. Immédiatement après la saturation la masse de l'échantillon a été mesurée avec une balance précise au 0,01 g (*Shimadzu*, Tx4202L) pour déterminer la teneur en eau volumique à saturation. Un tensiomètre (*Hortau*, Tx-80 petite céramique) a été inséré au centre de l'échantillon (à 5 cm) pour mesurer le potentiel matriciel en continu. À intervalle régulier, c'est-à-dire d'une à trois fois par jour, la masse de l'échantillon a été prise à l'aide de la balance électronique (*Shimadzu*, Tx4202L). Cette procédure s'est poursuivie jusqu'à ce que le tensiomètre se décharge (environ 80 kPa). Le sol de l'échantillon a ensuite été séché à l'étuve à 105 °C, pendant 48 heures, pour déterminer le poids du sol sec. Finalement, la relation entre la teneur en eau volumique et le potentiel matriciel a été obtenue en associant les mesures réalisées.

STATUT HYDRIQUE DU SOL ET SUIVI DE L'IRRIGATION

3.1.2 Tensiométrie

La tension de l'eau dans le sol (potentiel matriciel) a été mesurée sur les deux sites expérimentaux avec des tensiomètres (*Hortau*, TX3Web). Deux sondes tensiométriques ont été installées par sites. La profondeur d'installation variait entre 15 à 20 cm en surface et entre 30 et 35 cm en profondeur. Le positionnement des sondes a aussi été ajusté en fonction de l'emplacement des gâges afin de mesurer la spécificité des traitements.

3.1.3 Compteur d'eau

Le suivi des volumes d'eau utilisés lors des irrigations a été effectué à l'aide de compteurs d'eau (*Seametrics*, Tx-81) reliés par fil aux acqui-siteurs de données *Campbell Scientific CR200X*. Les lectures des compteurs d'eau ont été enregistrées chaque minute. Les compteurs d'eau de type turbine ont été installés sur les conduites de tête à l'aide de raccords en laiton.

RÉCOLTE ET CLASSEMENT

La récolte s'est effectuée le 21 septembre au site SCJC et au 4 octobre au site de SJIO en partie à l'aide d'une arracheuse de pommes de terre et en partie à la main, selon les sites. Au site de SCJC, la récolte a été réalisée sur deux rangs contigus, situés au centre de la parcelle. Le prélèvement des tubercules a été fait sur 8 m par rang, soit un total de 16 m linéaires par parcelle. Au site de SJIO, la récolte s'est effectuée en prélevant l'équivalent de la production de 20 plants par parcelle (4 répétitions de 5 plants consécutifs). Par la suite, les pommes de terre ont été nettoyées, séchées, criblées et inspectées pour déterminer le rendement.

Le classement des pommes de terre s'est fait selon les règles de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) (SCJC) ou en lien avec le classement commercial effectué par le producteur (SJIO). Ainsi, les rendements totaux et vendables, le nombre et le poids moyen des tubercules ont été évalués.

4 ANALYSES DES RÉSULTATS

CARACTÉRISATION DES SOLS

La caractérisation des sols effectuée sur les sites de l'essai est présentée au Tableau 1. Le site de SCJC possède une texture plus grossière que le site de SJIO (sable loameux contre loam sablo-argileux). Toutefois, le fort contenu en détritiques du site SJIO diminue la capacité de rétention en eau de ce sol.

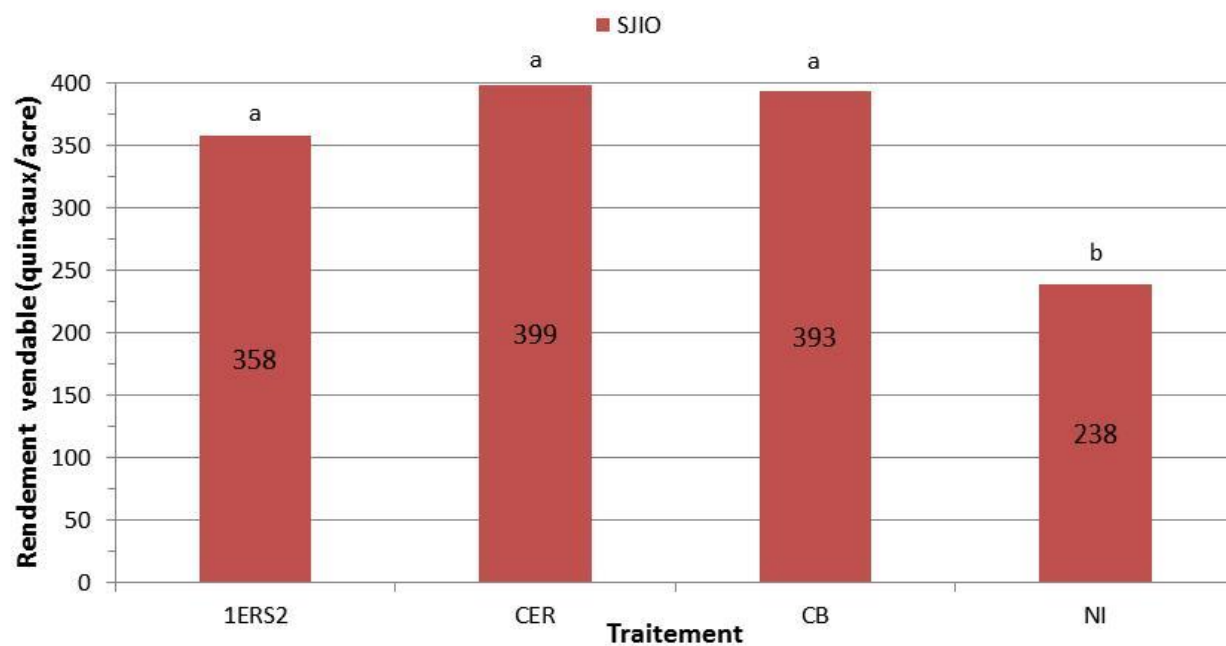
Tableau 1. Analyses physico-chimiques des sols, 2016.

Analyse	Site			
	SCJC 1	SCJC 2	SJIO 1	SJIO 2
Détritiques (%)	8,6	13,0	33,8	30,2
pH	5,74	5,43	4,88	4,95
M.O. (%)	4,7	4,5	3,0	2,6
Sable très gros (%)	10	14	22	24
Sable gros (%)	24	24	16	15
Sable moyen (%)	27	23	7	8
Sable fin (%)	21	20	3	4
Sable très fin (%)	6	6	1	2
Sable (%)	87	87	49	53
Limon gros (%)	0	0	4	5
Limon moyen (%)	3	3	13	9
Limon fin (%)	3	4	10	10
Limon (%)	6	7	27	24
Argile (%)	7	6	24	23
Texture	SABLE LOAMEUX		LOAM SABLO-ARGILEUX	
RFU estimée (mm)	20-25 mm		25-30 mm	

RENDEMENTS

Pour le site SJIO, le rendement vendable a significativement augmenté avec l'utilisation de l'irrigation (Figure 2). Les deux traitements qui tendent à offrir le plus de rendement sont les CB et CER. Toutefois, ils ne sont pas significativement différents du traitement 1ERS2. Le nombre moyen de tubercules par plant des traitements 1ERS2, CER et CB ne sont pas significativement différents (Figure 4). Par contre, le nombre moyen de tubercules par plant a significativement été plus faible avec le traitement non irrigué. Les tubercules des traitements 1ERS2 et NI ont significativement obtenus un poids moyen plus faible par rapport aux traitements CER et CB (Figure 6).

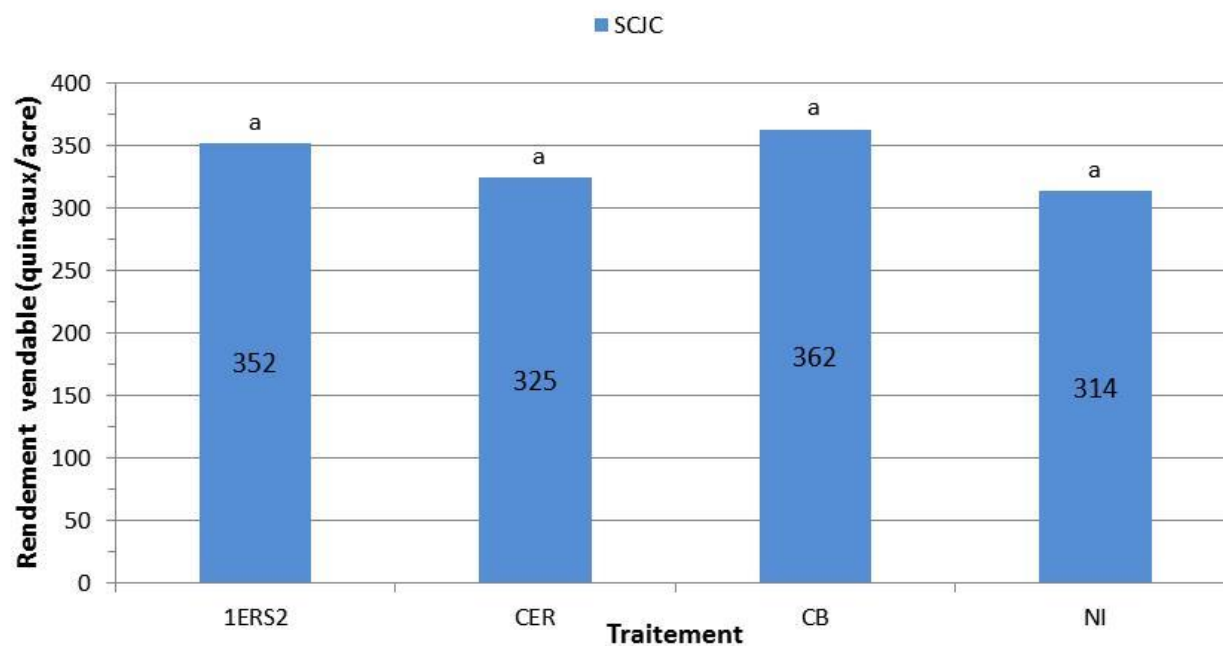
Pour le site SCJC, il n'y a aucune différence significative entre les rendements vendables mesurés (Figure 3). De plus, il n'existe aucune différence significative au niveau du nombre de tubercules par plant (Figure 5). Toutefois, il y a eu certaines différences significatives du poids moyen des tubercules vendables (Figure 7), mais cette différence ne s'est pas répercutée sur le rendement total vendable. Il est possible que la réponse à l'irrigation du cultivar Stempede Russet ne soit pas assez forte pour significativement influencer les rendements mesurés telle qu'observée avec d'autres cultivars de pomme de terre (Vallée et coll., 2016).



SJIO : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po %

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$.

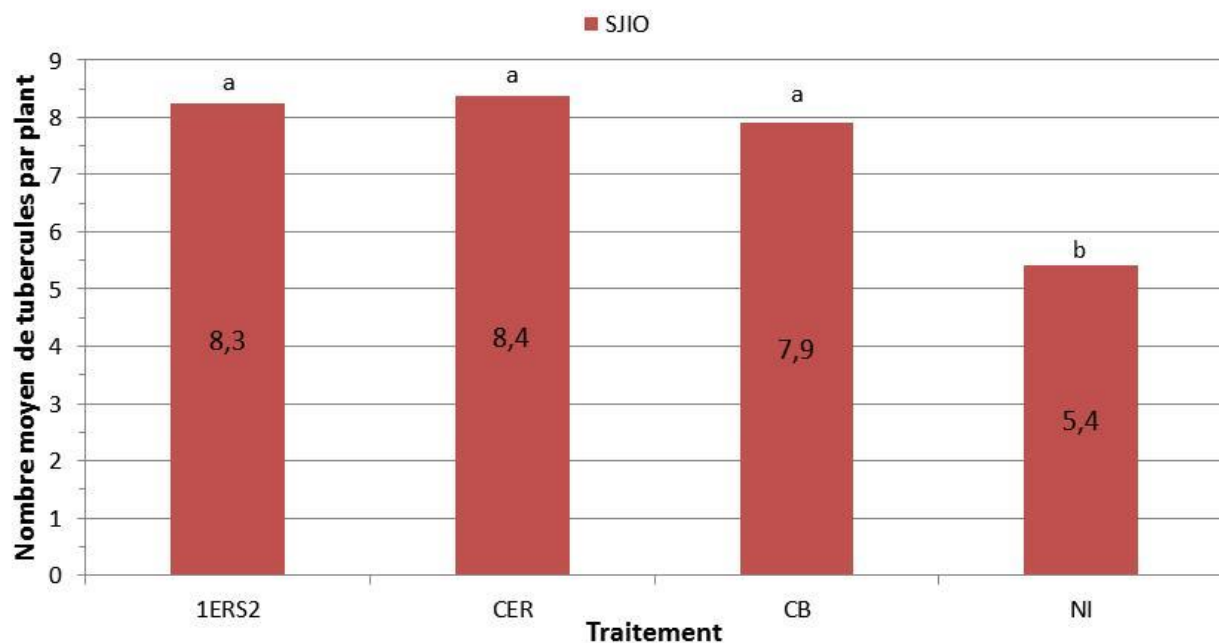
Figure 2. Rendement vendable (quintaux/acre), site SCJO, 2016.



SCJC : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po ½

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$.

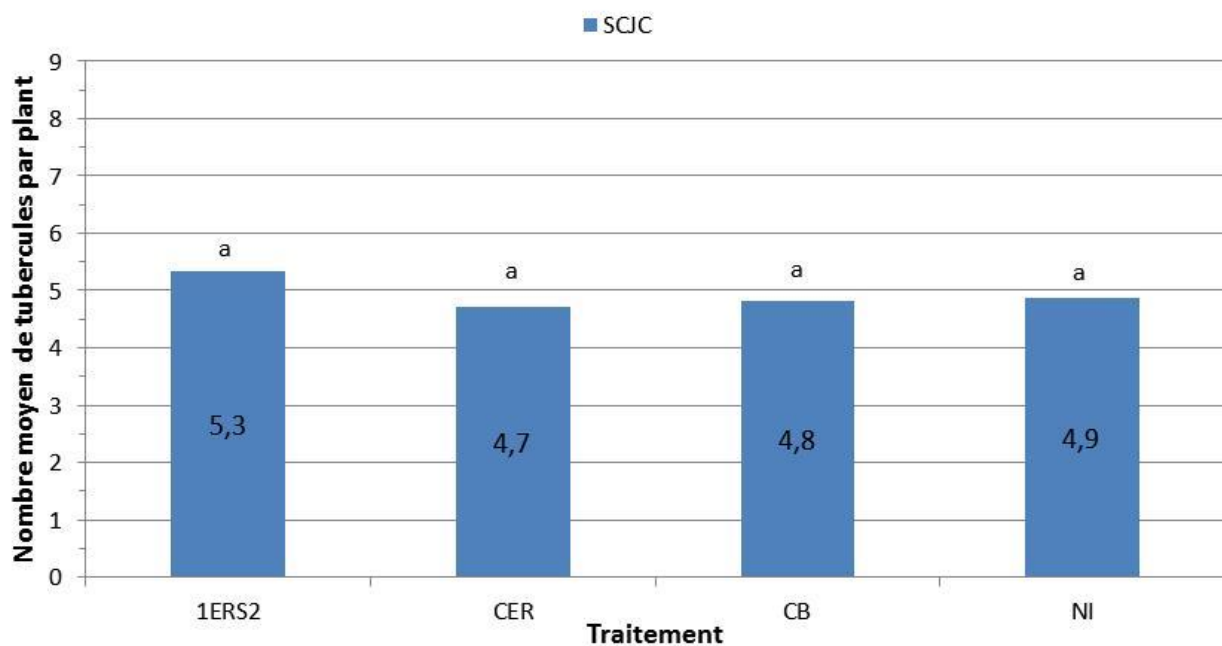
Figure 3. Rendement vendable (quintaux/acre), site SCJC, 2016.



SJIO : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po %

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$.

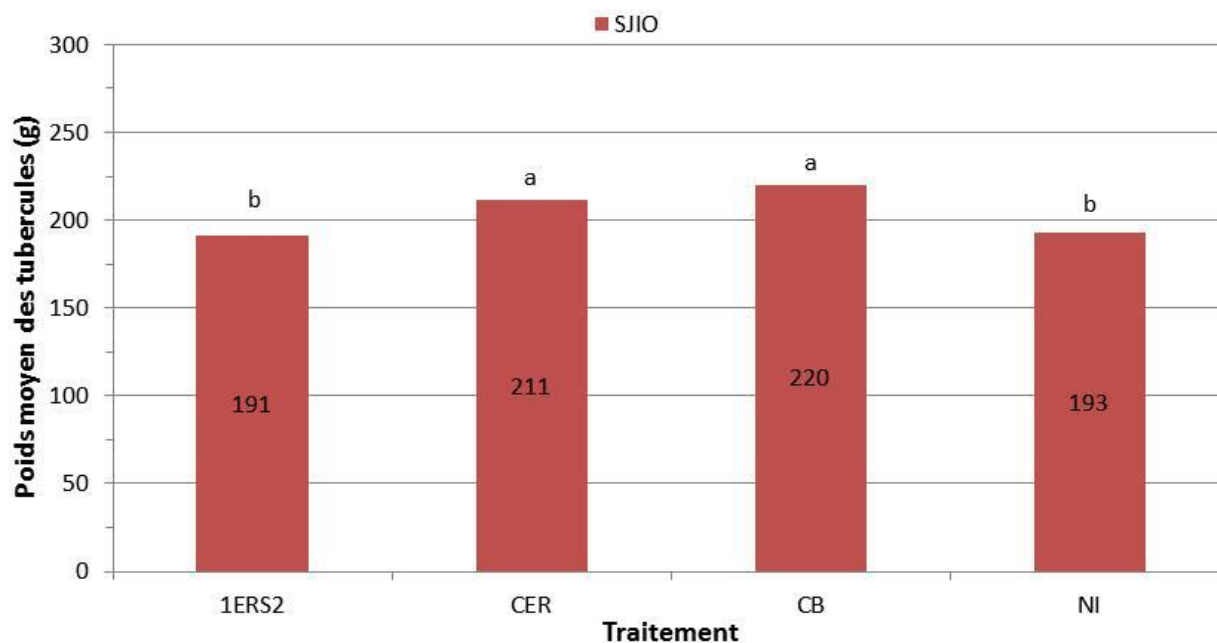
Figure 4. Nombre de tubercules vendables, site SJIO, 2016.



SCJC : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po ½

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$

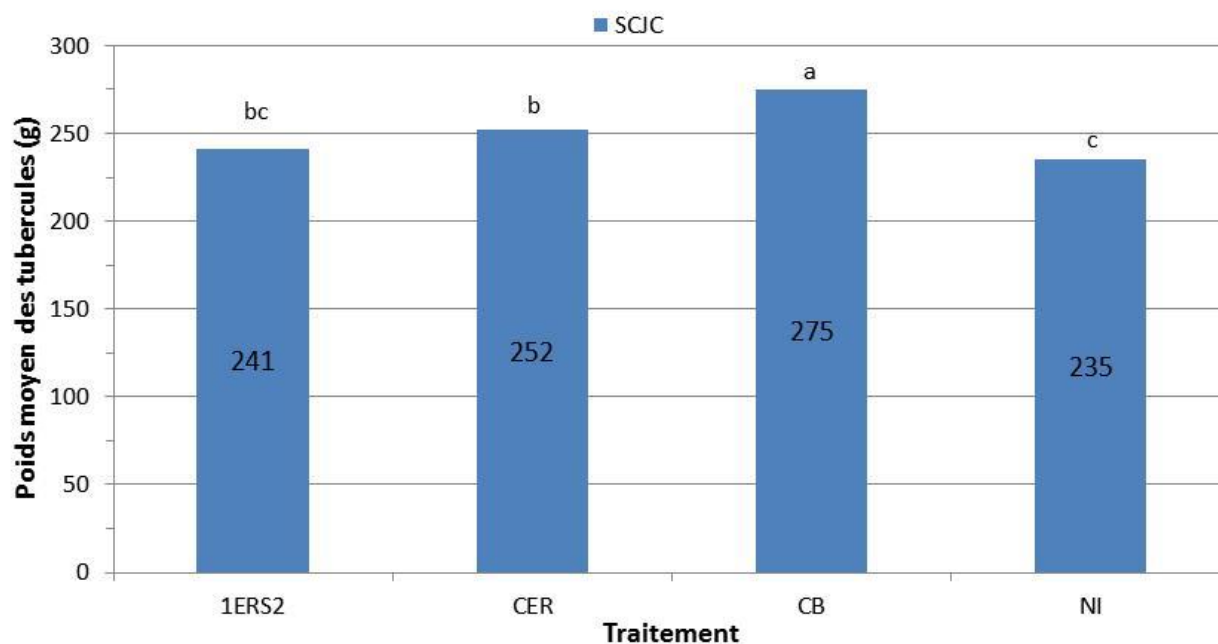
Figure 5. Nombre de tubercules vendables, site SCJC, 2016.



SJIO : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po %

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$.

Figure 6. Poids moyen des tubercules vendables (g), site SJIO, 2016.



SCJC : Tubercules ayant un diamètre supérieur à 1 po ½

Différences statistiquement significatives à $p \leq 0,1$

Figure 7. Poids moyen des tubercules vendables (g), site SCJC, 2016.

VOLUME D'EAU

Sur le site SCJC, 30 irrigations ont été effectuées tandis que 26 ont été nécessaires au site SJIO. Les quantités d'eau appliquée sont présentées Tableau 2. Au site SJIO, les volumes apportés par épisode ont été plus importants en raison notamment des pressions d'opération plus élevées et des durées plus longues par irrigation. Les quantités devraient normalement se situer à des niveaux comparables à ceux du site SCJC pour éviter des pertes d'eau en dehors de la zone racinaire.

Tableau 2. Nombre d'irrigations et quantité d'eau appliquée par irrigation selon les sites et les traitements, 2016.

Traitement	Nombre d'irrigations		Quantité d'eau appliquée par irrigation (mm)	
	SCJC	SJIO	SCJC	SJIO
CB et CER	30	26	3,9	5,3
1ERS2	30	26	1,9	2,7

En comparaison, d'autres champs similaires qui ont été irrigués par aspersion ont nécessité entre 9 et 11 interventions à SCJC et 3 à SJIO. Il est donc possible de mettre en parallèle les quantités d'eau utilisée selon les traitements et celles appliquées par aspersion (Figure 8). Au site SCJC, le traitement 1ERS2 a permis d'économiser plus de 1300 m³ par ha par rapport à l'aspersion. Pour le site à l'île d'Orléans, l'économie a été moindre mais des irrigations avec des quantités plus faibles par épisode permettront fort probablement d'obtenir une meilleure efficacité de l'eau utilisée.

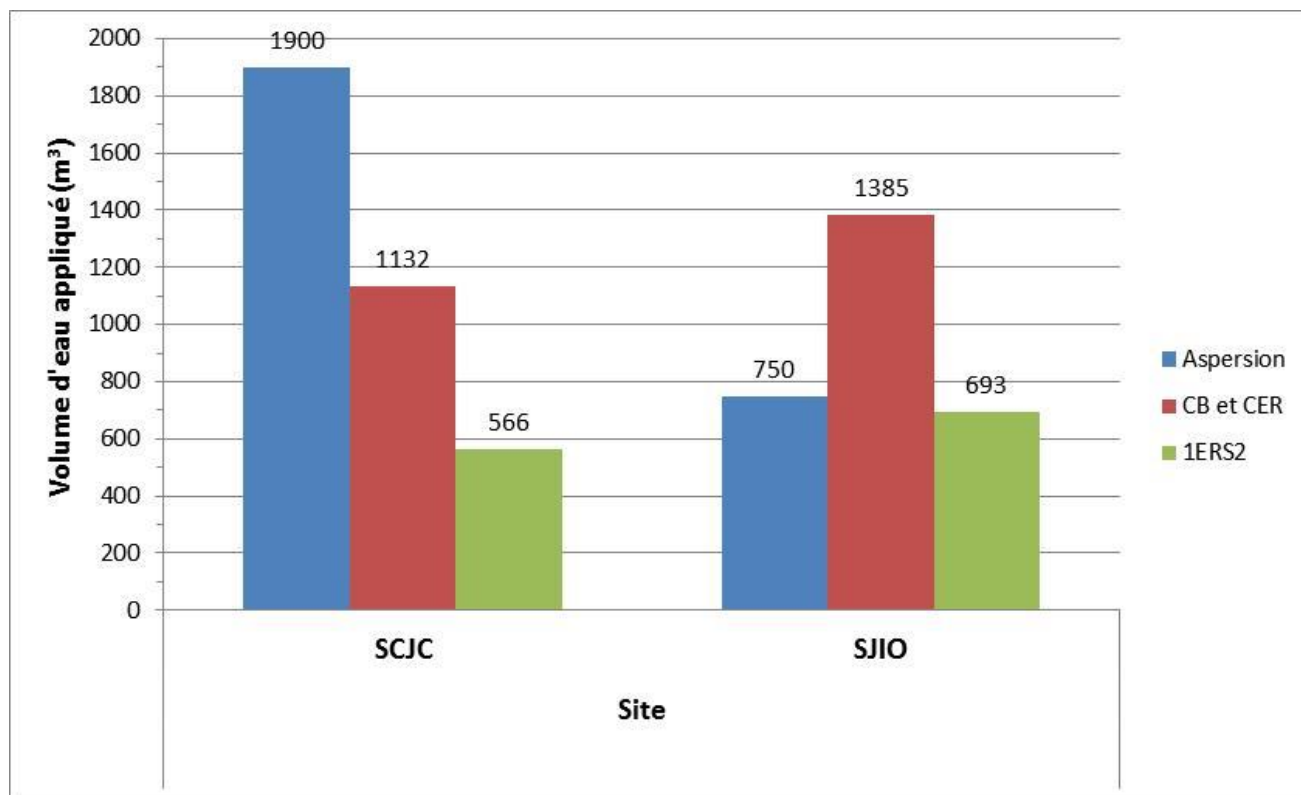


Figure 8. Quantité d'eau utilisée par irrigation goutte à goutte en comparaison avec l'irrigation par aspersion pour les deux sites.

5 ANALYSE ÉCONOMIQUE

L'irrigation goutte à goutte peut offrir de nombreux avantages tels que l'économie d'eau et la diminution des besoins en énergie. Toutefois, avant d'opter pour cette technique, il faut s'assurer que son utilisation présente aussi des avantages économiques pour l'entreprise désirant en faire l'adoption.

Il existe plusieurs scénarios possibles quant aux façons d'utiliser l'irrigation goutte à goutte dans la pomme de terre. La méthode utilisée (chaque butte, chaque entre-rang ou un entre-rang sur deux), la récupération ou non de la tubulure pour usage additionnel ainsi que les surfaces irriguées peuvent varier grandement selon les situations.

Compte tenu des résultats obtenus lors des essais 2015 et 2016 (Côté, 2015) et du fait que les superficies visées à court terme sont de dimension relativement restreinte, nous avons retenu en exemple une entreprise qui irrigue quatre ha au total avec une tubulure dans un entre-rang sur deux. Les conduites d'irrigation sont aménagées de façon à séparer le champ en deux sections, chacune étant irriguée en séquence, afin de diminuer les coûts pour les pompes, les conduites et le système de filtration (Figure 9). Deux scénarios sont présentés : la tubulure est jetée chaque année ou encore, elle est récupérée en fin de saison pour être réutilisée pendant deux années additionnelles (en référence à d'autres utilisateurs en production horticole au Québec).

Scénarios retenus :

Scénario 1 :

- Le champ est situé à 333 m de la source d'eau ;
- La pompe utilisée est munie d'un moteur à essence de 11 CV qui permet d'irriguer 2 ha à la fois ;
- Le système comprend un filtre semi-automatique, un injecteur d'engrais, un tuyau de succion, un support pour le transport et un régulateur de pression ;
- La tubulure goutte à goutte est de 10 millièmes de pouce d'épaisseur et est récupérée en fin de saison pour une utilisation totale de trois ans.

Scénario 2 :

- Idem au scénario 1 sauf que la tubulure goutte à goutte est de 6 millièmes de pouce d'épaisseur et est renouvelée chaque année.

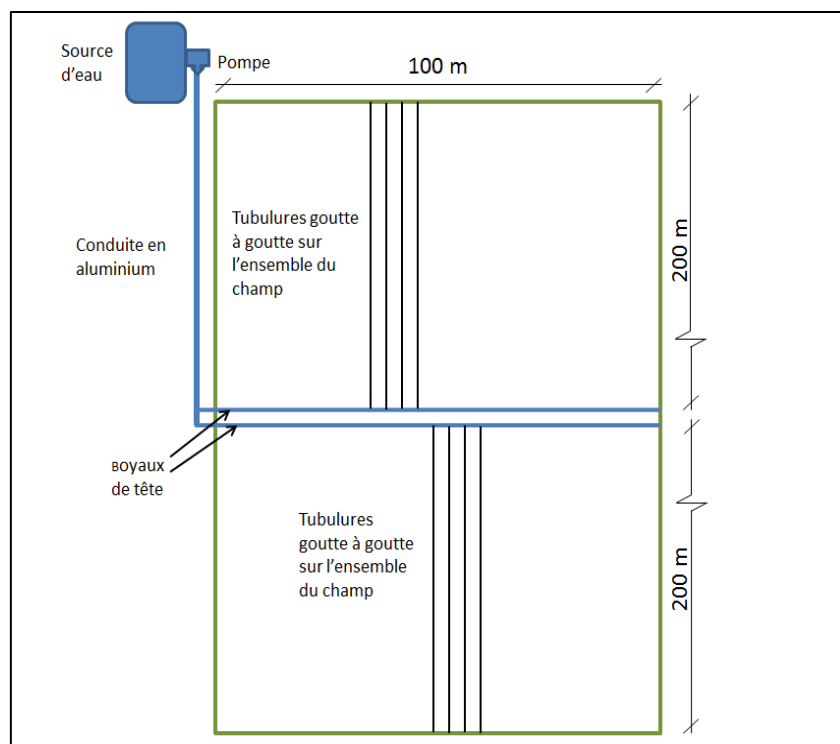


Figure 9. Exemple d'un plan d'installation du système d'irrigation pour les scénarios retenus.

COÛTS ANNUELS DE POSSESSION ET D'EXPLOITATION

Le Tableau 3 présente une synthèse des coûts totaux annuels pour les deux scénarios évalués, soit dans le cas où la tubulure goutte à goutte est récupérée et utilisée pendant trois ans et celui où la tubulure est renouvelée chaque année.

Afin d'évaluer le coût d'un système, il importe de distinguer le coût annuel de possession et le coût d'utilisation. Le coût annuel de possession 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) (Tableau 4). Le cumul de ces postes est communément appelé DIRT. Dans le cas des systèmes d'irrigation, les taxes sont nulles. Le Tableau 5 présente le coût annuel de possession des différents équipements relatifs aux systèmes comparés.

Après avoir établi le DIRT, le coût annuel de possession est calculé en appliquant ce taux au coût de remplacement de l'équipement. Aux coûts annuels de possession, il faut ajouter les frais d'exploitation (Tableau 6) pour obtenir le coût total annuel des différents scénarios analysés.

Tableau 3. Coûts annuels de possession et d'exploitation du système d'irrigation goutte à goutte selon deux scénarios retenus.

Scénario	Coût annuel de possession (DIRTA) (\$ / ha)	Coût annuel d'exploitation (\$ / ha)	Coût total annuel (\$ / ha)
1-Tubulure récupérée et utilisée 3 ans	439	524	963
2- Tubulure renouvelée chaque année	411	690	1101

L'irrigation goutte à goutte coûte donc au total pour un champ de 4 ha soit 963 ou 1101 \$ par ha par année, selon qu'on opte pour récupérer ou non la tubulure pour un usage prolongé de 3 ans. Bergeron et Bouchard (2015) ont estimé pour une entreprise qui effectuerait 5 irrigations par année, que le coût total annuel par ha se situerait à 850, 977, 1025 ou 1068 \$ respectivement pour des systèmes de canon avec enrouleur, pivot, canon avec rampe ou rampe frontale. Les coûts associés au système goutte à goutte se comparent donc très bien aux autres systèmes, considérant que le nombre élevé d'irrigations retenu peut correspondre à une entreprise effectuant plus de cinq irrigations par aspersion par année. Aussi, pour un producteur qui s'intéresse à l'irrigation, mais qui ne dispose pas de chiffres démontrant la rentabilité de cette technique pour son entreprise pourrait alors effectuer des essais à petite échelle à l'aide d'un système goutte à goutte, sans avoir au départ à investir des sommes importantes.

Lorsque les quantités d'eau disponibles sont limitées pour une entreprise ou lorsque des champs présentent des configurations peu propices aux autres systèmes communs par aspersion, la technique par goutte à goutte pourrait s'avérer intéressante.

Quant à l'utilisation de la tubulure pour plus d'une année, cette avenue présente une économie de 138 \$ par ha par rapport à une utilisation annuelle. Aussi, étant donné que la tubulure usagée n'est pas recyclée, l'impact environnemental est aussi moins important avec ce scénario.

6 CONCLUSION

L'irrigation goutte à goutte peut offrir des économies d'eau importantes par rapport à l'aspersion, ce qui est très intéressant d'un point de vue environnemental, surtout pour les entreprises ayant des réserves en eau limitées. Toutefois, cela est conditionnel à une régie raisonnée de l'irrigation. Les durées et fréquences doivent absolument tenir compte des caractéristiques du sol et des données de l'état hydrique, sans quoi les résultats peuvent être tout autres.

Le traitement 1ERS2 présente un bon potentiel, considérant que les rendements obtenus sont comparables pour les traitements avec irrigation et que celui-ci utilise la moitié de l'eau utilisée par les traitements CB et CER. Aussi, avec le 1ERS2, la tubulure pourrait être réutilisée pour plus d'une année, ce qui représente des gains économiques et environnementaux non négligeables. Il est important de considérer que lorsque la tubulure est localisée dans l'entre-rang, l'efficacité de l'utilisation de l'eau appliquée sera fonction de l'enracinement de la culture dans cette zone. Il est donc indispensable de vérifier la présence des racines à cet endroit tout au long de la saison de végétation.

Par ailleurs, les équipements généralement utilisés pour irriguer la pomme de terre nécessitent des investissements importants qui s'amortissent sur du long terme. Avant de procéder à de tels investissements, une entreprise pourrait envisager de valider la pertinence de l'irrigation dans son contexte de production avec un système par goutte à goutte. L'investissement serait alors moins important et permettrait d'évaluer la rentabilité de cette pratique.

7 BIBLIOGRAPHIE

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2002. Le système canadien de classification des sols, 3e édition, Presses scientifiques du CNRC, Ottawa, Canada, 196 p.

Bergeron, D. et S. Bouchard. 2015. Irriguer : combien ça coûte?. Journée d'information Nos pommes de terre ont soif de savoir.

https://www.agrireseau.net/documents/Document_89548.pdf

Vallée, J, C. Boivin, E. Larochelle et D. Bergeron. 2016. AC-Chaleur, Calwhite, Chieftain, Goldrush, Highland, Russet Burbank, Umatila et Vivaldi : lesquels se sont démarqués en 2016 ?, affiche scientifique présentée dans le cadre du colloque sur la pomme de terre 2016, 18 novembre 2016, Lévis.

Côté, M. 2015. Essai d'irrigation goutte à goutte dans la culture de la pomme de terre. 17 p.

Demmel, M., S. Kupke, R. Brandhuber, A. Kellermann et M. Mueller. 2014. Drip irrigation for potatoes in rain fed agriculture - evaluation of drip tape/drip line positions and irrigation control strategies. International Conference of Agriculture Engineering, AgEng, Zurich, 8 p.

<http://www.geysecos.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C01740001.pdf>

Gee, G.W. et J.W. Bauder. 1986. Particle-size analysis, A. Klute (ed) Methods of soil analysis, Part 1. ASA. Monograph No 9, 2nd edition, Madison, WI., p. 383-411.

8 ANNEXES

Tableau 4. Évaluation du DIRTÀ des équipements.

Pour évaluer le coût annuel de possession, il faut tout d'abord déterminer le DIRTÀ (dépréciation, intérêt, réparation et entretien, taxes foncières et assurances). Celui-ci est évalué d'après l'AGDEX 824/825a du CRAAQ (2015) et les coûts présentés proviennent de l'entreprise participante, du fournisseur d'équipement et du CRAAQ, AGDEX 753 (2016).

Équipements	Vie économique (Années)	Dépréciation (%)	Intérêts (%)	Réparation et entretien (%)	Taxes foncières (%)	Assurances (%)	Total (%)
1 Pompe avec moteur à essence 11 HP	10	9,5	1,19	4	0	0,38	15,07
2 Dérouleur de tubulure 2 rangs	15	6,33	1,19	4	0	0,38	11,91
3 Enrouleur pour récupérer la tubulure (2 rangs) et bobines de réutilisation	15	6,33	1,19	4	0	0,38	11,91
4 Enrouleur pour ramasser la tubulure (4 rangs)	15	6,33	1,19	4	0	0,38	11,91
5 Tuyaux en aluminium pour conduite principale (valeur résiduelle 20 %)	20	4,00	1,36	2	0	0,38	7,74

Après avoir évalué le DIRTÀ, il faut multiplier ce taux par le coût d'achat de chacun des équipements.

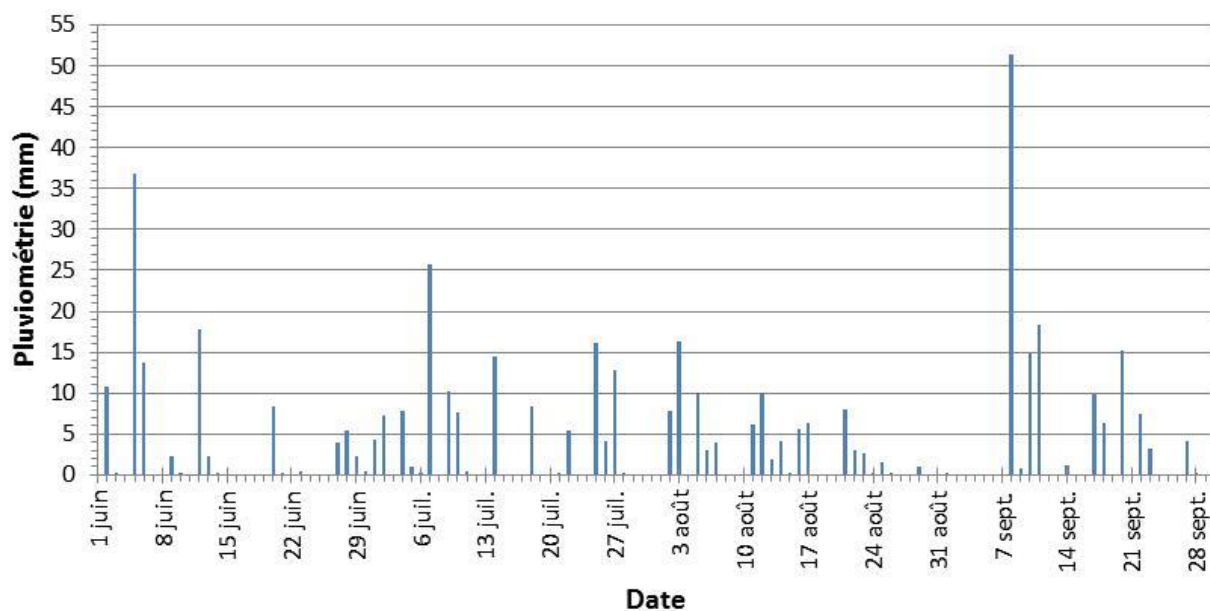
Tableau 5. Coût annuel de possession des différents équipements relatifs aux systèmes comparés.

Équipements	Coût d'achat (\$)	DIRTA (%)	Coût annuel (\$)	Coût annuel par ha (\$)			
				Scénario 1- Tubulure utilisée 3 ans	Scénario 2 - Tubulure utilisée 1 an		
1. Pompe avec moteur à essence 11 HP	5000	15,07	754	754 \$ / 4 ha =	188	754 \$ / 4 ha =	188
2. Dérouleur de tubulure 2 rangs avec adaptation au renhausseur	1000	11,91	119	119 \$ / 4 ha =	30	119 \$ / 4 ha =	30
3. Enrouleur pour récupérer la tubulure à 3200 \$ (2 rangs) et 15 bobines de réutilisation à 48 \$	3920	11,91	467	467 \$ / 4 ha =	117	-	-
4. Enrouleur pour ramasser la tubulure (4 rangs)	3000	11,91	357	-	-	357 \$ / 4 ha =	89
5. Tuyaux en aluminium 102 mm pour conduite principale (333 m à 16,08 \$ / m.l.) principale	5355	7,74	414	414 \$ / 4 ha =	104	414 \$ / 4 ha =	104
Coût annuel de possession (\$ / ha)					439		411

Tableau 6. Coût d'exploitation annuel estimé par ha selon les scénarios comparés.

Champ de 4 ha irrigué avec tubulure dans un entre-rang sur deux (espacement de 0,91 m entre les rangs)				
Dépense	Scénario 1- Tubulure récupérée et utilisée pendant 3 ans		Scénario 2- Tubulure renouvelée chaque année	
	Détail	Coût par ha (\$)	Détail	Coût par ha (\$)
1. Main-d'œuvre				
1.1 Installation et branchement de la tubulure	2 personnes à 1 h / ha = 2 h à 15 \$		2 personnes à 1 h / ha = 2 h à 15 \$	
1.2 Démarrage, arrêt et surveillance des irrigations	30 irrigations à 1 personne 1 h / irrigation = 30 h 30 heures / 4 ha = 7,5 h à 15 \$	218	30 irrigations à 1 personne 1 h / irrigation = 30 h 30 heures / 4 ha = 7,5 h à 15 \$	188
1.3 Ramassage de la tubulure en fin de saison	soulèvement de la tubulure : 1 personne à 1 h / ha, enroulement de la tubulure : 2 personnes à 2 h / ha Total : 5 h à 15 \$		soulèvement de la tubulure : 1 personne à 1 h / ha, enroulement de la tubulure : 2 personnes à 1 h / ha Total : 3 h à 15 \$	
2. Tubulure goutte à goutte				
Tubulure installée dans un entre-rang sur deux (5470 m.l. / ha)	5470 m.l. de tubulure 10 mil. à 0,123 \$ = 673 \$ 673 \$ / 3 ans	224	5470 m.l. de tubulure 6 mil. à 0,0738 \$	403
3. Boyau de tête et plomberie pour branchement				
Boyau de tête de 75 mm de Ø et connecteurs pour tubulure (durée de cinq ans)	200 m.l. de boyau à 3,44 \$ et 220 connecteurs à 0,75 \$ = 853 \$ / 4 ha = 213 \$ / 5 ans	43	200 m.l. de boyau à 3,44 \$ et 220 connecteurs à 0,75 \$ = 853 \$ / 4 ha = 213 \$ / 5 ans	43
4. Conteneur pour disposer de la tubulure				
Conteneur	Frais de location et de transport (26\$ / 3 ans)	9	26 \$	26
5. Carburant				
Consommation estimée de 4 l / h 30 irrigations d'une heure	4 l / h * 30 h = 120 l 120 l à 1 \$ = 120 \$ / 4 ha	30	4 l / h * 30 h = 120 l 120 l à 1 \$ = 120 \$ / 4 ha	30
Coût annuel d'exploitation		524		690

PLUVIOMÉTRIE



*Données combinées avec les données de Agrométéo <http://www.agrometeo.org/index.php>

Figure 10. Pluviométrie mesurée (mm) au site de Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans, 2016.

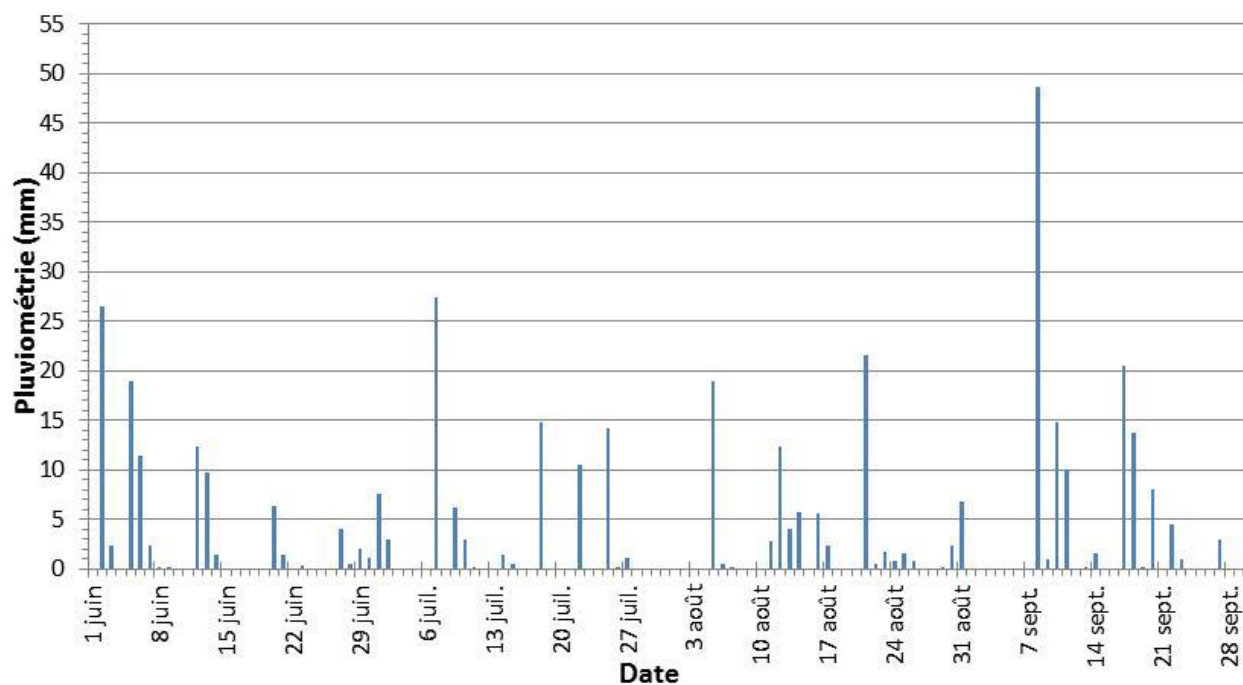


Figure 11 Pluviométrie mesurée (mm) au site de Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, 2016.

TEMPÉRATURE DE L'AIR

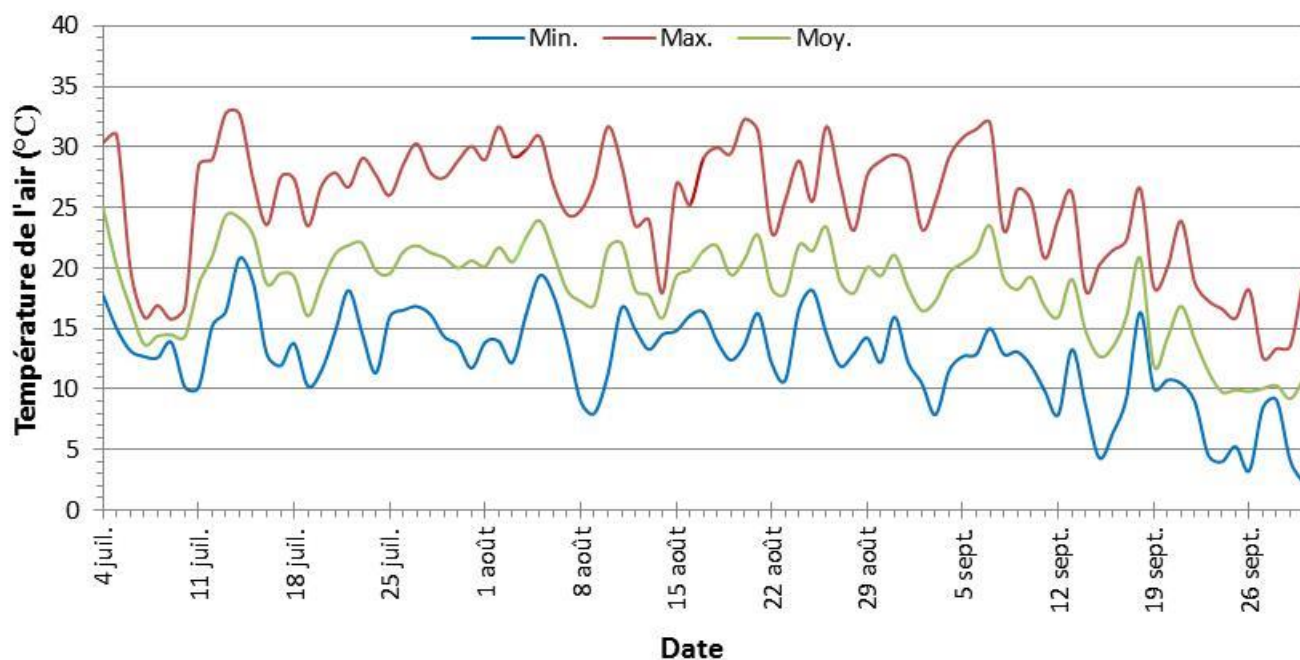


Figure 12. Température de l'air (°C) mesurée au site de Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans, 2016.

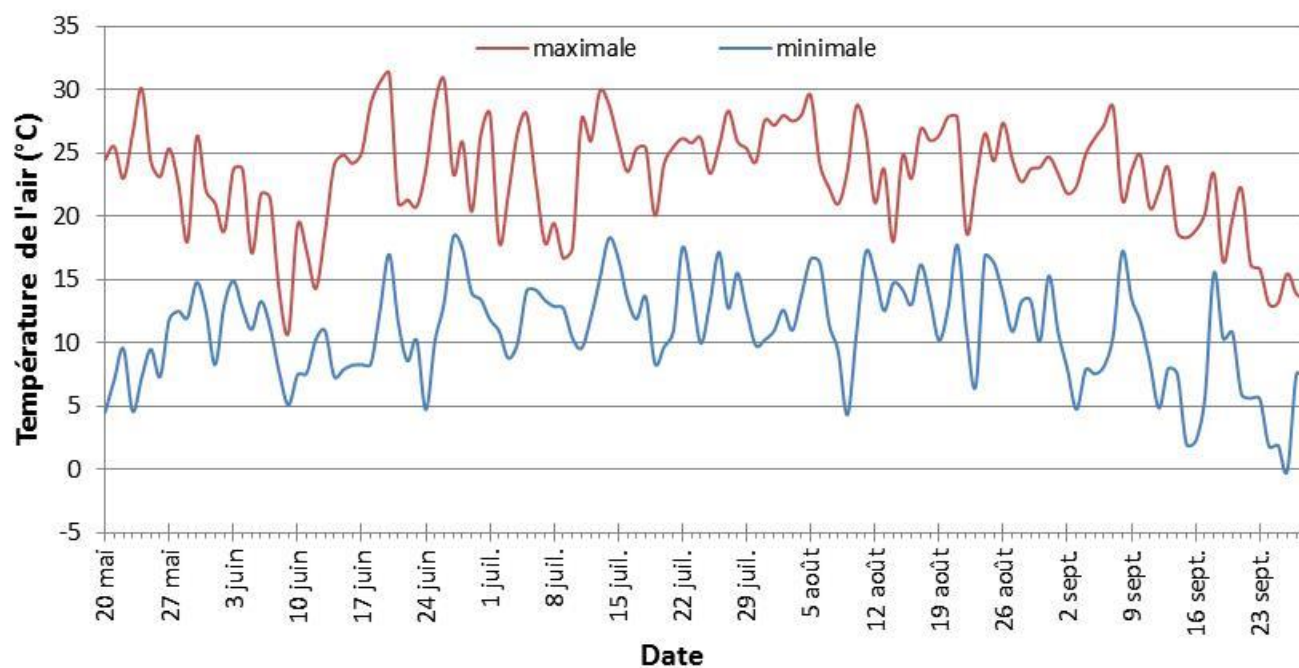


Figure 13. Température de l'air (°C) mesurée au site de Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, 2016.