

## **Rapport final**

Présenté au syndicat des Producteurs de pommes de terre du Québec (PPTQ)

No projet : 14-C-353

Outils d'aide à la décision en gestion de l'irrigation : l'assise d'un réseau  
d'appui pour les producteurs de pommes de terre

Carl Boivin, Jérémie Vallée, Daniel Bergeron et Paul Deschênes

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Février 2017

# Outils d'aide à la décision en gestion de l'irrigation : l'assise d'un réseau d'appui pour les producteurs de pommes de terre

**Carl Boivin<sup>1</sup>, Jérémie Vallée<sup>1</sup>, Daniel Bergeron<sup>2</sup> et Paul Deschênes<sup>1</sup>**

Durée : 03/2015 – 02/2017

## **FAITS SAILLANTS**

À l'été 2015 et 2016, cinq entreprises agricoles spécialisées dans la production de pommes de terre ont été accompagnées dans leur régie d'irrigation. Ces dernières sont situées dans les régions suivantes : Bas-Saint-Laurent, Capitale-Nationale, Centre-du-Québec et Lanaudière. Tout en considérant les spécificités de chacun des systèmes cultureux, un seuil de déclenchement de l'irrigation et une durée ont été déterminés pour chacun des champs suivis. L'approche hybride (bilan hydrique et la tensiométrie) a été l'outil d'aide à la décision qui a été utilisé pour anticiper et valider le moment où le seuil de déclenchement est atteint. De plus, des coefficients cultureux (Kc), indispensables avec le bilan hydrique, ont été déterminés pour chacun des sites et saisons. La performance des systèmes d'irrigation utilisés a aussi été évaluée. Enfin, cet accompagnement et les échanges entre les intervenants ont permis d'identifier les principaux besoins de ces entreprises au regard d'un appui pour une régie raisonnée de l'irrigation.

## **OBJECTIF GÉNÉRAL**

Favoriser l'adoption d'une régie raisonnée de l'irrigation en validant la faisabilité de la mise sur pied d'un réseau d'appui spécialisé dans ce domaine.

## **OBJECTIFS SPÉCIFIQUES**

- Accompagner cinq entreprises dans leur régie d'irrigation selon leurs spécificités.
- Promouvoir une approche hybride de gestion des apports en eau par l'irrigation.
- Préciser des coefficients cultureux (Kc) pour la pomme de terre en conditions culturelles du Québec.
- Identifier les besoins des entreprises en regard d'un appui pour la régie de l'irrigation.
- Valider la faisabilité technique et économique de la mise sur pied d'un réseau d'appui en régie raisonnée de l'irrigation pour les producteurs de pommes de terre.

## **MÉTHODOLOGIE**

Ce projet de deux ans a été réalisé sur cinq entreprises en 2015 et 2016. Un échantillonnage de sol a été réalisé annuellement. Le suivi des conditions hydriques du sol en continu a été possible en instrumentant les sites avec des tensiomètres, des sondes TDR et une station météorologique complète. Les paramètres suivants ont été mesurés : texture et réserve en eau utile du sol (RU), stades de développement de la culture, évapotranspiration de référence (ETp), évapotranspiration de la culture (ETc), coefficient cultural (Kc), performance des systèmes d'irrigation (Annexe 1), déficit hydrique théorique (Annexe 2) et temps relatif à l'appui proposé. Par l'analyse de plusieurs de ces paramètres, les intervenants ont été en mesure d'accompagner les entreprises. De plus, deux exemples de « Bulletin d'irrigation », qui ont été produits à l'intention des entreprises à plusieurs reprises durant l'été 2015 et celui de 2016, sont présentés à l'annexe 3.

---

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

<sup>2</sup> MAPAQ (DRCN)

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Utiliser le bilan hydrique comme un outil d'aide à la décision est approprié pour les systèmes culturaux extensifs comme celui de la pomme de terre (Vallée et coll., 2014<sup>3</sup>). Ce système repose sur une estimation de l'ETc, qui est calculée à partir de la valeur d'ETp à laquelle un Kc est appliquée. Celui-ci doit donc être précis. Des valeurs de Kc ont été déterminées pour chacune des entreprises en 2015 et 2016 (Tableau 1). Le type de cultivar (maturité) y est également précisé. La méthode utilisée pour déterminer les Kc repose sur le différentiel de teneur en eau volumique quotidien mesuré avec les sondes TDR entre 6 et 22 h. Exprimée en hauteur d'eau (mm), cette donnée a été divisée à la valeur quotidienne de l'ETp (mm) pour obtenir le Kc. L'utilisation d'un tensiomètre a permis d'identifier les périodes probables de stress hydrique pour la culture. Ces périodes n'ont pas été considérées dans le calcul du Kc, car les valeurs d'ETc auraient été surévaluées comparativement à la consommation en eau réelle de la culture. Les périodes de 24 h suivant des précipitations et des irrigations n'ont également pas été considérées.

**Tableau 1. Coefficients culturaux (Kc) déterminés selon le site, la période et la saison.**

Saison	St-Laurent-de-l'Île-d'Orléans		Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier		L'Isle-Verte		St-Léonard-d'Aston		St-Paul-de-Joliette						
	Période	Kc	Période	Kc	Période	Kc	Période	Kc	Période	Kc					
2015	Mi-saison	06-30 à 07-07	0,9	Mi-saison	06-30 à 07-08	0,7	Hâtive	06-30 à 07-08	*	Mi-saison	06-30 à 07-05	-	Mi-tardive	06-30 à 07-02	0,8
		07-08 à 07-17	*		07-09 à 07-17	1,0		07-09 à 07-17	*		07-06 à 07-17	0,5		07-03 à 07-09	0,9
		07-18 à 08-10	1,1		07-18 à 08-10	*		07-18 à 08-10	0,7		07-18 à 08-10	*		07-10 à 07-31	*
		08-11 à 08-28	0,8		08-11 à 08-28	0,5		08-11 à 08-28	*		08-11 à 08-28	*		08-01 à 08-28	0,5
2016	Mi-saison	06-08 à 06-26	0,8	Tardive	06-08 à 06-22	0,2	Mi-saison	06-08 à 06-23	0,3	Mi-saison	06-08 à 06-24	0,4	Mi-saison	06-08 à 06-23	0,5
		06-27 à 07-13	1,1		06-23 à 07-13	0,8		06-24 à 07-13	0,4		06-25 à 07-13	0,4		06-24 à 07-13	1,0
		07-14 à 07-28	1,0		07-14 à 07-24	1,0		07-14 à 07-28	0,7		07-14 à 07-28	0,6		07-14 à 07-28	0,9
		07-29 à 08-11	0,7		07-25 à 08-06	0,9		07-29 à 08-11	*		07-29 à 08-11	0,4		07-29 à 08-11	0,4
		08-12 à 08-28	0,4		08-07 à 08-28	0,8		08-12 à 08-28	0,6		08-12 à 08-28	0,3		08-12 à 08-28	0,3

\* Le nombre de données est insuffisant pour déterminer un Kc.

En ce qui a trait à un appui en régie raisonnée de l'irrigation, l'offre de service devrait inclure les blocs d'interventions suivants (Tableau 2). Voir l'annexe 4 pour davantage d'informations.

**Tableau 2. Blocs d'interventions proposés.**

Pertinence et Stratégie	Évaluer la pertinence d'introduire l'irrigation comme pratique culturale et concevoir une stratégie adaptée au contexte de production de l'entreprise.
Diagnostic	Diagnostic de la performance du système d'irrigation.
Suivi	Informar l'entreprise sur l'évolution de l'état hydrique des sols en culture et anticiper le moment où il sera pertinent d'intervenir avec l'irrigation.
Transfert et Innovation	Favoriser l'adoption de pratiques culturales qui améliorent l'efficacité de prélèvement de l'eau.
Réseautage	Établir une plateforme d'échanges entre les entreprises qui font l'objet d'un appui.

<sup>3</sup> Vallée, J., C. Boivin, D. Bergeron, R. Audet et F. Chrétien. 2014. Comparaison et évaluation d'outils de gestion de l'irrigation. Rapport final remis au CDAQ. 74 p.

## APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Pour l'entreprise spécialisée dans la production de pommes de terre qui se questionne sur la pertinence d'introduire l'irrigation dans ses pratiques culturales, les interventions proposées seront d'abord utiles pour se prononcer à ce sujet. Pour l'entreprise qui a déjà recours à cette pratique, cet appui sera utile pour s'assurer de maintenir une offre de produits de qualité pour son marché, pour améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau et des éléments nutritifs par la culture et par conséquent, pour diminuer le risque d'impacts négatifs pour l'environnement.

Dans le fait, les entreprises ont trouvé intéressant de pouvoir « challenger » leur régie à celle proposée par le projet. Ces dernières ont aussi apprécié, surtout celles qui ont des équipements mobiles pour l'irrigation, de pouvoir anticiper quelques jours à l'avance le moment où le seuil d'intervention avec l'irrigation serait atteint. En plus de leur pertinence dans l'immédiat, les Bulletins d'irrigation ont été appréciés pour leur rôle « d'archive » et aussi, pour la possibilité de comparer la situation de leur entreprise à celle d'autres entreprises. De plus, au fil du temps, ces Bulletins ont permis d'associer un « profil » de journée à un ordre de grandeur en ce qui a trait au potentiel de demande en eau pour la culture. Autrement dit, la valeur d'ETp mesurée pour une journée donnée a pu être associée aux conditions météorologiques qui ont eu cours lors de cette journée. Par ailleurs, l'Approche hybride proposée comme outil a été particulièrement appréciée des entreprises où les sols ont une très faible RFU. En effet, le risque que le tensiomètre se décharge en de telles conditions est très élevé.

Pour l'agronome qui intervient auprès des entreprises qui ont recours à l'irrigation, ce projet propose des orientations qui seront utiles pour répondre adéquatement aux besoins d'appui pour une régie raisonnée de l'irrigation. Cependant, il y a peu de ressources spécialisées en régie de l'irrigation qui peuvent offrir intégralement un tel appui actuellement. Il y a certainement un besoin de formation pour les intervenants afin d'accroître l'accessibilité à un tel service. Entre temps, il apparaît nécessaire d'encourager la collaboration entre les différents intervenants spécialisés.

## ÉQUIPE DE RÉALISATION

<b>Demandeur</b>	Les Producteurs de pommes de terre du Québec (PPTQ) Clément Lalancette et Annie Berger
<b>IRDA</b>	Carl Boivin, Jérémie Vallée, Paul Deschênes, Stéphane Nadon, Émilie Larochelle. <b>Étudiants</b> : Ayoub Rizki, Pierre-Marc Dionne, Francis Dufour
<b>MAPAQ</b>	Daniel Bergeron (DRCN), Jacques Painchaud et Jacinthe Leblanc (DRCQ), Mélissa Gagnon (DRMLL), Joëlle Ouellet (DRBSL)
<b>Entreprises</b>	Ferme des Pionniers enr, Ferme M.G.E. Ouellet, Ferme Victorin Drolet inc, Maxi-Sol inc, Proculteur inc.
<b>Intervenant</b>	Serge Bouchard

## POINT DE CONTACT

Responsable du projet : Carl Boivin  
Téléphone : 418 643-2380, poste 430  
Télécopieur : 418 644-6855  
[carl.boivin@irda.qc.ca](mailto:carl.boivin@irda.qc.ca)

## PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Volet C du Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés.

## ACTIVITÉS DE DIFFUSION

- Deschênes, P., C. Boivin, J. Vallée et D. Bergeron. 2015. Et s'il pleuvait moins que vous le pensiez... Colloque pomme de terre, Centre des Congrès de Lévis, 20 novembre. Affiche.
- Boivin, C. et D. Bergeron. 2015. Pourquoi pas un service-conseil spécialisé en irrigation? Colloque pomme de terre, Centre des Congrès de Lévis, 20 novembre. Conférence. <https://www.agrireseau.net/documents/92430/pourquoi-pas-un-service-conseil-specialise-en-irrigation?r=Carl+Boivin&sort=2&page=3>
- Deschênes, P., C. Boivin, J. Vallée et D. Bergeron. 2016. Pluie valorisable par la culture : concept en évolution au service de l'irrigation. Colloque pomme de terre, Centre des Congrès de Lévis, 18 novembre. Affiche.
- Larochelle, É., C. Boivin, J. Vallée, D. Bergeron et P. Deschênes. 2016. Diagnostics de systèmes d'irrigation dans la pomme de terre. Colloque pomme de terre, Centre des Congrès de Lévis, 18 novembre. Affiche.
- Boivin, C., C. Landry, D. Bergeron, J. Vallée, M. Marchand-Roy et P. Deschênes. Et si on valorisait l'entre-rang? Colloque pomme de terre, Centre des Congrès de Lévis, 18 novembre. Affiche.

# ANNEXE 1. Affiche sur la performance des systèmes.

## DIAGNOSTICS DE SYSTÈMES D'IRRIGATION DANS LA POMME DE TERRE



ÉMILIE LAROCHELLE, M.SC.<sup>1</sup>, CARL BOVIN, AGR., M. SC.<sup>1</sup>, JÉRÉMIE VALLÉE, AGR., B. SC.<sup>1</sup>, DANIEL BERGERON, AGR., M. SC.<sup>2</sup>, PAUL DESCHÈNES, AGR., M. SC.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement / <sup>2</sup> Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

### OBJECTIF

Comparer les informations fournies par le fabricant quant au système d'irrigation utilisé avec les informations recueillies dans les conditions réelles d'opération afin de connaître la véritable quantité d'eau appliquée lors d'une irrigation. Ces données permettent aux producteurs de mesurer la performance de leur système d'irrigation afin de pouvoir apporter des modifications, si nécessaires, pour améliorer l'uniformité de l'irrigation.

### MÉTHODOLOGIE

- Choisir une journée avec faible vent et sans précipitation pour effectuer le diagnostic.
- Choisir un site représentatif du champ.
- Mesurer la vitesse du vent et le taux d'évaporation durant le diagnostic.
- Installer une rangée de pluviomètres temporaires, également distancés les uns des autres et environ à la même hauteur que le niveau maximal de la culture, de façon à couvrir le passage d'un pivot ou d'un canon enrouleur.
- Mesurer le volume d'eau recueilli par les pluviomètres lorsque le passage du système d'irrigation au-dessus de ces pluviomètres est terminé.
- Recueillir les informations du fabricant (modèle de la pompe, pression d'opération, vitesse d'avancement, etc.).

### MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Selon la portée du système, prévoir un nombre suffisant de piquets de PVC de la même hauteur que le niveau maximal de la culture, de pots de plastique identiques, d'anneaux de PVC et d'élastiques.
- Cylindres gradués
- Anémomètre

Figure 1. Pluviomètres installés pour recueillir l'eau



**CARACTÉRISTIQUES DU CANON-PIVOT**

- Modèle du pivot : OTECH C14-0342 et canon Skipper 16 mm
- Pression d'opération du pivot : 3,4 bar
- Vitesse et direction du vent : 13 km/h, sud-ouest
- Évaporation : 0,42 mm pour 56 min.

Figure 2. Distribution des hauteurs d'eau à partir du point de rotation d'un pivot

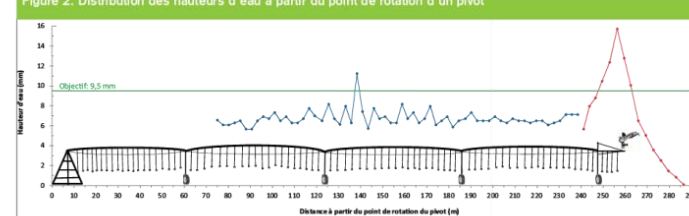


Tableau 1. Vitesse d'avancement du pivot et rayon d'action du canon situé à l'extrémité du pivot

	Valeur théorique	Valeur mesurée
Vitesse d'avancement (m/h)	71	88
Rayon d'action du canon (m)	29	25

Tableau 2. Indicateurs de performance du pivot et du canon situé à l'extrémité du pivot

Distance à partir du point de rotation du pivot	Hauteur d'eau moyenne (mm)	Distribution d'uniformité (DU)	Performance (%)
75-238 m (pivot)	6,8	0,90	70
241-286 m (canon)	6,9	0,18	45

Figure 3. Pluviomètres installés pour recueillir l'eau

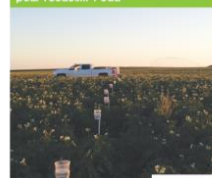


Figure 4. Irrigation par canon enrouleur



**CARACTÉRISTIQUES DU CANON ENROULEUR**

- Modèle du canon : Rain Bird 105C Rain Gun
- Pression d'opération du canon : 95 PSI
- Évaporation : 0 mm (diagnostic effectué durant la nuit)

Figure 5. Distribution des hauteurs d'eau appliquées par un canon enrouleur

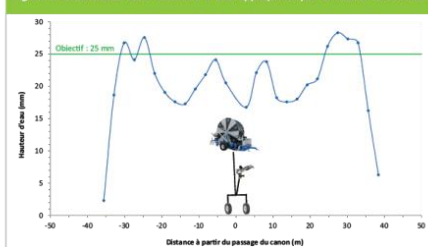


Tableau 5. Éléments à surveiller et pistes de solution

Problème potentiel	Solution
Modification de la taille du diamètre des buses avec l'usure	Remplacer les buses
Présence de fuites	Colmater les fuites
Rafales de vent et évaporation	Irriguer tôt le matin ou en fin de journée lors de journées avec faible vent
Colmatage dans le filtre	Nettoyer ou remplacer le filtre
Pression d'opération trop basse	Utiliser des buses de plus petit diamètre Diminuer le diamètre des tuyaux
Pression d'opération trop élevée	Utiliser des buses de plus grand diamètre / Utiliser des régulateurs de pression
Distribution inadéquate des gouttelettes	Ajuster la portée du jet du canon (modification du diamètre des buses et de la pression d'opération) Diminuer le diamètre des tuyaux

Tableau 3. Vitesse d'avancement et rayon d'action du canon enrouleur

	Valeur théorique	Valeur mesurée
Vitesse d'avancement (m/h)	N/D	20
Rayon d'action du canon (m)	46	37

Tableau 4. Indicateurs de performance du canon enrouleur

Hauteur d'eau moyenne (mm)	Distribution d'uniformité (DU)	Performance (%)
20,4	0,66	70


### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier messieurs Samuel Richard (Proculteur Inc.) et Stéphane Blouin (Ferme Dauphine).

Le contenu de cette affiche s'appuie sur les résultats d'un projet réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) en vertu du Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés. Projet 14-C-353. Le requérant pour ce projet est : Les producteurs de pommes de terre du Québec.



## ANNEXE 2. Affiches sur le déficit hydrique estimé selon le site en 2015 et 2016.



**ET S'IL PLEUVAIT MOINS QUE VOUS LE PENSEZ...**

PAUL DESCHÊNES\*, CARL BOWIN\*, JÉRÉMIE VALLÉE\* ET DANIEL BERGERON\*



### MISE EN CONTEXTE

Une réévaluation de l'irrigation doit considérer les volumes d'eau des précipitations. Cependant, la quantité d'eau de pluie disponible pour la culture ne correspond pas nécessairement à celle tombée du ciel, par exemple une pluie de forte intensité favorisée du ruissellement. La texture et la structure du sol ainsi que son statut hydrique lors des apports en eau peuvent diminuer grandement la hauteur d'eau de pluie potentiellement valorisable par la culture (HEPPVC).

### Graphiques

**St-Laurent-de-Ille-d'Orléans 2015**  
Donnée en mm

Déficit hydrique théorique	20	29
Pluie valorisable potentielle	68%	69
Évapotranspiration (ETc)	110	92
Pluie totale	132	81
Pluie 1961-2010	147	126
	Juillet	Août

**St-Catherine-de-la-Jacques-Cartier 2015**  
Donnée en mm

Déficit hydrique théorique	35	44
Pluie valorisable potentielle	59%	44%
Évapotranspiration (ETc)	119	91
Pluie totale	143	107
Pluie 1961-2010	121	104
	Juillet	Août

**St-Léonard-d'Aston 2015**  
Donnée en mm

Déficit hydrique théorique	54	38
Pluie valorisable potentielle	80%	45%
Évapotranspiration (ETc)	111	84
Pluie totale	84	102
Pluie 1961-2010	109	106
	Juillet	Août

**St-Paul-de-Joliette 2015**  
Donnée en mm

Déficit hydrique théorique	60	28
Pluie valorisable potentielle	66%	50%
Évapotranspiration (ETc)	113	81
Pluie totale	87	107
Pluie 1961-2010	90	80
	Juillet	Août

**L'Isle-Verte 2015**  
Donnée en mm

Déficit hydrique théorique	22	49
Pluie valorisable potentielle	63%	100%
Évapotranspiration (ETc)	107	92
Pluie totale	116	43
Pluie 1961-2010	95	94
	Juillet	Août

### MÉTHODOLOGIE

Les bases d'une méthode de détermination de la HEPPVC ont été mises en place. Cette méthode s'appuie sur deux concepts, le bilan hydrique (BH) et la réserve facilement utilisable en eau « Plateau » (RFU plateau).

Le BH permet de mesurer les variations de la réserve d'eau du sol en considérant les apports et les sorties d'eau exprimées en mm d'eau. Pour cette méthode, les apports d'eau correspondent aux précipitations et aux irrigations, tandis que les sorties font référence à l'évapotranspiration (ET). Les apports d'eau sont facilement mesurables grâce à des pluviomètres et en connaissant le volume d'eau d'irrigation appliqué pour chaque épisode. Les sorties sont mesurées avec l'ET de référence (ET<sub>r</sub>). Cette dernière est obtenue en considérant la température et l'humidité relative de l'air, la radiation solaire et la vitesse du vent. Ces valeurs ont pu être mesurées grâce à des stations météorologiques situées sur chacune des cinq fermes productrices de pommes de terre (figure 1). Les valeurs d'ET<sub>r</sub> mesurées doivent être modifiées avec un coefficient cultural (f<sub>c</sub>), reflétant des caractéristiques physiologiques, le pourcentage de recouvrement du sol par la culture et le développement racinaire de cette dernière. L'évapotranspiration de la culture (ET<sub>c</sub>) est alors connue, estimant le nombre de mm d'eau sortant de la RFU plateau.

Le sol est un réservoir et la capacité maximale de ce dernier à entreposer de l'eau, en supposant que la culture ne subisse aucun stress hydrique, correspond à la RFU plateau. Le volume de ce réservoir varie principalement selon la texture du sol et la profondeur d'enracinement.

La RFU plateau est exprimée par une hauteur d'eau et est estimée à partir de la courbe de désorption en eau du sol considéré. Cette valeur est obtenue en soustrayant, à la hauteur d'eau équivalente à la capacité au champ « in situ », la valeur observée lorsque la pente de la courbe est presque nulle.

Par exemple, un sol dont la RFU plateau est de 20 mm et qui est à 75% de sa capacité contient alors 15 mm d'eau. L'état hydrique de ce sol lui permet de retenir 5 mm supplémentaires. Toute quantité d'eau supplémentaire sera nécessairement perdue.





Figure 1 – station météorologique

### OBSERVATIONS

La HEPPVC a été mesurée aux mois de juillet et août 2015 pour cinq fermes productrices de pommes de terre. Ces dernières sont situées à St-Laurent-de-Ille-d'Orléans, St-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, St-Léonard-d'Aston, St-Paul-de-Joliette et L'Isle-Verte (graphiques). Un **Déficit hydrique théorique** est présent à chaque site en juillet et août 2015, car l'**ET<sub>c</sub>** est supérieure à la **Pluie valorisable potentielle**. En considérant la **Pluie totale**, les déficits hydriques ne sont pas détectés lorsque la hauteur d'eau de cette dernière est supérieure à l'ET<sub>c</sub>. Cette situation est observable pour 60% des données présentées. Un déficit hydrique théorique serait tout de même présent pour 40% des données si la pluie totale était considérée, mais ce dernier serait beaucoup moins important. Le concept de HEPPVC prend son importance du fait que la planification de la gestion de l'eau d'irrigation d'une entreprise agricole considère les précipitations. Une surestimation de la contribution de la pluie à la recharge de la RFU plateau fait diminuer l'importance d'apports d'eau par l'irrigation, pouvant engendrer de probables baisses de productivité. Pour les sites présentés, de 59 à 80% et de 44 à 100% de la pluie ont été valorisées par la culture pour les mois de juillet et août 2015 respectivement.




### CONCLUSIONS

L'estimation de la HEPPVC permet d'évaluer la proportion des précipitations qui peut être vraiment utilisée par la plante en cours de saison. Le développement de ce concept permettra de mieux évaluer les besoins en eau aux fins d'irrigation pour l'ensemble des entreprises agricoles au Québec. De plus, le concept de HEPPVC pourrait être considéré dans des outils climatiques destinés aux producteurs agricoles.

### REMERCIEMENTS

Une reconnaissance à l'industrie des pommes de terre québécoises : Fédération Québécoise des Producteurs de Pommes de Terre (FQPPT), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre du Québec (FPPQ), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Capitale-Nationale (FPCN), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Gaspésie (FPG), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Montérégie (FPM), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de l'Estrie (FPE), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Côte-Nord (FPCN), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Saguenay-Lac-Saint-Jean (FSL), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Gaspésie (FPG), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Montérégie (FPM), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de l'Estrie (FPE), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Côte-Nord (FPCN), Fédération des Producteurs de Pommes de Terre de la Région de la Saguenay-Lac-Saint-Jean (FSL).




# PLUIE VALORISABLE PAR LA CULTURE : CONCEPT EN ÉVOLUTION AU SERVICE DE L'IRRIGATION

PAUL DESCHÈNES, AGR., M. SC.<sup>1</sup>, CARL BOIVIN, AGR., M. SC.<sup>1</sup>, JÉRÉMIE VALLÉE, AGR., B. SC.<sup>1</sup>, DANIEL BERGERON, AGR., M. SC.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement / <sup>2</sup> Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec



## INTRODUCTION

La culture de pommes de terre bénéficie grandement des apports en eau des précipitations. Cependant, les quantités d'eau réellement valorisables par la culture peuvent être sur ou sous-estimées et engendrer des conditions de stress hydrique. Le concept d'eau potentiellement valorisable par la culture, présenté à la fin de ce même colloque, évolue et se précise grâce aux données de tension et de teneur en eau du sol mesurées sur plusieurs fermes pendant plusieurs saisons. Ces résultats permettent d'optimiser la gestion de l'irrigation à la ferme.

## LES COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc), DES PARAMÈTRES D'IMPORTANCE

L'évapotranspiration (ET) est mesurée afin d'estimer les quantités d'eau consommées par la culture et évaporées à la surface du sol. Des valeurs de référence (ETp) sont facilement obtenues avec une station météorologique complète (Figure 1). Cependant, pour obtenir des valeurs propres à la culture (ETc), l'ETp doit être corrigée avec un coefficient cultural (Kc) ( $ETc = ETp \times Kc$ ). Ce dernier est connu lorsque le rapport des pertes en eau réelle sur les pertes en eau estimées de l'ETp est réalisé. Dans ce projet, les pertes en eau réelle ont été mesurées quotidiennement avec une sonde de teneur en eau volumique (TDR) insérée dans le sol sur une profondeur de 30 cm dans la butte de sol (Figure 2). Un tensiomètre a été aussi positionné à 20 cm sous la surface de la butte pour évaluer l'état de stress hydrique de la culture ainsi qu'une sonde TDR positionnée dans l'entre rang pour évaluer les quantités d'eau d'irrigation ou de pluie qui s'y retrouvent.

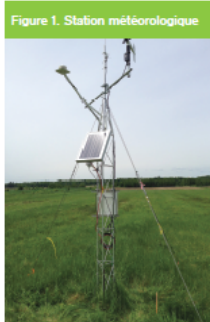
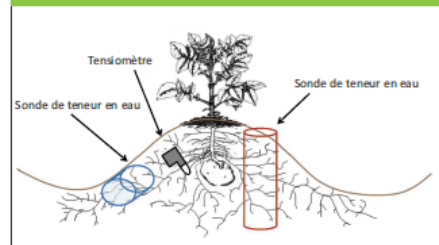


Figure 1. Station météorologique

Figure 2. Sondes de teneur en eau volumique et tensiomètre insérées dans une butte



## Des conditions précises doivent être rencontrées pour calculer une valeur de Kc :

- Cibler un épisode de pluie qui permet une humectation complète du sol dans l'ensemble de la butte.
- Attendre que le sol soit à la capacité au champ.
- Utiliser les valeurs des jours subséquents jusqu'au prochain épisode de pluie ou d'irrigation ou jusqu'à la présence d'un stress hydrique atténuant le prélèvement en eau de la plante.
- Considérer une période d'évapotranspiration (entre 6 et 22 h).
- Considérer une profondeur d'enracinement (exemple : 30 cm).
- Déterminer l'importance de la remontée capillaire et la considérer au besoin.
- Calculer une valeur de Kc avec la différence de teneur en eau volumique du sol entre 6 et 22 h.

## DES VALEURS DE Kc OBTENUES CHEZ VOUS

Des valeurs de Kc ont été mesurées en 2015 et 2016 chez 5 producteurs de pommes de terre dans plusieurs régions du Québec. Ces valeurs ont varié entre les sites ainsi qu'entre les saisons. Plusieurs paramètres, tels que la texture du sol, les conditions climatiques et le cultivar de pomme de terre, permettraient d'expliquer ces variations. Cette variabilité démontre l'importance des valeurs de Kc dans une région de l'irrigation pour laquelle les valeurs d'ETc sont considérées. En poursuivant ces mesures des valeurs de Kc, des valeurs moyennes adaptées à ces conditions pourraient être établies afin de simplifier l'utilisation de l'ETc dans la gestion de l'irrigation des cultures de pommes de terre.

## PLUIE VALORISABLE PAR LA CULTURE, PORTRAITS DES SAISONS 2015-2016

La pluie potentiellement valorisable par la culture est connue lorsque la réserve en eau facilement utilisable (RFU) est considérée lors des épisodes de pluie. Par exemple, des précipitations de 35 mm sur un sol présentant une RFU de 30 mm ne seront potentiellement valorisables qu'à un maximum de 86 %. Aussi, le statut hydrique du sol au moment de l'apport en eau est à considérer. Le même sol, dont seulement la moitié des 30 mm a été utilisée depuis le dernier apport en eau, ne pourra retenir que 15 mm des 35 mm apportés par la pluie. Les précipitations totales et l'ETc mensuelles permettent donc d'évaluer la pluie valorisable potentielle ainsi qu'un déficit hydrique théorique. Ces valeurs sont présentées par site pour les mois de juillet et août des saisons 2015 et 2016 (Graphiques). Un déficit hydrique théorique est présent à chaque site en juillet et août, tant en 2015 qu'en 2016, car l'ETc est supérieure à la pluie potentiellement valorisable. En considérant la pluie totale, les déficits hydriques ne sont pas détectés lorsque la hauteur d'eau de cette dernière est supérieure à l'ETc. Cette situation est observable pour 60 % des données présentées. Un déficit hydrique théorique serait tout de même présent pour 40 % des données si la pluie totale était considérée, mais ce dernier serait beaucoup moins important. La gestion de l'eau d'irrigation d'une entreprise agricole considère les précipitations. Une surestimation de la contribution de la pluie à la recharge de la RFU fait diminuer l'importance des apports en eau par l'irrigation, pouvant engendrer de probables baisses de productivité. Pour les sites présentés, de 59 à 80 % et de 44 à 100 % de la pluie a été valorisée par la culture pour les mois de juillet et août 2015 respectivement. Ces valeurs étaient de 31 à 80 % et de 21 à 100 % pour les mois de juillet et d'août en 2016.

## CONCLUSION

L'estimation de la pluie potentiellement valorisable par la culture permet d'évaluer la proportion des précipitations qui peut être vraiment utilisée par la plante en cours de saison. Le développement de ce concept permettra de mieux évaluer les besoins en eau aux fins d'irrigation pour l'ensemble des entreprises agricoles au Québec. Le raffinement de cette méthode doit se faire par l'établissement de valeurs de Kc représentatives des conditions de cultures de la pomme de terre au Québec.

## Graphiques. Données mensuelles pour les 5 sites, saisons 2015 et 2016



## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes et entreprises suivantes : Stéphane Nadon, Émilie Larochelle (IRDA), Maxi-Sol inc, Ferme des Pionniers enr, Ferme M.G.E. Ouellet, Ferme Victorin Drolet inc et Producteur ino.

Le contenu de cette affiche s'appuie sur les résultats d'un projet réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation accordée en vertu du Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés, Projet 14-C-353. Le requérant pour ce projet est : Les Producteurs de pommes de terre du Québec (PPTQ).





Annexe 3. Exemples de « Bulletin irrigation » produits pour les entreprises en 2015 et 2016.

Bulletin irrigation # 9 - Projet expérimental - G5

<b>Ferme des Pionniers - Saint-Laurent - Île d'Orléans</b>		Date	31-juil-15
Culivar	Mystère		
Type sol	Loam argileux graveleux		
Date plantation	18-mai-15		
Nombre jours après plantation	74		
Hauteur d'eau maximale considérée pour le sol en culture (mm)	30		

HISTORIQUE Bilan hydrique - 7 jours							
Date	Estimation hauteur d'eau valorisable (mm)	ETp (mm)	Kc	ETc (mm)	Apports en eau > 1,9 mm		Estimation hauteur d'eau valorisable (mm)
					Pluie	Irrigation	
	Début journée						Fin journée
24-juil	5,8	2,9	1,0	2,9	0,0		2,9
25-juil	2,9	4,3	1,0	4,3	0,0		-1,4
26-juil	0,0	0,9	1,0	0,9	15,6		14,7
27-juil	14,7	3,8	1,0	3,8	0,0		10,9
28-juil	10,9	5,6	1,0	5,6	0,0		5,3
29-juil	5,3	5,2	1,0	5,2	0,0		0,1
30-juil	0,1	3,5	1,0	3,5	5,5		2,1

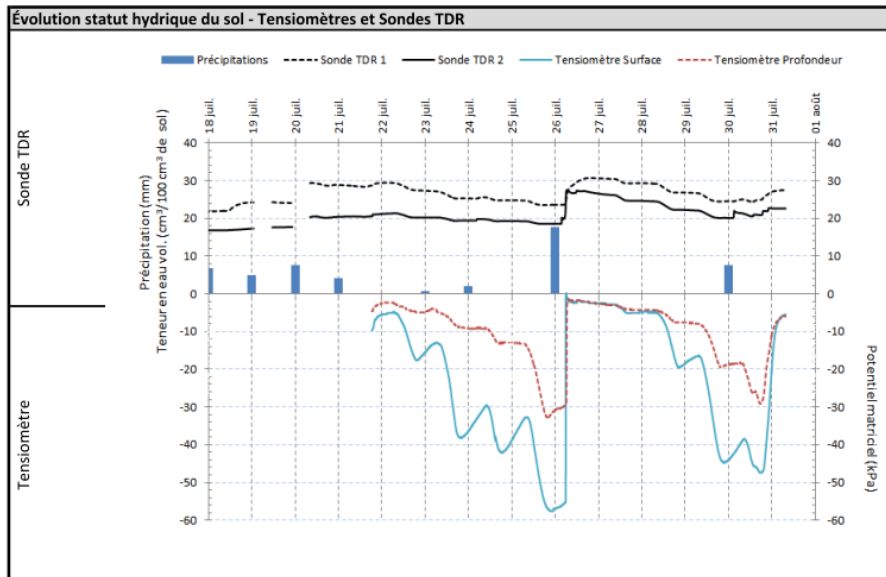
PRÉVISIONS Bilan hydrique - 3 jours							
31-juil	2,1	3,7	1,0	3,7	60%		0,0
01-août	0,0	3,5	1,0	3,5	40%		0,0
02-août	0,0	3,2	1,0	3,2	60%		0,0

PRÉVISIONS TENSIOMÈTRES et TDR - 3 jours		
Date	Tensiomètre	TDR
31-juil		
01-août		
02-août		

Valeurs cibles	
TDR 1	22
Tensiomètre Surface	[-35 à -40]

**ÉPISODE IRRIGATION À PRÉVOIR : NON**

Le bilan hydrique indique un besoin en eau. Toutefois, ni le tensiomètre ni le TDR n'indiquent un besoin en eau. Il est à noter que le bilan hydrique ne considère pas la pluie tombée dans les 12 dernières heures ce qui explique cette différence.



Ce bulletin est produit dans le cadre d'un projet expérimental auquel l'entreprise identifiée ci-haut participe. Il ne faut pas interpréter les informations contenues dans ce bulletin comme des recommandations.

## BiHebdEAU #12 21 au 27 juillet 2016

### Projet « Service-conseil en irrigation » - G5

#### Historique des 7 derniers jours

	21-juil	22-juil	23-juil	24-juil	25-juil	26-juil	27-juil	Total
<b>MAXI-SOL (Sable) - Consigne 35 kPa</b>								
Évapotranspiration culture (mm)	5,7	5,5	2,6	5,0	1,0	4,3	4,9	28,9
Pluie mesurée station météo (mm)	0,0	0,0	39,4	0,0	14,4	0,0	0,0	53,8
Irrigation (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tensiomètre 8 po à 20 h (kPa)	-5,7	-8,8	-3,2	-5,7	-4,1	-5,4	-7,3	
Tensiomètre 12-15 po à 20 h (kPa)	0,0	-0,1	0,8	0,0	0,8	-0,1	0,2	
<b>F. DES PIONNIERS (Loam argileux*) - Consigne 35 kPa</b>								
Évapotranspiration culture (mm)	5,2	3,4	5,9	5,9	2,6	4,6	5,0	32,7
Pluie mesurée station météo (mm)	0,0	9,1	0,0	0,0	15,2	0,4	0,0	24,7
Irrigation (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tensiomètre à 8 po à 20 h (kPa)	-26,4	-35,3	-35,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	
Tensiomètre 12-15 po à 20 h (kPa)	-0,3	0,1	0,8	-0,2	0,1	0,4	0,1	
<b>PROCULTEUR (Sable) - Consigne 35 kPa</b>								
Évapotranspiration culture (mm)	5,2	4,5	1,6	4,9	1,6	3,9	4,9	26,7
Pluie mesurée station météo (mm)	0,0	0,2	7,0	0,0	21,4	0,4	0,0	29,0
Pluie mesurée station météo (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tensiomètre 8 po à 20 h (kPa)	-9,4	-14,3	-8,7	-11,7	-2,8	-5,8	-9,4	
Tensiomètre 12-15 po à 20 h (kPa)	-8,5	-16,7	-9,4	-12,4	-6,2	-5,9	-10,1	
<b>F. VICTORIN DROLET (Sable) - Consigne 35 kPa</b>								
Évapotranspiration culture (mm)	4,4	2,9	4,5	5,2	2,0	3,3	4,8	27,0
Pluie mesurée station météo (mm)	0,0	14,0	0,0	0,0	13,8	0,6	0,6	29,0
Irrigation (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tensiomètre 8 po à 20 h (kPa)	-	-5,4	-31,6	-49,7	-56,6	-18,8	-38,5	
Tensiomètre 12-15 po à 20 h (kPa)	-2,6	-1,1	-5,2	-7,7	-6,5	-5,1	-7,4	
<b>F. MGE OUELLET (Sable loameux)</b>								
Évapotranspiration culture (mm)	3,8	3,8	4,7	4,7	3,2	3,8	3,7	27,6
Pluie mesurée station météo (mm)	1,2	14,4	0,0	0,0	8,2	11,2	7,8	42,8
Irrigation (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tensiomètre à 20 h (kPa)	-5,9	-6,4	-5,5	-5,1	-6,0	-3,8	-2,9	

\*16 % particules > 2 mm

#### MAXI-SOL

- Les valeurs indiquées par les tensiomètres ne concordent pas avec les prélèvements de la dernière semaine (Évapotranspiration de la culture et sonde TDR). Ces derniers devront être réinstallés.
- La pluie de près de 40 mm du 23 juillet et de 15 mm du 25 juillet a complètement humecter la butte.
- Selon les tendances observées, une irrigation pourrait être nécessaire d'ici 2 ou 3 jours.

#### FERME DES PIONNIERS

BiHebdEAU #12 21 au 27 juillet 2016

- Les valeurs indiquées par les tensiomètres ne concordent pas avec les sondes TDR. Les tensiomètres devront être rechargés ou remplacés.
- Malgré les précipitations du 25 juillet, une irrigation serait à prévoir dès que les conditions le permettent (24 à 48 h).

#### PROCULTEUR

- Il pourrait être nécessaire d'irriguer prochainement (d'ici 2 à 3 jours).
- Potentiel matriciel à nouveau en progression.

#### FERME VICTORIN DROLET

- L'irrigation du 25 juillet a permis de remonter le potentiel matriciel du sol.
- Le tensiomètre en surface indique un assèchement important tandis qu'il reste de l'eau disponible en profondeur.
- Il pourrait être nécessaire d'irriguer prochainement (d'ici 24 à 48 h).

#### FERME MGE OUELLET

- Les tensiomètres ne fonctionnent pas adéquatement, il ne faut pas s'y fier.
- La pluie de près de 30 mm des trois derniers jours a permis de réhumecter le sol.
- Le sol est à capacité au champ donc aucune irrigation à prévoir prochainement.

#### 72 prochaines heures

Les prévisions météorologiques indiquent des journées ensoleillées pour demain et samedi. Pour l'instant, la journée de dimanche s'annonce plutôt nuageuse avec de faibles probabilités d'averses.

L'évapotranspiration potentielle attendue dans les prochains jours devrait se situer entre 5 et 6 mm par jour selon les secteurs.

*Ce document a été produit dans le cadre du projet intitulé : « Développer des outils d'aide à la décision pour une gestion raisonnée de l'irrigation dans la pomme de terre ». Ce projet est réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation accordée en vertu du Programme d'Appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés. Projet 14-C-353. Le requérant pour ce projet est : Les Producteurs de pommes de terre du Québec.*

BiHebdEAU #12 21 au 27 juillet 2016

Annexe 4. Contenu des cinq blocs et évaluation du temps d'intervention.

Blocs	Pertinence et Stratégie	<b>Évaluer la pertinence d'introduire l'irrigation comme pratique culturelle et concevoir une stratégie adaptée au contexte de production de l'entreprise</b>	
		Temps estimé : 13 h + 5,5 h/champ supplémentaire (1 fois, à revoir périodiquement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussion avec le producteur et renseignements généraux</li> <li>• Caractérisation des propriétés physiques du sol</li> <li>• Détermination de la RFU et d'une consigne d'irrigation (départ et arrêt) et validation au champ</li> <li>• Évaluer les besoins en eau de l'entreprise</li> <li>• Dans la mesure où la pratique de l'irrigation est jugée pertinente, concevoir une stratégie d'irrigation basée sur :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Objectifs poursuivis (qualité, calibre, lessivage, etc.),</li> <li>○ Sol (RFU, compaction, etc.)</li> <li>○ Culture (cultivar, stade développement, valeur \$/ha, etc.)</li> <li>○ Ressources disponibles (système d'irrigation, stockage en eau, capacité d'intervention, coût d'irrigation, etc.)</li> <li>○ Outils d'aide à la décision</li> </ul> </li> </ul>
	Diagnostic	<b>Diagnostic de la performance du système d'irrigation</b>	
		Temps estimé : 8 h/système	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer l'uniformité d'application de l'eau au champ</li> <li>• Proposer des correctifs si nécessaire</li> </ul>
	Suivi	<b>Informier l'entreprise sur l'évolution de l'état hydrique des sols en culture et anticiper le moment où il sera pertinent d'intervenir avec l'irrigation</b>	
Temps estimé : 3 h/semaine durant 10 semaines (annuellement)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi en continu de l'état hydrique des sols en culture à l'aide de « l'Approche hybride »                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Outils de mesure directe (Tensiomètre et TDR) et par bilan hydrique (ETp : Agrométéo)</li> </ul> </li> <li>• Anticiper et informer du moment où l'irrigation doit être déclenchée</li> <li>• Évaluer l'efficacité de l'eau suite à un épisode de pluie ou d'irrigation</li> </ul>	
Transfert et innovation	<b>Favoriser l'adoption de pratiques culturelles qui améliorent l'efficacité de prélèvement de l'eau</b>		
	Temps estimé : 5 h (annuellement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collaboration entre le conseiller agricole qui intervient auprès de l'entreprise et le milieu de la recherche et du développement</li> </ul>	
Réseautage	<b>Établir une plateforme d'échanges entre les entreprises qui font l'objet d'un appui</b>		